



GOUVERNEMENT

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



Agir • Mobiliser • Accélérer

# Évaluation environnementale stratégique de la programmation pluriannuelle de l'énergie (2025-2030, 2031-2035)

Mars 2025

## Table des matières

|                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 0. Résumé non technique de l'évaluation environnementale stratégique .....                                                                   | 4   |
| 0.0. Synthèse de l'évaluation environnementale .....                                                                                         | 4   |
| 0.1. Présentation générale de la PPE.....                                                                                                    | 6   |
| 0.1.1. Le cadre de la programmation pluriannuelle de l'énergie fixé par la loi .....                                                         | 6   |
| 0.1.2. Le cadre de la stratégie pour le développement de la mobilité propre fixé par la loi .....                                            | 7   |
| 0.1.3. L'articulation de la PPE avec d'autres plans et programmes .....                                                                      | 8   |
| 0.2. Les enjeux environnementaux liés à l'action de la PPE : effets notables probables .....                                                 | 9   |
| 0.2.1. Les enjeux de la PPE .....                                                                                                            | 9   |
| 0.2.2. Les enjeux de la SDMP .....                                                                                                           | 10  |
| 0.2.3. Synthèse des enjeux environnementaux de la PPE et de la SDMP .....                                                                    | 11  |
| 0.3. Exposé des motifs ayant guidé la décision .....                                                                                         | 12  |
| 0.3.1. Des objectifs ambitieux de maîtrise de la demande .....                                                                               | 12  |
| 0.3.2. La réduction des énergies fossiles .....                                                                                              | 12  |
| 0.3.3. La détermination des gisements disponibles en fonction de la contrainte environnementale et des réalités des filières.....            | 13  |
| 0.3.4. Une appréciation en termes de coûts des technologies et de service rendu au réseau                                                    | 13  |
| 0.4 Résumé des impacts de la PPE sur l'environnement.....                                                                                    | 15  |
| 0.5. Suivi des enjeux environnementaux de la PPE.....                                                                                        | 18  |
| 1. Présentation générale de la programmation pluriannuelle de l'énergie et de l'évaluation environnementale stratégique .....                | 19  |
| 1.1. Objectifs et contenu de la programmation pluriannuelle de l'énergie et de la stratégie pour le développement de la mobilité propre..... | 19  |
| 1.1.1. Le cadre fixé par la programmation pluriannuelle de l'énergie .....                                                                   | 19  |
| 1.1.2. Le cadre de la stratégie pour le développement de la mobilité propre fixé par la loi ...                                              | 21  |
| 1.2. L'articulation de la PPE avec d'autres plans et programmes .....                                                                        | 21  |
| 1.2.1. Les plans et programmes nationaux dont la PPE tient compte.....                                                                       | 22  |
| 1.2.2. Les plans et programmes dont les projets pris en application de la PPE tiennent compte                                                | 25  |
| 1.2.3. Les plans et programmes prenant en compte la PPE .....                                                                                | 25  |
| 1.2.4. La territorialisation de la PPE .....                                                                                                 | 26  |
| 1.3. La méthode de l'évaluation environnementale .....                                                                                       | 27  |
| 1.3.1. La démarche de l'évaluation environnementale stratégique .....                                                                        | 27  |
| 1.3.2. Le périmètre de l'EES de la PPE par rapport à l'EES de la SNBC .....                                                                  | 29  |
| 2. État initial de l'environnement .....                                                                                                     | 31  |
| 2.1. Climat et énergie .....                                                                                                                 | 31  |
| 2.1.1. Le climat en France.....                                                                                                              | 31  |
| 2.1.2. État de la production et de la consommation d'énergie sur le territoire national .....                                                | 50  |
| 2.2. Milieux physiques .....                                                                                                                 | 70  |
| 2.2.1. Ressources en eau et milieux aquatiques .....                                                                                         | 70  |
| 2.2.2. Sols .....                                                                                                                            | 79  |
| 2.2.3. Ressources des sous-sols .....                                                                                                        | 86  |
| 2.3. Milieux naturels.....                                                                                                                   | 89  |
| 2.3.1. Biodiversité et habitats naturels .....                                                                                               | 89  |
| 2.3.2. Réseau Natura 2000 .....                                                                                                              | 98  |
| 2.4. Milieux humains .....                                                                                                                   | 100 |
| 2.4.1. Risques naturels et technologiques .....                                                                                              | 100 |
| 2.4.2. Nuisances : pollution de l'air, le bruit, les odeurs et la pollution lumineuse .....                                                  | 106 |
| 2.4.3. La santé humaine .....                                                                                                                | 119 |

|                                                                                                                                   |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 2.4.4. Patrimoine architectural, culturel et archéologique, paysages et biens matériels.....                                      | 122                         |
| 3. Les enjeux environnementaux liés à l'action de la PPE et de la SDMP : effets notables probables.....                           | 126                         |
| 3.1. Mise en œuvre de la Programmation pluriannuelle de l'énergie .....                                                           | 141                         |
| 3.1.1. Amélioration de l'efficacité énergétique et baisse des consommations d'énergie fossile                                     | 142                         |
| 3.1.2. Offre d'énergie / Développement de l'exploitation des énergies renouvelables et de récupération.....                       | 145                         |
| 3.1.3. Sécurité d'approvisionnement, flexibilités, développement des réseaux .....                                                | 193                         |
| 3.1.4. Résumé des enjeux environnementaux de la PPE 3 par rapport à un scénario sans...                                           | 198                         |
| 3.4. Mise en œuvre de la Stratégie de développement de la mobilité propre .....                                                   | 200                         |
| 3.4.1. Transport de voyageurs .....                                                                                               | 216                         |
| 3.4.2. Logistique et transport de marchandises .....                                                                              | 241                         |
| 3.4.3. Autres leviers transverses .....                                                                                           | 251                         |
| 3.4.4. Mesures ERC : Eviter, Réduire, Compenser .....                                                                             | 253                         |
| 4. Exposé des motifs ayant guidé la décision .....                                                                                | Erreur ! Signet non défini. |
| 4.1. La maîtrise de la demande .....                                                                                              | Erreur ! Signet non défini. |
| 4.1.1. Des objectifs ambitieux de maîtrise de la demande .....                                                                    | Erreur ! Signet non défini. |
| 4.1.2. La réduction des énergies fossiles .....                                                                                   | Erreur ! Signet non défini. |
| 4.2. La décarbonation du mix énergétique .....                                                                                    | Erreur ! Signet non défini. |
| 4.2.1. La détermination des gisements disponibles en fonction de la contrainte environnementale et des réalités des filières..... | Erreur ! Signet non défini. |
| 4.2.2. Une appréciation en termes de coûts des technologies et de service rendu au réseau                                         | Erreur ! Signet non défini. |
| 5. Évaluation de l'impact global de la PPE .....                                                                                  | 257                         |
| 5.1. Présentation de la modélisation utilisée .....                                                                               | 257                         |
| 5.2. Les impacts de la PPE sur l'environnement .....                                                                              | 259                         |
| 5.2.1. Climat et énergie .....                                                                                                    | 260                         |
| 5.2.2. Milieux physiques .....                                                                                                    | 261                         |
| 5.2.3. Milieux naturels : biodiversité et habitats naturels .....                                                                 | 281                         |
| 5.2.4. Milieux humains.....                                                                                                       | 283                         |
| 5.4. Suivi de l'évolution de l'environnement en lien avec l'effet de la PPE .....                                                 | 298                         |
| 6. Annexes.....                                                                                                                   | 301                         |
| 6.1. Glossaire .....                                                                                                              | 301                         |
| 6.2. Table des illustrations .....                                                                                                | 302                         |
| 6.3. Bibliographie.....                                                                                                           | 304                         |
| 6.4. Liste des interactions entre la SNBC, la PPE et les autres plans et programmes .....                                         | 315                         |

# 0. Résumé non technique de l'évaluation environnementale stratégique

## 0.0. Synthèse de l'évaluation environnementale

### **La PPE définit les principaux objectifs énergétiques et les priorités d'action de l'Etat**

La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) établit les priorités d'action de l'Etat en matière d'énergie pour la France hexagonale continentale, dans les 10 années à venir, partagées en deux périodes de 5 ans. Tous les 5 ans la programmation pluriannuelle de l'énergie est actualisée : la deuxième période de 5 ans est révisée et une période subséquente de 5 ans est ajoutée. La présente programmation pluriannuelle de l'énergie couvre les deux périodes successives 2025-2030 et 2031-2035. La première période couvre donc 6 ans, afin d'assurer la cohérence avec les objectifs des différentes réglementations et les objectifs européens, la plupart de ceux-ci retenant 2030 comme une échéance centrale.

### **La PPE fait l'objet d'une évaluation environnementale, conformément au Code de l'environnement**

La PPE fait partie des plans et programmes qui doivent faire l'objet d'une évaluation environnementale, comme mentionné à l'article R. 122-17 du Code de l'environnement. C'est un processus visant à intégrer l'environnement dans son élaboration, et ce dès les phases amont de réflexions. Elle sert à éclairer sur les suites à donner au regard des enjeux environnementaux et ceux relatifs à la santé humaine lors de sa mise en œuvre, ainsi qu'à informer et garantir la participation du public.

L'évaluation environnementale doit rendre compte des effets potentiels ou avérés sur l'environnement de la PPE 3 et permet d'analyser et de justifier les choix retenus au regard des enjeux identifiés.

### **Des enjeux environnementaux variés mais des impacts potentiels négatifs limités**

Pour chaque orientation de la PPE, une analyse des incidences potentielles ou avérées sur l'environnement a été menée. Il en ressort que les principaux enjeux environnementaux de la politique énergétique française sont la lutte contre le changement climatique et l'érosion de la biodiversité, et la gestion des ressources essentielles, dont en particulier la maîtrise de l'utilisation de la biomasse, de la ressource en eau et des ressources minérales. Des mesures pour éviter, réduire et compenser les incidences négatives identifiées ont été proposées de façon systématique.

Les impacts de la PPE sont dans l'ensemble positifs. Cela s'explique par le fait que la PPE soit un plan à vocation environnementale. Cependant, plusieurs impacts potentiels négatifs sont anticipés :

- Le déploiement des énergies renouvelables, notamment électriques, du stockage d'électricité, de la mobilité électrique, de l'utilisation des nouvelles technologies dans la gestion des réseaux, devraient augmenter la consommation de ressources minérales et de métaux rares. Un point de vigilance devra être maintenu dans le temps sur ce sujet ;

- La hausse de l'utilisation de la biomasse forestière à des fins énergétiques doit s'intégrer dans une gestion rationnelle de la forêt conformément à la Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse, au Programme national forêt bois, et à une optimisation de l'utilisation des produits forestiers parmi les différents usages possibles. Il est aussi crucial que le développement de l'utilisation de la biomasse ne se fasse pas au détriment de la qualité de l'air, et qu'elle soit faite dans des appareils performants ;
- La décarbonation du mix énergétique français induira une occupation accrue d'espace sur notre territoire, en comparaison à une consommation aujourd'hui largement carbonée, issue de produits importés, avec une faible empreinte sur notre territoire (mais de forts impacts sur le changement climatique). Les incitations à l'implantation prioritaire des projets sur des espaces dégradés (friches...) doivent être maintenues et l'évolution globale de l'occupation des sols ne doit pas se faire au détriment de surfaces agricoles.

### Un suivi annuel des enjeux environnementaux dans la PPE 3

Les indicateurs de suivi de l'évolution des pressions sur les milieux doivent permettre de suivre l'impact de la PPE sur l'environnement dans le temps. L'objectif est d'identifier des indicateurs utilisant des données existantes et facilement exploitables afin de permettre un suivi régulier et pertinent. Un nombre restreint d'indicateurs représentatifs des évolutions a été préféré à un nombre trop important, difficiles à réunir et tout aussi difficiles à interpréter et à suivre dans le temps. Bien que n'étant pas exhaustifs, l'intérêt de ces indicateurs sera d'alerter sur les tendances d'évolution, afin de pouvoir réagir en cas d'augmentation de la pression sur les milieux, et de mener des investigations complémentaires si nécessaire.

Des mesures techniques pour éviter, réduire et compenser les orientations de la PPE, dites mesures « ERC », ont été incluses dans cette évaluation. Elles devront être prises en compte, notamment au niveau des projets, pour s'assurer de la réduction de l'impact sur l'environnement des projets découlant de la PPE à un seuil incompressible.

Des indicateurs ont été retenus pour être intégrés directement dans la PPE. Ils seront mis à jour et accessibles au grand public sur une base annuelle :

- **Émissions de GES de l'industrie de l'énergie** (MtCO<sub>2</sub>e et part du total national hors UTCATF). Issu du rapport annuel 2024 Secten du Citepa, les émissions de ce secteur s'élèvent à 35,4 MtCO<sub>2</sub>e en 2023 (données provisoires) soit 9 % du total national. La PPE 3 a pour objectif de sécuriser une baisse de la valeur absolue grâce au remplacement des combustibles fossiles par les énergies bas-carbone et par les mesures de maîtrise de la demande ;
- **Récolte totale de bois-énergie** (m<sup>3</sup> et part du total national). Issu du rapport annuel Récolte de bois et production de sciages de l'Agreste, il vaut 8,9 m<sup>3</sup> en 2021 soit 22 % du total national. La PPE 3 a pour objectif de sécuriser une baisse de la valeur absolue et de la part dans le total, en limitant l'usage du bois pour cet usage dans la logique d'une utilisation de la biomasse en cascade ;
- **Prélèvement d'eau douce pour le refroidissement des centrales électriques** (Gm<sup>3</sup> et part du total national). Issu du Bulletin annuel de la Banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau, il vaut 19,5 Gm<sup>3</sup> en 2020 soit 55 % du total national. La PPE 3 vise à contrôler la hausse de cet indicateur ;
- **Émissions de NO<sub>x</sub> de l'industrie de l'énergie** (kt et part du total national). Issu du rapport annuel 2024 Secten du Citepa, les émissions de NO<sub>x</sub> de ce secteur s'élèvent à 27 kt en 2023 soit 4 % du total national. La PPE 3 a pour objectif de poursuivre la baisse de cet indicateur.

## 0.1. Présentation générale de la PPE

### 0.1.1. Le cadre de la programmation pluriannuelle de l'énergie fixé par la loi

Le Code de l'énergie, et notamment ses articles L. 100-1, L. 100-2 et L. 100-4, fixe les objectifs de la politique de l'énergie. Il définit un cadre qui permettra à la France de remplir ses engagements européens et internationaux.

Dans ce cadre et pour répondre à l'urgence écologique et climatique, la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) prend la forme d'un décret<sup>1</sup> qui définit les priorités de l'Etat pour l'évolution du système énergétique en métropole continentale sur les périodes successives 2025-2030 puis 2031-2035. L'article L. 100-4 du Code de l'énergie prévoit que les objectifs de la politique énergétique que la PPE doit mettre en œuvre sont de :

- **Réduire les émissions de GES de 40 % entre 1990 et 2030 et atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050** en divisant les émissions de gaz à effet de serre par un facteur supérieur à six entre 1990 et 2050 ;
- **Réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050** par rapport à la référence 2012, en visant les objectifs intermédiaires d'environ 7 % en 2023 et de 20 % en 2030 ;
- **Réduire la consommation énergétique primaire<sup>2</sup> des énergies fossiles de 40 % en 2030** par rapport à l'année de référence 2012, en modulant cet objectif par énergie fossile en fonction du facteur d'émissions de gaz à effet de serre de chacune ;
- **Porter la part des énergies renouvelables à 33 % au moins de cette consommation en 2030 ;**
- **Encourager la production d'énergie hydraulique, notamment la petite hydroélectricité**, en veillant à maintenir la souveraineté énergétique, à garantir la sûreté des installations hydrauliques et à favoriser le stockage de l'électricité ;
- **Favoriser la production d'électricité issue d'installations utilisant l'énergie mécanique du vent implantées en mer**, avec pour objectif de porter progressivement le rythme d'attribution des capacités installées de production à l'issue de procédures de mise en concurrence à au moins 1 GW par an d'ici à 2024 ;
- **Encourager la production d'électricité issue d'installations agrivoltaïques**, au sens de l'article L. 314-36, en conciliant cette production avec l'activité agricole, en gardant la priorité donnée à la production alimentaire et en s'assurant de l'absence d'effets négatifs sur le foncier et les prix agricoles ;
- **Contribuer à l'atteinte des objectifs de réduction de la pollution atmosphérique** prévus par le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques défini à l'article L. 222-9 du Code de l'environnement ;

---

<sup>1</sup> Article L. 141-1 du Code de l'énergie

<sup>2</sup> L'énergie primaire est l'énergie « potentielle » contenue dans les ressources naturelles avant toute transformation. On la distingue de l'énergie finale qui est l'énergie effectivement consommée et facturée aux usagers après prise en compte des pertes lors de la transformation du combustible, de la production et du transport

- **Disposer d'un parc immobilier dont l'ensemble des bâtiments sont rénovés** en fonction des normes " bâtiment basse consommation " ou assimilées, à l'horizon 2050, en menant une politique de rénovation thermique des logements concernant majoritairement les ménages aux revenus modestes ;
- **Parvenir à l'autonomie énergétique et à un mix de production d'électricité composé à 100 % d'énergies renouvelables** dans les collectivités régies par l'article 73 de la Constitution à l'horizon 2030 ;
- **Multiplier par cinq la quantité de chaleur et de froid renouvelables et de récupération** livrée par les réseaux de chaleur et de froid à l'horizon 2030 ;
- **Développer l'hydrogène bas-carbone et renouvelable et ses usages industriel, énergétique et pour la mobilité**, avec la perspective d'atteindre environ 20 à 40 % des consommations totales d'hydrogène et d'hydrogène industriel à l'horizon 2030 ;

**Favoriser le pilotage de la production électrique**, avec pour objectif l'atteinte de capacités installées d'effacements d'au moins 6,5 GW en 2028. Sur la plupart des objectifs, la présente PPE va aller plus loin pour se mettre en cohérence avec le rehaussement de ces objectifs en lien avec nos engagements internationaux. En particulier, la PPE 3 visera à :

- Contribuer à l'objectif rehaussé de baisse des émissions brutes de gaz à effet de serre de -50 % en 2030 par rapport à 1990 ;
- Tendre vers une réduction de -30 % de la consommation énergétique finale entre 2012 et 2030 ;
- Réduire de 45 % la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles entre 2012 et 2030 ;
- Poursuivre le développement des énergies renouvelables pour augmenter la part des énergies renouvelables dans la consommation.

## 0.1.2. Le cadre de la stratégie pour le développement de la mobilité propre fixé par la loi

La loi introduit un certain nombre d'orientations et d'objectifs relatifs à la mobilité, dans le but de limiter les consommations énergétiques, les émissions de gaz à effet de serre et les émissions de polluants atmosphériques du secteur des transports. L'État doit définir une stratégie pour le développement de la mobilité propre (SDMP), annexée à la PPE. Cette stratégie concerne le développement des véhicules à faibles émissions, l'amélioration de l'efficacité énergétique du parc de véhicules, les reports modaux, le développement des modes de transports collaboratifs, et l'augmentation du taux de remplissage des véhicules.

La SDMP doit notamment<sup>3</sup> :

- Comporter une évaluation de l'offre existante de mobilité propre ;
- Fixer des objectifs de développement des véhicules et de déploiement des infrastructures, de l'intermodalité et des taux de remplissage des véhicules de transport de marchandises ;
- Définir les territoires et les réseaux routiers prioritaires pour le développement de la mobilité propre.

---

<sup>3</sup> Article 40 LTECV

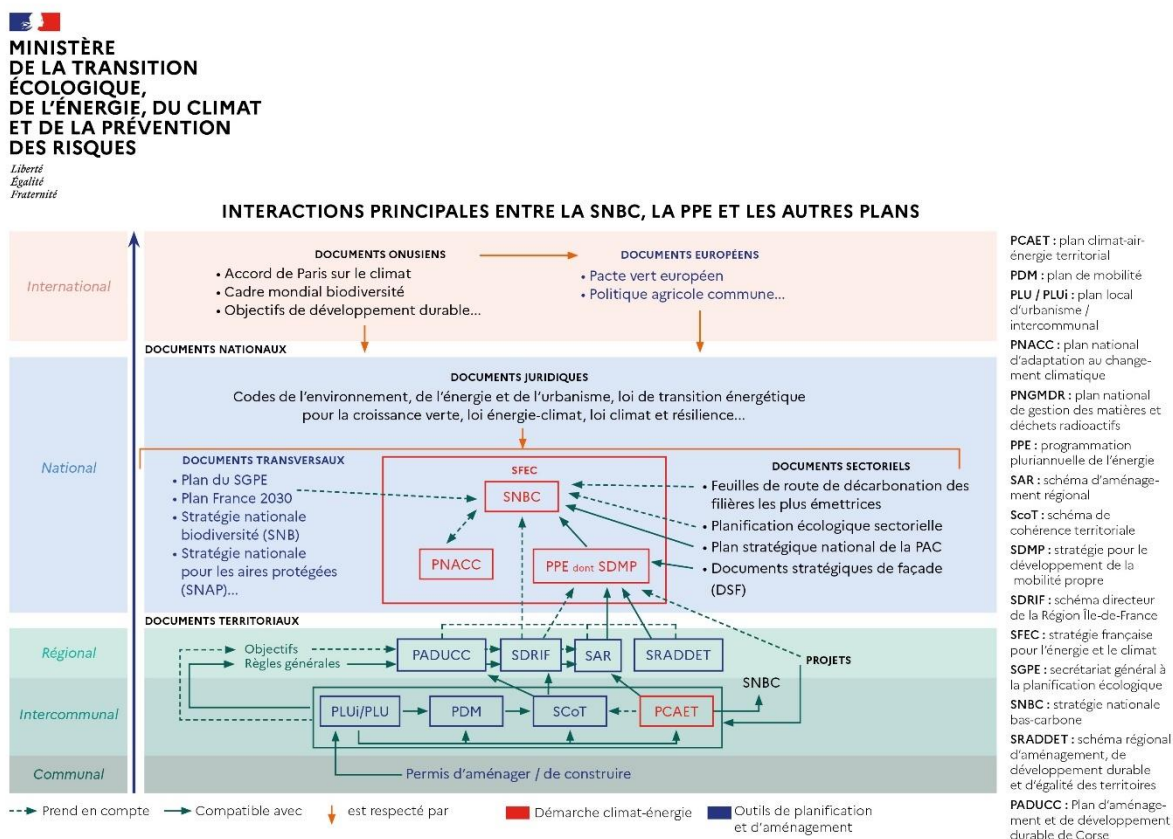
### 0.1.3. L'articulation de la PPE avec d'autres plans et programmes

L'article L. 141-1 du Code de l'énergie mettant en place la PPE prévoit que celle-ci doit être compatible avec la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) et les budgets carbone. Ce lien juridique implique que la PPE ne peut prendre de mesures directement contraires aux orientations de la SNBC, et plus largement qu'elle doit permettre son déploiement.

Outre ce lien juridique, la PPE s'inscrit dans un cadre de politiques publiques existant qu'elle vient renforcer. Les champs d'action de ces différents plans et programmes ont des interfaces avec celui de la PPE. Bien que n'étant pas tenus par un lien juridique, il est utile de vérifier la cohérence de la PPE avec les différents exercices de planification, afin de garantir l'efficacité de l'action publique.

Le schéma ci-dessous représente les principales interactions entre la SNBC, la PPE et les autres plans et programmes. Le détail de toutes les interactions est présenté dans l'Annexe 1.

Figure 1 : Schéma simplifié des interactions entre la SNBC, la PPE et les autres plans (source : DGEC)



Ce schéma simplifié rend compte des principales interactions entre la SNBC, la PPE et les principaux plans associés. De nombreux autres documents internationaux, nationaux, sectoriels et territoriaux existent.



## 0.2. Les enjeux environnementaux liés à l'action de la PPE : effets notables probables

Les objectifs dont la PPE assure la mise en œuvre engagent la France dans la lutte contre le changement climatique et pour la préservation de l'environnement tout en assurant la sécurité d'approvisionnement et la viabilité du mix. La PPE prévoit de réduire les consommations d'énergie, ainsi que l'utilisation des énergies fossiles, et prévoit également de développer les énergies bas-carbone. Les mesures de la PPE ont donc pour résultat de réduire, au sein du secteur de l'énergie, les émissions de gaz à effet de serre et les émissions de polluants atmosphériques. En cela la PPE est un plan de réduction des impacts de l'activité humaine sur l'environnement.

Les effets notables probables sur l'environnement ont été analysés en fonction de leur caractère positif ou négatif, direct ou indirect, temporaire ou permanent, à court, moyen ou long terme. Ces impacts ont été appréciés au regard de l'impact attendu de la filière en fonction des objectifs que la PPE lui attribue. Afin de simplifier la lecture, le caractère positif majeur, positif limité, neutre, négatif limité ou négatif majeur des orientations est symbolisé de la façon suivante :

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Positif majeur</b> : L'évolution prévue de la filière ou des projets de la PPE <b>réduira considérablement</b> l'impact de l'activité humaine sur l'enjeu environnemental étudié, c'est un <b>enjeu environnemental majeur</b> de la PPE.                                                   |
|    | <b>Positif limité</b> : L'évolution prévue de la filière ou des projets de la PPE <b>réduira</b> l'impact de l'activité humaine sur l'enjeu environnemental étudié.                                                                                                                            |
|  | <b>Neutre</b> : L'évolution prévue de la filière ou des projets de la PPE <b>ne devrait pas avoir d'impact significatif</b> sur l'enjeu environnemental étudié.                                                                                                                                |
|  | <b>Négatif limité</b> : L'évolution prévue de la filière ou des projets de la PPE est <b>susceptible d'augmenter</b> l'impact anthropique sur l'enjeu environnemental étudié et nécessite une vigilance particulière.                                                                          |
|  | <b>Négatif majeur</b> : L'évolution prévue de la filière ou des projets de la PPE est <b>susceptible d'augmenter considérablement</b> l'impact anthropique sur l'enjeu environnemental étudié et nécessite une vigilance particulière, c'est un <b>enjeu environnemental majeur</b> de la PPE. |

Lorsque l'évolution d'une filière ne devrait pas avoir d'impact notable sur un enjeu environnemental, elle n'est pas mentionnée dans le tableau correspondant.

### 0.2.1. Les enjeux de la PPE

Tableau 1 : Résumé des enjeux environnementaux de la PPE 3 par rapport à un scénario sans

|                        | Climat-énergie                                                                                                                                                             | Biodiversité, sols et eau                                                           | Ressources (métaux...)                                                              | Risques                                                                              | Santé et pollutions                                                                   | Patrimoine                                                                            |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Baisse énergie finale  |                                                                                         |  |  |                                                                                      |  |  |
| Baisse énergie fossile |                                                                                         |  |  |  |  |  |
| Biomasse solide        |  ou  |  |                                                                                     |                                                                                      |  |                                                                                       |
| PAC                    |                                                                                         |  |                                                                                     |  |                                                                                       |  |
| Géothermie thermique   |                                                                                         |  |  |  |  |  |

|                                                                            |        |                        |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------|----|----|----|----|
| Solaire thermique                                                          | 😊      | 😊                      | 😞  | 😊  |    | 😊  |
| Récupération chaleur                                                       | 😊      | 😊                      |    |    | 😊  | 😊  |
| Valorisation déchets                                                       | 😊      | 😊                      | 😊  | 😊  | 😊  | 😊  |
| Biocarburants                                                              | 😊 ou 😞 | 😞                      |    |    |    |    |
| Gaz naturel                                                                | 😊      |                        |    | 😊  | 😊  |    |
| Gaz renouvelable                                                           | 😊 ou 😞 | 😞 Biodiv/sol<br>😞 Eau  | 😊  |    | 😞  |    |
| Hydrogène                                                                  | 😊      | 😞                      | 😞  | 😞  |    |    |
| Hydroélectricité + STEP                                                    | 😊      | 😞                      |    |    |    | 😞  |
| Éolien terrestre                                                           | 😊      | 😞                      | 😞  | 😊  | 😞  | 😞  |
| Photovoltaïque                                                             | 😊      | 😞                      | 😞  | 😊  |    | 😞  |
| Energies marines renouvelables                                             | 😊      | 😞 Eau/biodiv<br>😞 Sols | 😞  | 😊  | 😞  | 😞  |
| Réacteurs nucléaires existants                                             | 😊      | 😞                      | 😞  | 😞  | 😞  | 😞  |
| Nouveaux réacteurs nucléaires                                              | 😊      | 😞                      | 😞  | 😞  | 😞  | 😞  |
| Traitement et recyclage des combustibles nucléaires usés                   | 😊      | 😞                      | 😊😊 | 😞  | 😞  | 😞  |
| Thermique fossile                                                          | 😊😊     | 😊😊                     |    | 😊😊 | 😊😊 | 😊😊 |
| Sécurité d'approvisionnement en électricité et le recours aux flexibilités | 😊      | 😊                      | 😊  | 😊  | 😊  | 😊  |
| Batteries stationnaires                                                    | 😞      | 😞                      | 😞  | 😞  | 😞  |    |
| Réseau électrique                                                          | 😞      | 😞                      | 😞  | 😞  |    | 😞  |
| Sécurité d'approvisionnement en gaz                                        | 😊      | 😊                      | 😊  | 😊  | 😊  |    |
| Réseau de gaz                                                              | 😞      | 😞                      |    | 😞  | 😞  |    |
| Sécurité d'approvisionnement en carburants                                 | 😊      | 😊                      | 😊  | 😊  | 😊  |    |

## 0.2.2. Les enjeux de la SDMP

Tableau 2 : Enjeux environnementaux de la SDMP 3 par rapport à un scénario sans

|                                  | Climat-<br>énergie | Biodiversité,<br>sols et eau | Ressources<br>(métaux...) | Risques | Santé et<br>pollutions | Patrimoine |
|----------------------------------|--------------------|------------------------------|---------------------------|---------|------------------------|------------|
| Demande de transport             | 😊                  | 😊                            | 😊                         | 😊       | 😊                      | 😊          |
| Report modal                     | 😊                  | 😞                            | 😞                         | 😐       | 😊                      | 😞          |
| Taux de chargement ou occupation | 😊                  | 😊                            | 😊                         | 😊       | 😊                      | 😊          |
| Efficacité énergétique           | 😊                  | 😊                            | 😊                         | 😊       | 😊                      | 😊          |
| Intensité carbone des transports | 😊                  | 😞                            | 😞                         | 😞       | 😊                      | 😞          |

### 0.2.3. Synthèse des enjeux environnementaux de la PPE et de la SDMP

#### Un plan de réduction des impacts environnementaux

Les objectifs auxquels entendent répondre la programmation pluriannuelle de l'énergie et la stratégie de développement de la mobilité propre en font un plan de réduction des impacts environnementaux. A l'horizon 2030, les mesures de maîtrise de la demande en énergie, en particulier fossile, et le soutien au développement de l'ensemble des énergies décarbonées ont des impacts positifs sur la baisse de :

- La consommation d'énergie ;
- La consommation d'énergies fossiles qui sont des ressources épuisables ;
- L'impact du secteur énergie sur l'effet de serre ;
- L'émission de polluants atmosphériques liés à la consommation d'énergie.

#### Un plan de déploiement des énergies décarbonées, dont l'empreinte foncière et matière doit être maîtrisée

Pour s'orienter vers la neutralité carbone, la PPE vise à accélérer le déploiement sur notre territoire d'énergies décarbonées. Cette accélération induira une augmentation de certaines pressions (occupation d'espaces, impacts paysagers, consommation de ressources, etc.) par rapport à la situation actuelle. En effet, à date, une part significative de l'énergie consommée est d'origine fossile, donc importée et avec une densité énergétique élevée.

Par ailleurs, l'atteinte des objectifs climatiques repose également sur une utilisation accrue de la ressource biomasse. Un des enjeux forts de cette PPE est de hiérarchiser les usages de la biomasse, afin de limiter les impacts environnementaux tout en permettant de les substituer à des énergies fossiles, notamment pour le biogaz et les biocarburants.

#### Les enjeux environnementaux auxquels les projets qui seront montés en application de la PPE devront être vigilants

Les SRADDET et PCAET abordent les questions d'aménagement du territoire. Il est nécessaire que les projets qui découleront de la PPE, notamment en matière d'énergies renouvelables décentralisées soient conçus en fonction des enjeux de chaque territoire et s'intègrent dans des projets locaux.

Au-delà des enjeux d'aménagement, les projets peuvent avoir des enjeux sur la biodiversité terrestre ou marine ou générer des nuisances pour les riverains. La réglementation française comporte de nombreuses dispositions pour maîtriser et surveiller les pressions sur l'environnement que les projets

génèrent afin qu'elles respectent des seuils socialement acceptables du point de vue de leur impact. Il est impératif que ces réglementations continuent à être rigoureusement mises en œuvre.

## 0.3. Exposé des motifs ayant guidé la décision

### 0.3.1. Des objectifs ambitieux de maîtrise de la demande

La maîtrise de la demande en énergie permet d'éviter les émissions de GES liés à la production et à la consommation de l'énergie. La PPE 3 fixe comme objectif de tendre vers une réduction de 30 % de sa consommation d'énergie finale en 2030 par rapport à celle de 2012, ce qui se traduit concrètement par les objectifs de consommations suivants à horizon 2030 :

- Consommation d'énergie finale : 1 243 TWh (106,9 Mtep) ;
- Consommation d'énergie primaire : 1 844 TWh (158,6 Mtep)<sup>4</sup>.

Les trajectoires modélisées à ce stade reposent sur des mesures identifiées, secteur par secteur, sur la base d'une analyse de la progression potentielle compatible avec les efforts que peuvent réaliser les différents acteurs économiques. Ces mesures servent de base de réflexion pour la définition d'un scénario ambitieux, mais atteignable, au regard de la dynamique comportementale constatée, des possibilités de nos acteurs économiques de mettre en œuvre les actions, et des coûts. Elles conduisent à une consommation énergétique finale de la France en 2030 de 1 381 TWh, ce qui souligne la nécessité de consentir à un effort complémentaire pour sécuriser l'objectif visé par la France de 1 243 TWh.

### 0.3.2. La réduction des énergies fossiles

Une des principales sources d'émissions de GES est la combustion d'énergies fossiles. Comme dans la plupart des grands pays industrialisés, le mix énergétique de la France reste encore dominé par les énergies fossiles, avec en 2022 37 % de pétrole et 21 % de gaz naturel dans sa consommation d'énergie finale. Cela engendre, pour la France, une dépendance délétaire. A la fois pour le climat, en raison des conséquences en termes d'émissions de gaz à effet de serre, mais également en termes économiques, en mettant la France et les Français à la merci des aléas géopolitiques et de marché.

La loi (L. 100-4 du Code de l'énergie) fixe pour objectif de réduire de 30 % la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles entre 2012 et 2030. La PPE 3 vise un objectif plus ambitieux de -45 % de baisse des consommations primaire d'énergies fossiles entre 2012 et 2030.

Afin de réduire au plus vite les émissions du parc thermique fossile, il a été décidé de prioriser la fermeture des centrales en fonction de la quantité d'émissions. Ainsi, la PPE 3 l'arrêt de la production d'électricité à partir de charbon d'ici 2027 et au fioul d'ici 2030. Des actions complémentaires sont prévues pour encourager la sortie du charbon des particuliers ainsi que des entreprises en veillant à préserver leur compétitivité. La baisse de la consommation de charbon aura un impact positif significatif à la fois sur les émissions de gaz à effet de serre et sur la pollution de l'air.

L'objectif est ensuite de réduire l'utilisation du pétrole principalement utilisé dans les transports. Ceci passe notamment par la substitution des carburants décarbonés et de l'électricité au diesel et à l'essence. Les efforts de réduction sont donc définis de sorte à permettre la baisse la plus rapide de la quantité d'émissions de gaz à effet de serre.

---

<sup>4</sup> Selon les définitions de la consommation d'énergie primaire et finale de la DEE révisée

Enfin, la PPE 3 d'encourager la baisse de la consommation en gaz, qui est l'énergie fossile la moins carbonée mais reste responsable d'émissions de GES. Cela passe notamment par la baisse de la consommation de gaz naturel, et par le développement du biogaz.

La PPE 3 fixe ainsi des objectifs ambitieux de développement de l'ensemble des vecteurs énergétiques décarbonés. Les objectifs correspondent au potentiel maximum de développement de chaque filière en tenant compte de critères environnementaux, techniques, sociaux, et économiques.

### **0.3.3. La détermination des gisements disponibles en fonction de la contrainte environnementale et des réalités des filières**

Le potentiel de développement d'une filière correspond généralement au gisement exploitable. La détermination de ce gisement prend en compte la contrainte environnementale lorsque son exploitation est susceptible d'augmenter la pression sur les milieux. Les gisements sont donc déterminés de sorte à maîtriser les enjeux environnementaux liés au déploiement des filières (occupation des sols, biodiversité...). Le choix de diversifier les sources d'énergies permet de ne pas saturer un type de milieu.

Mise à part l'exploitation de la biomasse, l'enjeu quantitatif des ressources épuisables mobilisées par ces différentes filières n'a pas été un critère déterminant dans les choix opérés pour cette PPE car n'étant pas encore critique. Il fait toutefois l'objet d'une attention particulière, dans le contexte d'une augmentation croissante des besoins à l'échelle mondiale.

S'agissant plus particulièrement de la biomasse, un travail de hiérarchisation des usages est en cours, afin d'adapter l'utilisation de cette ressource au juste besoin.

### **0.3.4. Une appréciation en termes de coûts des technologies et de service rendu au réseau**

Des scénarios d'optimisation économique de la composition du mix énergétique ont été réalisés, notamment par RTE afin d'évaluer les marges d'optimisation, pour une capacité nucléaire donnée, des capacités des différentes filières de production d'énergie renouvelable, en tenant compte des flexibilités nécessaires à la sécurité d'approvisionnement.

Le mix que la France a choisi de développer, traduit dans la PPE 3, vise à limiter le coût de la transition énergétique et de protéger à long terme les utilisateurs nationaux des fluctuations possible des coûts des énergies, tout en veillant à limiter les impacts environnementaux. La décarbonation des mix énergétiques améliore globalement l'impact environnemental.

*Tableau 3 : Représentation synthétique des considérations environnementales, sociales, économiques et techniques ayant mené au choix des objectifs du mix électrique et de développement des filières de chaleur renouvelable et de récupération de la PPE*

*Note : Les coûts sont indiqués à horizon 2030 pour les filières électriques et à date pour les filières thermiques, dans une fourchette prenant en compte les différentes technologies existantes. Des baisses importantes sont attendues notamment sur l'éolien en mer, le PV et le solaire thermique. S'agissant de l'énergie nucléaire, le coût indiqué est celui estimé pour le parc nucléaire existant par la Cour des comptes pour la période 2011-2020 dans son rapport sur « L'analyse des coûts du système de production électrique en France ». S'agissant du programme de construction de 6 réacteurs de technologie EPR2 porté par EDF, Le rapport « Travaux relatifs au nouveau nucléaire – PPE 2019-2028 » publié par le gouvernement en février 2022 faisait état d'une estimation du coût du programme de nouveau nucléaire*

de 51,7 Mds€<sub>2020</sub>. L'estimation du coût du programme doit être affirmée à la suite de la revue de programme menée par la maîtrise d'ouvrage du programme de nouveau nucléaire. Le coût actualisé de l'énergie produite par trois paires d'EPR2, à devis et calendriers de construction respectés, dépend en tout état de cause principalement du coût moyen pondéré du capital investi pour leur construction, dont l'évaluation est en cours d'instruction.

|                                                     | Enjeux                 |                                                                                                                                        |                                           |                                         |                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     | Financier<br>(€/MWh)   | Environnemental et social                                                                                                              | Faisabilité                               | Intégration<br>au système<br>électrique | Gisement restant à<br>développer                                                                                                                      |
| Mix électrique                                      |                        |                                                                                                                                        |                                           |                                         |                                                                                                                                                       |
| Hydroélectricité                                    | 30-170                 | Pressions<br>hydromorphologiques sur<br>les écosystèmes aquatiques                                                                     | Technologie<br>mature                     | Énergie<br>pilotable                    | Non limitant à<br>moyen terme en<br>stockage par<br>pompage (mais<br>limité en site vierge<br>et par les impacts<br>liés au changement<br>climatique) |
| Éolien terrestre                                    | 42                     | Impact paysager et sur la<br>biodiversité, impacts liés à<br>l'extraction de ressources<br>minières                                    | Contrainte<br>d'acceptabilité             | Production<br>variable                  | Limité à moyen<br>terme (contraintes<br>militaires)                                                                                                   |
| Éolien en mer<br>posé                               | 65-75                  | Impacts sur les milieux<br>marins, impacts liés à<br>l'extraction de ressources<br>minières                                            | Contrainte<br>d'acceptabilité             | Production<br>variable                  | Non limitant                                                                                                                                          |
| Éolien en mer<br>flottant                           | 106-116                | Impacts sur les milieux<br>marins, impacts liés à<br>l'extraction de ressources<br>minières                                            | Contrainte<br>d'acceptabilité             | Production<br>variable                  | Non limitant                                                                                                                                          |
| Photovoltaïque<br>au sol                            | 75                     | Impact sur l'utilisation des<br>sols, impacts liés à<br>l'extraction de ressources<br>minières                                         | Bonne<br>acceptabilité                    | Production<br>variable                  | Limité à moyen<br>terme (article 54 loi<br>APER)                                                                                                      |
| Photovoltaïque<br>en grande toiture                 | 94                     | Impacts liés à l'extraction de<br>ressources minières                                                                                  | Bonne<br>acceptabilité                    | Production<br>variable                  | Non limitant à<br>moyen terme                                                                                                                         |
| Photovoltaïque<br>en résidentiel                    | 155                    | Impacts liés à l'extraction de<br>ressources minières                                                                                  | Bonne<br>acceptabilité                    | Production<br>variable                  | Non limitant à<br>moyen terme                                                                                                                         |
| Nucléaire<br>existant                               | 43-64                  | Encadrement strict des<br>impacts et risques<br>environnementaux par le<br>droit spécifique aux<br>installations nucléaires de<br>base | Technologie<br>mature                     | Énergie<br>pilotable                    | Non applicable                                                                                                                                        |
| Géothermie                                          | 170-340                | Impacts liés au forage                                                                                                                 | Recherche difficile<br>des gisements      | Énergie<br>pilotable                    | Limité                                                                                                                                                |
| Biomasse solide                                     |                        | Émissions de particules fines                                                                                                          | Contraintes de<br>faisabilité<br>moyennes | Énergie<br>pilotable                    | Limité à long terme                                                                                                                                   |
| Biocarburants                                       |                        | Appauvrissement des sols                                                                                                               | Contraintes de<br>faisabilité<br>moyennes | Énergie<br>pilotable                    | Limité à long terme                                                                                                                                   |
| Méthanisation                                       | 160-210                | Priorisation des usages                                                                                                                | Contrainte<br>d'acceptabilité             | Énergie<br>pilotable                    | Limité à long terme                                                                                                                                   |
| Filières de chaleur renouvelable et de récupération |                        |                                                                                                                                        |                                           |                                         |                                                                                                                                                       |
| Biomasse solide                                     | 89-187<br>(individuel) | Émissions de particules<br>fines, priorisation des usages                                                                              | Développement<br>limité en zone           | Non<br>applicable                       | Limité à long terme                                                                                                                                   |

|                                  |                                                                             |                                                                      |                                                                           |                   |                               |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------|
|                                  | 83-117<br>(collectif)<br>45-58<br>(industriel)                              | et qualité de la gestion<br>forestière                               | urbaine pour<br>limiter la pollution<br>de l'air                          |                   |                               |
| <b>Pompes à chaleur</b>          | 117-221<br>(individuel)                                                     | Faible impact<br>environnemental (lié au mix<br>électrique national) | Faisabilité forte<br>sauf en bâtiment<br>résidentiel collectif            | Non<br>applicable | Non limitant                  |
| <b>Géothermie de<br/>surface</b> | 77-139                                                                      | Faible impact<br>environnemental                                     | Bonne intégration<br>pour le résidentiel<br>et le tertiaire               | Non<br>applicable | Non limitant                  |
| <b>Géothermie<br/>profonde</b>   | NC                                                                          | Recherche difficile des<br>gisements                                 | Bonne intégration<br>dans les réseaux de<br>chaleur                       | Non<br>applicable | Non limitant à<br>moyen terme |
| <b>Solaire<br/>thermique</b>     | 125-188<br>(individuel)<br>135-200<br>(collectif)<br>57-106<br>(industriel) | Impacts liés à l'extraction de<br>ressources minières                | Concurrencé par<br>les PAC et le PV sur<br>les superficies de<br>toitures | Non<br>applicable | Non limitant à<br>moyen terme |
| <b>Biogaz</b>                    | 70-190                                                                      | Contraintes de priorisation<br>des usages                            | Forte demande<br>agricole                                                 | Non<br>applicable | Limité à long terme           |

## 0.4 Résumé des impacts de la PPE sur l'environnement

Les impacts de la PPE sont dans l'ensemble positifs. Cela s'explique par le fait que la PPE est un plan à vocation environnementale. Cependant, plusieurs impacts négatifs sont anticipés.

Le déploiement des énergies renouvelables, notamment électriques, du stockage d'électricité, de la mobilité électrique, de l'utilisation des nouvelles technologies dans la gestion des réseaux, devraient augmenter la **consommation de ressources minérales et de métaux rares**. Un point de vigilance devra être maintenu dans le temps sur ce sujet.

La hausse de l'**utilisation de la biomasse** forestière à des fins énergétiques doit s'intégrer dans une gestion rationnelle de la forêt conformément à la Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse, au Programme national forêt bois, et à une optimisation de l'utilisation des produits forestiers parmi les différents usages possibles. Il est aussi crucial que le développement de l'utilisation de la biomasse ne se fasse pas au détriment de la qualité de l'air, et qu'elle soit faite dans des appareils performants.

La décarbonation du mix énergétique français induira une occupation accrue d'espace sur notre territoire, en comparaison à une consommation aujourd'hui largement carbonée, issue de produits importés. Les incitations à l'implantation prioritaire des projets sur des espaces dégradés (friches...) doivent être maintenues et l'évolution globale de l'occupation des sols ne doit pas se faire au détriment de surfaces agricoles.

Tableau 4 : Résumé des impacts de la PPE sur l'environnement à partir des secteurs économiques

|           | Eau | Sols                              | Biomasse | Ressources | Déchets | Milieux naturels | Risques | Air | Bruit | Odeurs | Lumière | Santé | Paysages et patrimoine |
|-----------|-----|-----------------------------------|----------|------------|---------|------------------|---------|-----|-------|--------|---------|-------|------------------------|
| Transport | →   | →<br>Pollution<br>→<br>Artificiel | →        | →          | →       | →                | →       | →   | →     | →      | →       | →     | →                      |

|                            |   | alisati<br>on                                    |   |                                                  |     |                                                  |                                                  |                                              |   |   |   |   |   |
|----------------------------|---|--------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| Résidentiel<br>- tertiaire | → | →                                                | → | →                                                | →   | →                                                | →                                                | →<br>Valo<br>dèche<br>ts<br>ou<br>Nb.<br>PAC | → | → | → | → | → |
| Agriculture                | → | →                                                | → | →                                                | →   | →                                                | →                                                | →                                            | → | → | → | → | → |
| Forêt - bois<br>- biomasse | → | →                                                | → | →                                                | →   | →                                                | →                                                | →                                            | → | → | → | → | → |
| Industrie                  | → | →                                                | → | →                                                | →   | →                                                | →                                                | →<br>ou<br>Baisse<br>fossile                 | → | → | → | → | → |
| Déchets                    | → | →                                                | → | →                                                | N/A | →                                                | →                                                | →                                            | → | → | → | → | → |
| Production<br>d'énergie*   | → | →<br>Baisse<br>fossile<br>EnR +<br>nucléa<br>ire | → | →<br>Baisse<br>fossile<br>EnR +<br>nucléa<br>ire | →   | →<br>Baisse<br>fossile<br>EnR +<br>nucléa<br>ire | →<br>Baisse<br>fossile<br>EnR +<br>nucléa<br>ire | →<br>ou<br>Baisse<br>fossile                 | → | → | → | → | → |

\*Explications sur la production d'énergie :

- Sur les sols, la transformation des infrastructures fossiles réduit l'utilisation des sols et la pollution métaux/métalloïdes (effets hors horizon PPE), mais l'artificialisation augmente en raison du développement des énergies bas-carbone ;
- Sur les **ressources du sous-sol**, la baisse des consommations fossiles est directe, mais induit une hausse de la consommation de ressources minérales non énergétiques (réseau électrique et renouvelables) et d'uranium et zirconium (nucléaire) ;
- Sur les **milieux naturels**, le remplacement du parc thermique par des renouvelables et du nucléaire diminue les émissions de GES et la pollution, mais augmente la mortalité et perturbe les comportements biologiques (éolien et PV) ainsi que la compétition pour les usages de l'eau (hydroélectricité et nucléaire) et les pollutions chimiques, sonores et électromagnétiques (éolien en mer) ;
- Sur les **risques**, la réduction de l'usage du gaz diminue le risque technologique, à l'inverse de la hausse du nucléaire bien que le risque reste faible ;
- Sur la **qualité de l'air**, le remplacement des fossiles par des mesures de sobriété, par l'électrification des usages ou par de la biomasse n'a pas le même impact.





## 0.5. Suivi des enjeux environnementaux de la PPE

Les indicateurs de suivi de l'évolution des pressions sur les milieux doivent permettre de suivre l'impact de la PPE sur l'environnement dans le temps. L'objectif est d'identifier des indicateurs utilisant des données existantes et facilement exploitables afin de permettre un suivi régulier et pertinent. Un nombre restreint d'indicateurs représentatifs des évolutions a été préféré à un nombre trop important, difficiles à réunir et tout aussi difficiles à interpréter et à suivre dans le temps. Bien que n'étant pas exhaustifs, l'intérêt de ces indicateurs sera d'alerter sur les tendances d'évolution, afin de pouvoir réagir en cas d'augmentation de la pression sur les milieux.

Compte-tenu des conclusions de la présente évaluation environnementale, il apparaît que les principaux enjeux environnementaux de la politique énergétique française sont la lutte contre le changement climatique et l'érosion de la biodiversité, et la gestion des ressources essentielles, dont en particulier la maîtrise de l'utilisation de la biomasse, de la ressource en eau et des ressources minérales.

Des mesures techniques pour éviter, réduire et compenser les orientations de la PPE, dites mesures « ERC », ont été incluses dans cette évaluation. Elles devront être prises en compte, notamment au niveau des projets, pour s'assurer de la réduction de l'impact sur l'environnement de la PPE à un seuil incompressible.

Afin de suivre de manière rapprochée l'évolution de ces incidences de premier ordre et la prise en compte des mesures ERC, des indicateurs ont été retenus pour être intégrés directement dans la PPE. Ils seront mis à jour et accessibles au grand public sur une base annuelle :

- **Émissions de GES de l'industrie de l'énergie** (MtCO<sub>2</sub>e et part du total national hors UTCATF). Issu du rapport annuel 2024 Secten du Citepa, les émissions de ce secteur s'élèvent à 35,4 MtCO<sub>2</sub>e en 2023 (données provisoires) soit 9 % du total national. La PPE 3 a pour objectif de sécuriser une baisse de la valeur absolue grâce au remplacement des combustibles fossiles par les énergies bas-carbone et par les mesures de maîtrise de la demande ;
- **Récolte totale de bois-énergie** (m<sup>3</sup> et part du total national). Issu du rapport annuel Récolte de bois et production de sciages de l'Agreste, il vaut 8,9 m<sup>3</sup> en 2021 soit 22 % du total national. La PPE 3 a pour objectif de sécuriser une baisse de la valeur absolue et de la part dans le total, en limitant l'usage du bois pour cet usage dans la logique d'une utilisation de la biomasse en cascade ;
- **Prélèvement d'eau douce pour le refroidissement des centrales électriques** (Gm<sup>3</sup> et part du total national). Issu du Bulletin annuel de la Banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau, il vaut 19,5 Gm<sup>3</sup> en 2020 soit 55 % du total national. La PPE 3 vise à contrôler la hausse de cet indicateur ;
- **Émissions de NO<sub>x</sub> de l'industrie de l'énergie** (kt et part du total national). Issu du rapport annuel 2024 Secten du Citepa, les émissions de Nox de ce secteur s'élèvent à 27 kt en 2023 soit 4 % du total national. La PPE 3 a pour objectif de poursuivre la baisse de cet indicateur.

# 1. Présentation générale de la programmation pluriannuelle de l'énergie et de l'évaluation environnementale stratégique

## 1.1. Objectifs et contenu de la programmation pluriannuelle de l'énergie et de la stratégie pour le développement de la mobilité propre

### 1.1.1. Le cadre fixé par la programmation pluriannuelle de l'énergie

La loi fixe les objectifs de la politique de l'énergie. Elle définit un cadre qui permettra à la France de remplir ses engagements européens et internationaux.

Dans ce cadre, la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) prend la forme d'un décret<sup>5</sup> qui définit les priorités de l'Etat pour l'évolution du système énergétique en métropole continentale sur les périodes successives 2025-2030 puis 2031-2035. Elle opère à ce titre la conciliation entre les différents enjeux de la politique énergétique et établit les priorités d'actions des pouvoirs publics afin de remplir les objectifs liés au climat, à la sécurité d'approvisionnement et à la compétitivité économique de la France.

Les objectifs qui seront fixés par la PPE objet de la présente évaluation environnementale sont :

- Contribuer à l'objectif de baisse des émissions brutes de gaz à effet de serre de -50 % en 2030 par rapport à 1990 et à l'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050 ;
- Assurer la sécurité d'approvisionnement. Cet impératif renvoie à la nécessité de garantir pour un consommateur français, qu'il soit un particulier ou une entreprise, de disposer de l'énergie dont il a besoin au moment où il en a besoin : électricité, approvisionnement des stations-service en carburants, livraisons de gaz, etc. ;
- Améliorer l'efficacité énergétique et baisser la consommation d'énergie primaire<sup>6</sup>, en particulier fossile<sup>7</sup> :
  - Tendre vers une réduction de 30 % de la consommation énergétique finale entre 2012 et 2030 et de -50 % entre 2012 et 2050 ;
  - Réduire de 45 % la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles entre 2012 et 2030 ;
- Soutenir le déploiement de l'ensemble des énergies décarbonées, qu'elles soient d'origine renouvelable ou nucléaire (photovoltaïque, éolien terrestre, éolien en mer, hydroélectricité, chaleur et froid renouvelable et de récupération, biogaz, biocarburants, hydrogène, réacteurs nucléaires existants, nouveaux réacteurs) en fixant des objectifs spécifiques pour chaque filière ;
- Développer de façon équilibrée les réseaux, le stockage et le pilotage de la demande d'énergie ;
- Préserver le pouvoir d'achat des consommateurs et la compétitivité des prix des entreprises ;
- Évaluer les besoins de compétences professionnelles dans le domaine de l'énergie.

---

<sup>5</sup> Article L. 141-1 du Code de l'énergie

<sup>6</sup> L'énergie primaire est l'énergie « potentielle » contenue dans les ressources naturelles avant toute transformation. On la distingue de l'énergie finale qui est l'énergie effectivement consommée et facturée aux usagers après prise en compte des pertes lors de la transformation du combustible, de la production et du transport

<sup>7</sup> Au sens de la consommation d'énergie finale définie par la directive relative à l'efficacité énergétique (DEE, 2023/1791/UE)

Les objectifs de la PPE 3 sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau 5 : Synthèse des objectifs de la PPE 3

|                                                  | <br>2022 | <br>2030                                      | <br>2035 |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| SORTIE DES FOSSILES                              | 60 % d'énergie finale fossile consommée                                                   | 42 % d'énergie finale fossile consommée                                                                                        | 29 % d'énergie finale fossile consommée                                                     |
| PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ DÉCARBONÉE              | 390 TWh                                                                                   | Au moins 560 TWh                                                                                                               | Au moins 640 TWh                                                                            |
| RELANCE DU NUCLÉAIRE                             | 56 réacteurs<br>279 TWh                                                                   | 57 réacteurs en service<br>360 TWh<br>(400 TWh ambition managériale)                                                           |                                                                                             |
| PHOTOVOLTAÏQUE                                   | 16 GW<br>19 TWh                                                                           | 54-60 GW<br>65 TWh                                                                                                             | 75-100 GW<br>93 TWh                                                                         |
| EOLIEN TERRESTRE                                 | 21 GW<br>39 TWh                                                                           | 33-35 GW<br>64 TWh                                                                                                             | 40-45 GW<br>80 TWh                                                                          |
| EOLIEN EN MER                                    | 0,5 GW<br>1 TWh                                                                           | 4 GW<br>14 TWh                                                                                                                 | 18 GW<br>70 TWh                                                                             |
| HYDRO-ÉLECTRICITÉ                                | 26 GW<br>43 TWh                                                                           | 26 GW<br>54 TWh                                                                                                                | 29 GW<br>54 TWh                                                                             |
| CHALEUR ET FROID RENOUVELABLE ET DE RÉCUPÉRATION | 172 TWh chaleur<br>1 TWh froid livré par les réseaux                                      | 297-312 TWh chaleur<br>2 TWh froid livré par les réseaux                                                                       | 330-419 TWh<br>2,5-3 TWh froid livré par les réseaux                                        |
| BIOGAZ                                           | 17,7 TWh<br>dont 7 TWh injecté dans les réseaux de gaz naturel                            | 50 TWh<br>dont 44 TWh injecté dans les réseaux de gaz naturel<br>(soit environ 15 % de biogaz injecté dans les réseaux de gaz) | 50-85 TWh                                                                                   |
| HYDROGÈNE                                        | 0 GW                                                                                      | Jusqu'à 4,5 GW<br>(9-19 TWh <sub>pci</sub> )                                                                                   | Jusqu'à 8 GW<br>(16-40 TWh <sub>pci</sub> )                                                 |

|                                               |                      |           |                      |
|-----------------------------------------------|----------------------|-----------|----------------------|
| RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE | 1 556 TWh<br>EN 2022 | 1 243 TWh | Environ<br>1 100 TWh |
|-----------------------------------------------|----------------------|-----------|----------------------|

### 1.1.2. Le cadre de la stratégie pour le développement de la mobilité propre fixé par la loi

Le Titre III de la LTECV « Développer les transports propres pour améliorer la qualité de l'air et protéger la santé » introduit un certain nombre d'orientations et d'objectifs relatifs à la mobilité, dans le but de limiter les consommations énergétiques du secteur des transports. L'article 40 de la loi dispose : « L'État définit une stratégie pour le développement de la mobilité propre » (SDMP). L'article précise par ailleurs que la SDMP est annexée à la PPE, et qu'elle concerne le développement des véhicules à faibles émissions, l'amélioration de l'efficacité énergétique du parc de véhicules, les reports modaux, le développement des modes de transports collaboratifs, et l'augmentation du taux de remplissage des véhicules.

La SDMP doit notamment<sup>8</sup> :

- Comporter une évaluation de l'offre existante de mobilité propre ;
- Fixer des objectifs de développement des véhicules et de déploiement des infrastructures, de l'intermodalité et des taux de remplissage des véhicules de transport de marchandises ;
- Définir les territoires et les réseaux routiers prioritaires pour le développement de la mobilité propre.

Les actions énumérées dans la SDMP devront permettre d'améliorer l'efficacité énergétique du secteur des transports, tout en développant le recours aux énergies renouvelables, afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques liées aux transports.

## 1.2. L'articulation de la PPE avec d'autres plans et programmes

L'article L. 141-1 du Code de l'énergie mettant en place la PPE prévoit que celle-ci doit être compatible avec la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) et les budgets carbone. Ce lien juridique implique que la PPE ne peut prendre de mesures directement contraires aux orientations de la SNBC, et plus largement qu'elle doit permettre de renforcer son action.

Outre ce lien juridique, la PPE s'inscrit dans un cadre de politiques publiques existant qu'elle vient renforcer. Les champs d'action de ces différents plans et programmes ont des interfaces avec celui de la PPE. Bien que n'étant pas tenus par un lien juridique, il est utile de vérifier la cohérence de la PPE avec les différents exercices de planification, afin de garantir l'efficacité de l'action publique :

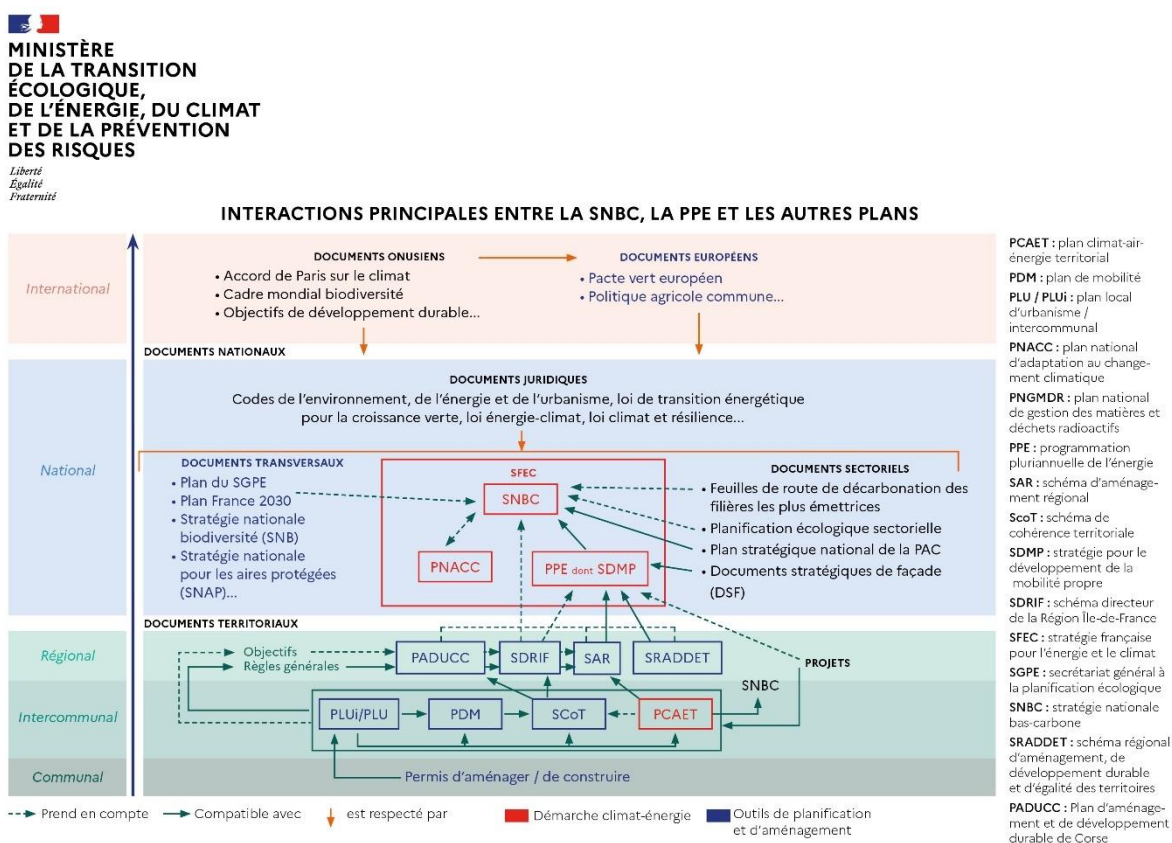
- Certains documents stratégiques nationaux doivent être pris en compte dans le cadre de l'élaboration de la PPE en ce qu'ils définissent des objectifs pour la politique de l'énergie, ou parce qu'ils renseignent des informations qui lui sont nécessaires. Ces mêmes documents peuvent être amenés à être révisés suite à l'adoption de la PPE et ainsi figurer également dans la 3<sup>e</sup> catégorie ;

<sup>8</sup> Article 40 LTECV

- Certains documents d'aménagement doivent être pris en compte au stade de l'élaboration des projets qui vont découler de la PPE en ce qu'ils comportent des recommandations concernant le zonage ou les techniques utilisées. La PPE n'élaborant pas de projets de manière directe, elle ne peut tenir compte de ces documents d'aménagement du territoire. Toutefois, pour la première fois, les objectifs de la PPE 3 seront régionalisés, afin de garantir une cohérence entre les planifications nationale et territoriales. L'EES rappelle ces enjeux ;
- Certains documents sectoriels se basent sur les objectifs de la PPE pour développer une politique qui est en lien avec le secteur de l'énergie. Cette articulation explique que la PPE ne développe pas certains aspects qui sont abordés plus précisément dans d'autres documents. Parfois le lien se fait également dans l'autre sens lorsque la PPE s'appuie sur les informations qui lui sont communiquées par ces plans sectoriels.

Les interactions entre la SNBC, la PPE et les autres plans et programmes sont variées. Sur le schéma simplifié ci-dessous, on retrouve les principales interactions entre la SNBC, la PPE et les autres plans et programmes. Le détail de toutes les interactions est présenté dans l'Annexe 1.

Figure 2 : Schéma simplifié des interactions entre la SNBC, la PPE et les autres plans (DGEC)



### 1.2.1. Les plans et programmes nationaux dont la PPE tient compte

La PPE n'est tenue juridiquement que par son lien de compatibilité avec la SNBC. Les liens qui sont faits dans le cadre de cette évaluation participent à la mise en cohérence de la PPE avec le cadre de politiques publiques dans lequel elle s'insère.

## Stratégie nationale bas-carbone (SNBC)

Créée par la LTECV<sup>9</sup>, la SNBC est document stratégique qui définit la feuille de route de long terme (2050 voire au-delà) de la France en matière de lutte contre le changement climatique.

Cette feuille de route comprend :

- **Un objectif de long terme** : atteindre la neutralité carbone en 2050 (la neutralité carbone correspond à un équilibre entre les émissions et les absorptions de gaz à effet de serre, par exemple par nos forêts) et réduire l'empreinte carbone des Français ;
- **Une trajectoire cible pour y parvenir** : la stratégie énergie-climat établit un chemin crédible de transition vers l'objectif de long terme, fondé sur un ensemble de mesures et d'hypothèses. Pour y parvenir, la méthode de la planification écologique est itérative, et consiste à réajuster au fil de l'eau les trajectoires et les leviers d'action jusqu'à atteindre l'objectif, et à identifier des mesures additionnelles pour compenser les zones de risque identifiées grâce aux modélisations et aux nouvelles analyses et connaissances ;
- **Des budgets carbone – adoptés par décret** : il s'agit de plafonds d'émissions de gaz à effet de serre à ne pas dépasser exprimés en moyenne annuelle par période de 5 ans en millions de tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> (MtCO<sub>2</sub>e), déclinés par secteurs d'activité et par gaz à effet de serre ;
- **Des orientations de politiques publiques** pour atteindre ces objectifs (orientations sectorielles, de gouvernance et transversale) **et des indicateurs de suivi**.

**La SNBC en vigueur est la SNBC 2<sup>10</sup>, adoptée par décret en avril 2020.** Elle vise à réduire d'au moins 40 % les émissions brutes (hors secteur des terres et forêts) de gaz à effet de serre de la France en 2030 par rapport à 1990, et à atteindre la neutralité carbone en 2050. **La loi prévoit la révision de la SNBC tous les cinq ans**, ce qui permet de prendre en compte les incertitudes inhérentes à cette planification en intégrant au fur et à mesure les résultats et évolutions observés.

Le secteur de l'énergie représente en France en 2022 73 %<sup>11</sup> des émissions de gaz à effet de serre. Pour cette raison, le législateur a prévu que la PPE soit juridiquement compatible avec la SNBC<sup>12</sup>, ce qui signifie qu'elle ne peut pas prendre d'orientations contraires à celle-ci et respecte les budgets carbone. Dans cette perspective, l'État construit un scénario de prospective climatique énergétique commun à la PPE et à la SNBC. Les mesures portées par la PPE sont opérationnelles à 10 ans. Le scénario de référence porte sur tout l'horizon temporel de la SNBC (jusqu'en 2050).

Les deux politiques œuvrent donc à maîtriser la demande et décarboner la production d'énergie. La PPE précise les mesures opérationnelles permettant d'atteindre ces objectifs :

- Réduire les consommations d'énergie notamment en améliorant l'efficacité énergétique ;
- Baisser les consommations d'énergie fossile ;
- Développer les énergies renouvelables et éviter les investissements dans de nouveaux moyens thermiques dont le développement serait contradictoire avec les objectifs de réduction des émissions de GES à moyen terme ;
- Améliorer la flexibilité du système afin d'augmenter la part des énergies renouvelables.

---

9 Article 173 LTECV

10 [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2020-03-25\\_MTES\\_SNBC2.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2020-03-25_MTES_SNBC2.pdf)

11 Citepa (2024). Rapport Secten. [https://ressources.citepa.org/Comm\\_Divers/Secten/Citepa\\_Secten%202024.pdf](https://ressources.citepa.org/Comm_Divers/Secten/Citepa_Secten%202024.pdf) - Format CCNUCC

12 Article L. 141-1 énergie : La PPE « est compatible avec les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre fixés dans le budget carbone mentionné à l'article L. 222-1 A du Code de l'environnement, ainsi qu'avec la stratégie bas-carbone mentionnée à l'article L. 222-1 B du même code »

Au sein du secteur de l'énergie, le secteur des transports représente en 2022 46 % des émissions de GES<sup>13</sup>. La Stratégie de développement de la mobilité propre (SDMP), réalisée en lien avec la PPE respecte également les budgets carbone fixés par la SNBC. De manière générale, la SDMP reprend et précise les leviers identifiés par la SNBC pour réduire l'impact climatique du secteur des transports.

### Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse (SNMB)

Le volet de la PPE dédié à la production d'énergie renouvelable au moyen de la biomasse est associé en particulier à la Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse (SNMB) créée par la LTECV en 2015<sup>14</sup>.

La SNMB a pour objectif de présenter l'adéquation entre l'offre et la demande de biomasse afin d'assurer la durabilité du stock disponible. Adoptée en mars 2018, elle prévoit la répartition de la biomasse selon les différents usages (énergie, construction, agriculture). La PPE tient compte de la quantité maximale de biomasse disponible renseignée par la SNMB. En retour, la SNMB doit s'adapter à la demande en biomasse définie dans la PPE lors de sa révision, un an maximum après celle de la PPE (article D211-1 et D211-2 du Code de l'énergie).

Cette stratégie est soumise à évaluation environnementale (article R. 122-17 8°bis).

### Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC)

Le climat sur le territoire national a déjà changé et continuera de changer au cours des prochaines décennies. Le plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) vise à anticiper et limiter les effets du changement climatique sur la population, l'économie et les milieux naturels. Le PNACC-2 a été adopté fin 2018. A date, le PNACC-3 est en cours d'élaboration.

Le PNACC aborde les défis que le changement climatique devrait soulever pour les infrastructures énergétiques ou de transport et les modalités de réponse nécessaires. Il n'existe pas de lien juridique entre les deux documents ; cependant, la capacité à se projeter dans l'avenir de la PPE est liée à la prise en compte des modifications climatiques prévisibles qui servent de base au PNACC. Ces modifications risquent en effet d'avoir un impact significatif sur les infrastructures de production, de transport et de distribution d'énergie ainsi que sur la consommation d'énergie. Les infrastructures de transport seront également impactées.

### Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PRÉPA)

Le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PRÉPA) fixe les actions à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs nationaux de réduction des émissions de polluants atmosphériques anthropiques (hors certaines émissions liées à l'élevage de ruminants). La France a publié en 2022, un PREPA pour la période 2022-2025.

La PPE, en organisant la réduction de la part des énergies fossiles dans le mix énergétique et en favorisant le développement des énergies renouvelables, participe à la réduction des émissions de polluants atmosphériques<sup>15</sup>. Une vigilance particulière doit être apportée au développement de la biomasse du point de vue des émissions atmosphériques.

La PPE, en organisant la réduction de la part des énergies fossiles dans le mix énergétique et en favorisant le développement des énergies renouvelables, participe à la réduction des émissions de

---

13 Citepa (2024). Rapport Secten. [https://ressources.citepa.org/Comm\\_Divers/Secten/Citepa\\_Secten%202024.pdf](https://ressources.citepa.org/Comm_Divers/Secten/Citepa_Secten%202024.pdf) - Format CCNUCC

14 Article 175 LTECV

15 Article L. 100-4 6 : « la politique énergétique nationale a pour objectifs de contribuer à l'atteinte des objectifs de réduction de la pollution atmosphérique prévus par le PRÉPA »



polluants atmosphériques. Une vigilance particulière doit toutefois être apportée au développement de la biomasse du point de vue des émissions atmosphériques.

Le volet SDMP de la PPE participe à la réalisation des mesures de réduction d'émissions du PREPA, en prévoyant d'encourager les mobilités actives et les transports partagés ainsi que l'utilisation de véhicules moins polluants.

### **1.2.2. Les plans et programmes dont les projets pris en application de la PPE tiennent compte**

Ces plans localisés prévoient généralement des zonages qui sont pris en compte dans la localisation des projets d'infrastructure.

#### **Documents stratégiques de façade (DSF)**

Les documents stratégiques de façade assurent la mise en œuvre de deux directives européennes transposées conjointement dans le Code de l'environnement :

- La directive cadre pour la planification de l'espace maritime ;
- La directive-cadre « stratégie pour le milieu marin », qui fixe comme objectif d'atteindre le bon état écologique du milieu marin.

La déclinaison française de ces deux textes au sein d'un document de planification unique est de nature à faciliter la mise en œuvre d'une planification maritime intégrée.

#### **Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET)**

Les SRADDET sont prévus par la loi du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République (NOTRe). Ces schémas ont pour objet d'aménager le territoire régional en cohérence avec les grands objectifs politiques nationaux y compris ceux de la PPE. Ils déterminent les objectifs voire les emplacements des projets d'énergie renouvelable.

### **1.2.3. Les plans et programmes prenant en compte la PPE**

#### **Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse (SNMB)**

Comme précisé ci-dessus, la SNMB prend en compte la demande en bois-énergie présente dans la PPE dans ses objectifs de mobilisation de la biomasse.

#### **Programme national de la forêt et du bois (PNFB)**

Le PNFB est mis en place par les lois du 13 octobre 2014 pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt et est soumis à évaluation environnementale (Art R. 122-17 25° et 26° pour ses déclinaisons régionales). Adopté en 2017, il doit être révisé d'ici 2026.

Le PNFB a pour vocation d'encadrer l'exploitation forestière en France afin d'assurer une gestion durable de la ressource. Il évalue tous les impacts en termes de biodiversité qu'implique l'exploitation du stock de la ressource bois-énergie et prévoit les mesures permettant d'en réduire l'effet. Bien que n'entretenant pas de lien juridique avec la PPE, il anticipe dans ses annexes (Annexe 4 ter) l'augmentation de la mobilisation de la ressource en lien avec les orientations de la politique énergétique.

### Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR)

Institué par la loi du 28 juin 2006, le PNGMDR traite de la gestion des matières et des déchets radioactifs. Il fixe des prescriptions concernant l'amélioration des solutions existantes et le développement de nouveaux modes de gestion. Mis à jour tous les cinq ans, il constitue un outil privilégié pour assurer une gestion durable des matières et des déchets radioactifs.

Il vise principalement à dresser un bilan régulier de la politique de gestion de ces substances radioactives, à évaluer les besoins nouveaux et à déterminer les objectifs à atteindre à l'avenir, notamment en termes d'études et de recherches. Ainsi, le PNGMDR doit prendre en compte les orientations de la PPE concernant l'évolution de la part du nucléaire dans le mix électrique national pour évaluer les besoins de la filière en matière de capacité de gestion et de traitement des déchets radioactifs.

Ce plan est soumis à évaluation environnementale (Art R. 122-17 21°). La dernière révision de ce plan couvre la période 2022-2026.

### Stratégie nationale de recherche énergétique (SNRE)

La LTECV prévoit (article 183, II) l'élaboration d'une stratégie nationale de la recherche énergétique (SNRE). Elle doit prendre en compte la SNBC et la PPE. Cette stratégie, qui précise le volet énergie de la stratégie nationale de recherche (SNR), vise à identifier les enjeux de R&D et les verrous scientifiques à lever à différents horizons temporels et tout au long de la chaîne d'innovation dans le domaine de l'énergie pour permettre la bonne réalisation des objectifs de la loi, tout en s'inscrivant dans une perspective internationale plus large.

### Schéma décennal de développement du réseau de transport d'électricité (SDDR)

Le SDDR répertorie les projets de développement du réseau que RTE propose de réaliser et de mettre en service dans les trois ans, et présente les principales infrastructures de transport d'électricité à envisager dans les dix ans à venir ; au-delà, il esquisse les possibles besoins d'adaptation du réseau selon différents scénarios de transition énergétique. Ainsi, le SDDR doit mettre en place la programmation des infrastructures nécessaire pour atteindre les orientations de la PPE.

Parallèlement au développement des énergies renouvelables dans la PPE, le schéma décennal prévoit une adaptation du réseau de transport de sorte à pouvoir accueillir ces nouvelles installations :

- Des zones d'accueil sont développées afin de faciliter le raccordement des futurs parcs éoliens ou photovoltaïques ;
- Les interconnexions sont renforcées au niveau local et international afin de mutualiser le risque d'aléa de production lié à la météorologie ;
- Les réseaux sont adaptés de sorte à permettre les pratiques d'autoproduction et autoconsommation.

Dans la perspective du développement d'une production d'énergie plus décentralisée, le réseau sera adapté à la diminution du besoin en capacité des infrastructures desservant les grandes centrales de production. Le SDDR prend ainsi en compte l'objectif de la PPE de diminuer la production d'énergie d'origine fossile.

Ce plan est soumis à une évaluation environnementale (art R. 122-17 §1 2°). La dernière édition du SDDR de RTE date de 2019.

## 1.2.4. La territorialisation de la PPE

D'après l'article L. 141-5-1 du Code de l'énergie prévu par l'article 83 de la loi « Climat & Résilience » de 2021, des objectifs régionaux de développement des énergies renouvelables seront établis par décret pour le territoire métropolitain continental à partir de la publication de la prochaine PPE qui fait l'objet de la présente évaluation, après concertation avec les conseils régionaux concernés, pour contribuer aux objectifs mentionnés à l'article L. 100-4, dans la loi mentionnée au I de l'article L. 100-1 A ainsi que dans la programmation pluriannuelle de l'énergie mentionnée à l'article L. 141-3. Ces objectifs devront prendre en compte les potentiels énergétiques, renouvelables et de récupération, régionaux mobilisables.

En vue de définir ces objectifs de développement des énergies renouvelables régionalisés de la PPE 3, le ministre chargé de l'énergie demandera au comité régional de l'énergie de chaque région située sur le territoire métropolitain continental d'élaborer une proposition d'objectifs régionaux de développement des énergies renouvelables de la région. A l'expiration d'un délai de deux mois à compter de la demande, la proposition du comité régional est réputée élaborée.

Dans un délai de six mois à compter de la publication du décret sur les objectifs régionalisés de la PPE, la région engagera la procédure de modification du schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires ou, en Île-de-France, la procédure de révision du schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie, pour rendre le schéma compatible avec les objectifs régionaux prévus par ce décret.

Une méthode et des indicateurs communs permettant de suivre, de façon partagée entre les régions et l'Etat ainsi qu'entre les collectivités territoriales d'une même région, le déploiement et la mise en œuvre des objectifs régionaux de développement des énergies renouvelables seront définis selon des modalités fixées par décret.

L'article 15 de la loi relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables demande aux communes d'identifier, sur leurs territoires, des zones d'accélération pour la production d'énergies renouvelables, qui seront remontées au niveau régional et examinées par les comités régionaux de l'énergie. Ces zones doivent permettre d'atteindre les objectifs de la programmation pluriannuelle de l'énergie. La comparaison du potentiel offert par ces zones et de l'objectif s'effectuera au niveau régional. Les Comités régionaux de l'énergie doivent rendre un avis sur la suffisance des zones d'accélération par rapport aux objectifs régionalisés de la PPE. De premiers avis sur la suffisance des zones d'accélération ont déjà été rendus sur les premiers exercices de remontées des zones par les communes en comparaison à d'autres objectifs régionalisés notamment les objectifs SRADDET en attendant la publication de la PPE 3 et du décret sur les objectifs régionalisés de la PPE 3 en 2025.

## 1.3. La méthode de l'évaluation environnementale

### 1.3.1. La démarche de l'évaluation environnementale stratégique

#### Un processus itératif permettant de prendre en compte le facteur environnement

La PPE fait partie des plans et programmes qui doivent faire l'objet d'une évaluation environnementale, comme mentionné à l'article R. 122-17 du Code de l'environnement. C'est un processus visant à intégrer l'environnement dans son élaboration, et ce dès les phases amont de réflexions. Elle sert à éclairer sur les suites à donner au regard des enjeux environnementaux et ceux relatifs à la santé humaine lors de sa mise en œuvre, ainsi qu'à informer et garantir la participation du public.

Dans le cadre de cet exercice, les composantes de l'environnement à analyser sont (article L. 122-1 du Code de l'environnement) :

- La population et la santé humaine ;
- La biodiversité et notamment les espèces protégées ;
- Les milieux : terres, sol, eau, air et le climat ;
- Les biens matériels, le patrimoine culturel et le paysage ;
- L'interaction entre tous ces facteurs cités.

La démarche d'évaluation environnementale, outil d'aide à la décision et à l'intégration de l'environnement, a été engagée dès le démarrage de l'élaboration de la PPE 3. Il s'agit d'un processus progressif et itératif d'intégration des enjeux environnementaux qui permet d'aboutir au plan le moins dommageable pour l'environnement. Un des objectifs visés est l'information du public, permettant de faciliter l'implication des citoyens dans la politique concernée ainsi que l'acceptabilité des projets qui en découlent.

L'EES est réalisée sous la responsabilité de l'Autorité en charge de l'élaboration de la PPE, la Direction Générale de l'Energie et du Climat (DGEC) avec l'appui de la Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer (DGITM) pour la partie relative à la SDMP, annexée à la PPE. Elle doit s'entendre essentiellement comme une approche préventive, non normative en elle-même, permettant de mieux apprécier les conséquences de la politique de l'énergie sur l'environnement.

L'étude d'impact, fruit de l'évaluation, est rendue publique et est soumise à l'avis de l'Autorité environnementale, qui formule un avis sur la qualité de l'évaluation environnementale. Cet avis porte à la fois sur la qualité de l'évaluation environnementale, son caractère complet, son adéquation aux enjeux du plan et programme, et sur la manière dont l'environnement est pris en compte dans le programme.

### Les critères d'analyse de l'EES

L'évaluation environnementale requiert l'identification et l'évaluation des incidences notables sur l'environnement de la PPE, dès son élaboration pour orienter les arbitrages qui seront pris. Tous les enjeux environnementaux sont à prendre en considération.

Les différentes parties de l'environnement ont été réparties en onze thématiques d'évaluation en fonction des spécificités de la PPE et des dispositions de l'article R. 122-20 du Code de l'environnement définissant l'exercice d'évaluation environnementale :

- Climat et énergie :
  - Climat ;
  - Énergie ;
- Milieux physiques :
  - Ressources en eau et milieux aquatiques ;
  - Sols ;
  - Ressources des sous-sols ;
- Milieux naturels :
  - Biodiversité et habitats naturels ;
  - Aires protégées dont Réseau Natura 2000 ;
- Milieux humains :

- Risques naturels et technologiques ;
- Pollutions atmosphérique, lumineuse, sonore et olfactive ;
- Santé humaine et population ;
- Patrimoine architectural, culturel et archéologique.

Ces thématiques environnementales ont été utilisées pour évaluer les items de la PPE suivants :

- Amélioration de l'efficacité énergétique et baisse des consommations d'énergie fossile ;
- Offre d'énergie / Développement de l'exploitation des énergies renouvelables et de récupération ;
- Sécurité d'approvisionnement, développement des réseaux, du stockage, des flexibilités et de la production locale.

Pour chacune des thématiques retenues, l'état initial de l'environnement a permis d'identifier les principaux enjeux et de mettre en avant les tendances d'évolution. Les incidences notables probables de la mise en œuvre de la PPE sur chaque thématique ont ainsi pu être évaluées au regard d'un scénario tendanciel.

L'évaluation conduit, lorsque des incidences potentiellement négatives sont identifiées, à modifier les options retenues ou prendre des mesures permettant d'éviter, de réduire et, en dernier ressort, de compenser ces incidences négatives. Un suivi de la PPE et de ces mesures est effectué pour assurer effectivement la meilleure protection possible de l'environnement par la limitation, voire la suppression des atteintes directes ou indirectes susceptibles d'être générées par la programmation.

### 1.3.2. Le périmètre de l'EES de la PPE par rapport à l'EES de la SNBC

La PPE et la SNBC sont élaborées conjointement au sein de la Direction générale de l'énergie et du climat. La SNBC donne des orientations pour mettre en œuvre la transition vers une économie bas-carbone dans tous les secteurs d'activités (secteur de l'énergie compris), tandis que la PPE permet de décrire précisément les orientations de la politique énergétique et notamment de traduire nos ambitions en matière de réduction de nos consommations et de développement des moyens de production énergétique décarbonée, dans une visée opérationnelle pour l'action de l'État.

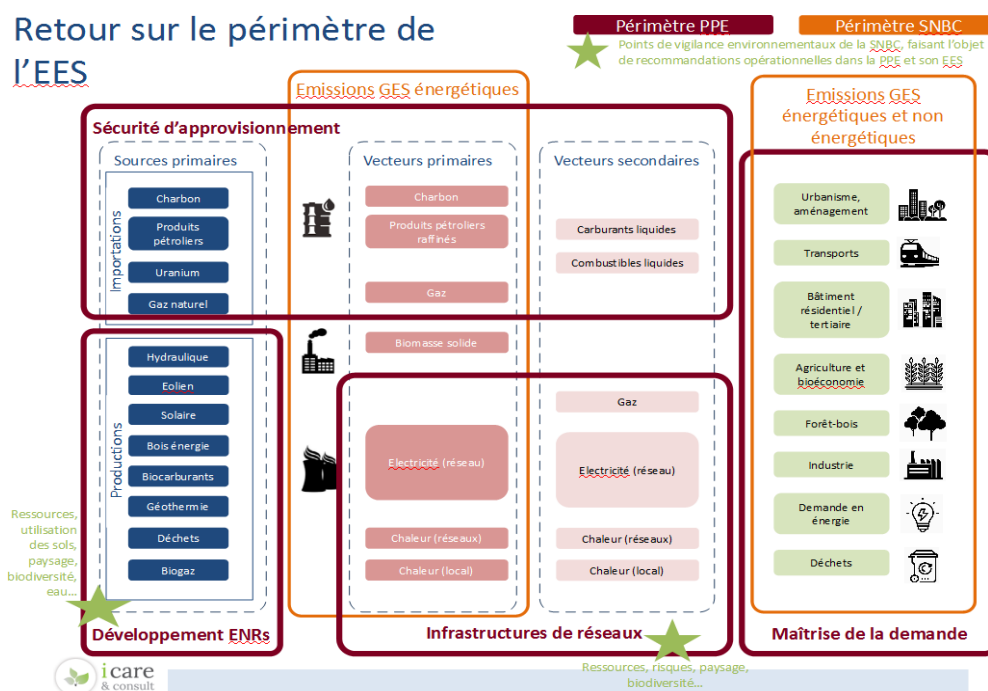
Ces deux documents se fondent sur un scénario commun mais portent sur des horizons temporels différents : la PPE couvre une période de dix ans (2025-2030 et 2031-2035 pour la PPE 3) tandis que la SNBC couvre un horizon plus lointain (2050 voire au-delà) avec des budgets carbone pour trois périodes successibles de cinq ans<sup>16</sup>. Les budgets carbone de la SNBC 3 couvriront la période 2024-2038.

Le périmètre géographique d'application de ces deux documents est également différent dans la mesure où la PPE ne traite que du territoire métropolitain continental (des PPE spécifiques sont réalisées pour la Corse et chaque territoire ultra-marin), alors que la SNBC couvre également la Corse.

---

<sup>16</sup> Tous les 5 ans, un nouveau budget carbone est défini lors de la révision de la SNBC et les budgets « futurs » sont adaptés si besoin. La SNBC 2 (en vigueur), a fixé les 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> budgets carbone couvrant les périodes 2019-2023, 2024-2028 et 2029-2033, en cohérence avec l'ambition climatique française de l'époque (Réduire d'au moins 40 % les émissions brutes de gaz à effet de serre de la France en 2030 par rapport à 1990 et atteindre la neutralité carbone en 2050). Le 2<sup>nd</sup> budget carbone (2019-2023) arrivera à terme lorsque sera présenté le document final de la SNBC 3 si bien qu'il ne sera pas modifié *a posteriori* par cette nouvelle stratégie. En revanche, les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> budgets carbone (périodes 2024-2028 et 2029-2033) seront mis à jour en accord avec la nouvelle ambition climatique de la France et le 5<sup>e</sup> budget carbone sera établi (période 2034-2038). Ils seront fixés par décret lors de l'adoption de la SNBC 3

Figure 3 : Périmètres respectifs de l'EES de la PPE et de la SNBC sur le volet énergétique (DGEC)



Concernant les périmètres des volets thématiques, plusieurs cas de figure se présentent :

- Certains volets thématiques sont plutôt propres à la PPE, même si à l'origine d'émissions de GES : par exemple, c'est essentiellement la PPE qui s'intéresse aux choix des sources primaires d'énergies pour le mix énergétique et des infrastructures de réseaux associées ;
- Certains volets thématiques sont propres à la SNBC, notamment sur tout ce qui concerne les émissions de GES non énergétiques : par exemple, la séquestration de carbone dans les sols ou dans la biomasse, ou les émissions de  $N_2O$  et  $CH_4$  par l'agriculture ;
- Sur certaines thématiques, les périmètres de la SNBC et de la PPE se chevauchent, elles sont alors traitées dans les deux documents, notamment sur la maîtrise de la demande énergétique. Elle est détaillée dans le volet « Maîtrise de la demande » de la PPE et ventilée dans les recommandations sectorielles de la SNBC.

Compte tenu de ces éléments, les évaluations environnementales de la PPE 3 et de la SNBC 3 sont réfléchies pour être complémentaires. A titre d'exemple, l'impact du transport aérien sera traité dans l'EES de la SNBC 3 (compte tenu des budgets carbone associés fixés par la SNBC) tandis que l'EES de la PPE s'attache à évaluer les impacts sur l'environnement des productions de biocarburants et de e-carburants. Les enjeux environnementaux principaux concernés sont l'utilisation des sols (et les enjeux biodiversité, qualité des milieux qui y sont attachés sans pouvoir être traités très précisément à ce niveau) et la gestion des ressources et déchets liés à la transition énergétique. Ainsi, les points de vigilance environnementaux suivants relèvent essentiellement de la PPE et de son EES :

- La consommation en ressources minérales non énergétiques nécessaires pour le développement des énergies renouvelables (batteries, panneaux photovoltaïques, ...) ;
- Les impacts environnementaux du mix énergétique retenu (solaire, éolien, nucléaire, ...) et les mesures à mettre en place (zones d'implantation à privilégier, mesures d'évitement, réduction, compensation, ...).

## 2. État initial de l'environnement

L'état initial de l'environnement présente les principales caractéristiques du territoire, l'état des lieux et les principaux plans et mesures pour chaque thématique environnementale, ainsi que leurs tendances et perspectives d'évolution.

### 2.1. Climat et énergie

#### 2.1.1. Le climat en France

État des lieux : Des climats variés

**Le climat est une représentation synthétique des conditions météorologiques caractérisant une région donnée.** Il est défini par les valeurs moyennes, généralement sur 30 ans, de paramètres météorologiques (température, pluviométrie, vent, ensoleillement...), mais également par les variations, les extrêmes et des phénomènes particuliers tels que le brouillard, les orages, la grêle.

**Dans son ensemble, la France a un climat tempéré, avec une pluviométrie répartie tout au long de l'année et des températures relativement douces.** Toutefois, ce climat varie fortement régionalement en fonction de la latitude, de l'altitude, de la proximité ou non de la mer ou de massifs montagneux.

**On distingue ainsi cinq grands types de climats en France métropolitaine** (voir figure suivante) :

- **Océanique**, appartenant au climat tempéré, se caractérise par des hivers frais et humides et des étés doux et avec un temps variable, sachant que le maximum de précipitations se produit durant la saison froide ;
- **Océanique altéré**, zone de transition entre le climat océanique et les climats de montagne et le climat semi-continental. Les écarts de température entre hiver et été augmentent avec l'éloignement de la mer. La pluviométrie est plus faible qu'en bord de mer, sauf aux abords des reliefs ;
- **Semi-continental**, les étés sont chauds et les hivers rudes, avec un grand nombre de jours de neige ou de gel. La pluviométrie annuelle est relativement élevée, sauf en Alsace, région bénéficiant de l'effet protecteur des Vosges. Les pluies sont plus importantes en été, souvent à caractère orageux ;
- **De montagne**, la température décroît rapidement en fonction de l'altitude. On observe une nébulosité minimale en hiver et maximale en été. Les vents et les précipitations varient notablement selon le lieu ;
- **Méditerranéen**, caractérisé par des hivers doux et des étés chauds, un ensoleillement important et des vents violents fréquents. On observe peu de jours de pluie, irrégulièrement répartis sur l'année. À des hivers et étés secs succèdent des printemps et automnes très arrosés, souvent sous forme d'orages.

*Figure 4 : La France en cinq climats (Météo France)*





Menaces et pressions : les émissions de gaz à effet de serre et les impacts du changement climatique

### 1) Les impacts des gaz à effet de serre sur le changement climatique

**Les activités humaines** (usage des énergies fossiles pour la production d'énergie, le transport, le chauffage, la production de biens industriels, agriculture, déforestation, etc.) **conduisent à augmenter la concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère**, ce qui cause le changement climatique.

**Les principaux gaz à effet de serre sont le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ )** (issu en particulier de la combustion d'énergies fossiles comme le pétrole, le gaz et le charbon, et de la déforestation), **le méthane ( $\text{CH}_4$ ) et le protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ )** (tous deux issus en grande partie de l'agriculture et de



l'industrie). Les gaz fluorés (PFC, HFC, SF6), utilisés principalement pour les usages réfrigérants, contribuent plus faiblement au réchauffement mais leurs émissions sont en croissance.

**Ces GES jouent donc un rôle important dans la régulation du climat. Cependant, depuis l'ère préindustrielle, les concentrations mondiales en GES émis par les activités humaines ont crû de façon notable et l'effet de serre s'amplifie.** L'augmentation de l'énergie emmagasinée par la Terre a des impacts sur les grands équilibres qui régissent le climat actuel. L'influence des activités humaines, en particulier la consommation de combustibles fossiles, à l'origine d'émissions de GES dans l'atmosphère, est sans équivoque.

**Le changement climatique est un problème mondial.** Depuis des décennies, les scientifiques du climat caractérisent, quantifient et anticipent le changement climatique causé par l'homme au travers du GIEC, en insistant sur l'impact qu'il aurait à l'avenir sur nos sociétés et les écosystèmes continentaux et marins. Ces recherches ont atteint un niveau de maturité et de confiance importants. **Dans son dernier rapport d'évaluation (6ième), le GIEC dressait les principaux constats suivants :**

- **La hausse de la température globale s'est accentuée ;**
- **Les conséquences du changement climatique déjà observées seront renforcées au fur et à mesure du réchauffement global.** Cela touche notamment les extrêmes de température, l'intensité des précipitations, la sévérité des sécheresses, l'augmentation en fréquence et intensité des événements climatiques aujourd'hui rares. Les risques s'aggravent dans toutes les régions du monde, en particulier dans les plus vulnérables ;
- **Le changement climatique a des impacts importants sur la biodiversité et les écosystèmes,** la sécurité de l'accès à l'eau et à l'alimentation, les infrastructures, la santé et le bien-être, ainsi que l'économie et la culture.

## **2) Les émissions territoriales de gaz à effet de serre**

### **Les émissions territoriales**

Ces émissions correspondent aux gaz à effet de serre émis à l'intérieur du pays par les ménages, les activités économiques et l'État. En matière de gaz à effet de serre, **les engagements internationaux de la France portent sur ces émissions.**

**Au sein de ces émissions, il est possible de distinguer les émissions brutes et les émissions nettes.**

**Les émissions brutes** représentent le total des émissions de gaz à effet de serre, tous domaines d'activités confondus, hors secteur des terres et de la forêt. Cette approche considère schématiquement tous les secteurs émettant des gaz à effet de serre, le secteur des terres et de la forêt étant considéré dans sa globalité comme un « puits de carbone » (bien que certaines sous-catégories de ce secteur soient émettrices de GES). L'objectif national à l'horizon 2030, mentionné à l'article L. 100-4 du Code de l'énergie, est fixé en « émissions brutes ».

**Les émissions nettes** correspondent au total des émissions et des absorptions de gaz à effet de serre, tous domaines d'activités confondus, y compris le secteur UTCATF.

#### **a) Emissions brutes (hors émissions et absorptions associées à l'usage des terres et à la foresterie)**

**En 2022, les émissions de GES territoriales s'élèvent à 396 MtCO<sub>2</sub>e** (hors secteurs de terres et de la forêt)<sup>17</sup>. La part des émissions de GES dues à l'utilisation de l'énergie représente 73 %<sup>18</sup>. Elles sont constituées pour l'essentiel de CO<sub>2</sub>. Les émissions liées à l'utilisation de l'énergie ont diminué de 25 % sur la période 1990-2022. Elles sont issues principalement de la consommation de combustibles (99 %) et, dans une proportion marginale (1 %), de certaines combustions et fuites engendrées lors de l'extraction, du traitement et de la distribution des combustibles, dites « émissions fugitives ».

**En 2022 la contribution des différents secteurs s'établit comme suit :**

- **33 % des émissions de GES émanent du secteur des « transports ».** Il s'agit du secteur le plus émetteur de GES. Ce secteur intègre les transports terrestres (transport de personnes (véhicule particulier, bus et cars, deux roues) et de marchandises (véhicule utilitaire léger (VUL), poids lourds (PL)), l'aérien, le ferroviaire, le maritime (dont pêche), le fluvial de marchandises et les autres modes de navigation (bateaux de plaisance et autres petits bateaux) ;
- **19 % des émissions de GES émanent du secteur de l'agriculture.** Ce secteur regroupe les émissions liées aux cultures (engrais, brûlage de résidus, etc.), à l'élevage et aux engins, moteurs et chaudières agricoles ;
- **18 % des émissions de GES émanent du secteur de l'industrie.** Ce secteur comptabilise à la fois les émissions des activités de combustion et des procédés industriels mis en œuvre (chimie, construction, agro-alimentaire, métallurgie, matériaux de construction, papier, carton) ;
- **16 % des émissions de GES émanent du secteur des bâtiments (résidentiels et tertiaires).** Ce secteur comptabilise les émissions liées à l'usage des bâtiments (chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson, climatisation, réfrigération) et à certaines activités qui s'y réfèrent ;
- **11 % des émissions de GES émanent du secteur de la production et de la transformation de l'énergie.** Ce secteur comprend les émissions de la production d'énergie (centrales électriques, production de chaleur, incinération de déchets avec récupération d'énergie), les émissions liées à la transformation d'énergie (raffineries, transformation de combustibles minéraux solides...) et l'extraction et la distribution d'énergie (pétrole, gaz naturel, charbon, etc.) ;
- **4 % des émissions de GES émanent du secteur des déchets.** Ce secteur compte les émissions liées au stockage des déchets, à leur traitement (incinération, autres traitements) et au traitement des eaux usées.

**b) Emissions nettes (tenant compte des émissions et absorptions associées à l'usage des terres et à la foresterie)**

Le secteur UTCATF (Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et forêt) regroupe les émissions et absorptions des forêts, prairies, terres cultivées, zones artificialisées et des produits bois.

---

17 Citepa (2024). Rapport Secten. [https://ressources.citepa.org/Comm\\_Divers/Secten/Citepa\\_Secten%202024.pdf](https://ressources.citepa.org/Comm_Divers/Secten/Citepa_Secten%202024.pdf) - Format Secten

18 Citepa (2024). Rapport Secten. [https://ressources.citepa.org/Comm\\_Divers/Secten/Citepa\\_Secten%202024.pdf](https://ressources.citepa.org/Comm_Divers/Secten/Citepa_Secten%202024.pdf) - Format CCNUCC

**Le secteur UTCATF (Utilisation des Terres, Changements d'Affectation des Terres et Forêt) est actuellement un puits net de carbone.** Cela signifie qu'il absorbe plus de CO<sub>2</sub> qu'il n'en émet. Il s'agit pour l'instant du seul moyen pour la France de générer des absorptions importantes de CO<sub>2</sub>.

Pour les années récentes (de 2017 à 2023), le Citepa estime que ce puits net représente environ -20 MtCO<sub>2</sub>e.

### **3) Une élévation des températures moyennes et des effets en cascade**

L'ampleur des changements à venir est subordonnée aux émissions de GES futures. Quelle que soit la quantité future des émissions de GES, le réchauffement se poursuivra et dépassera vraisemblablement une augmentation de +1,5°C au cours de ce siècle. Le GIEC restitue différents scénarios d'évolution de la température en fonction d'hypothèses socio-économiques et de projections d'émissions de GES. À la fin du siècle, la température moyenne du globe aura augmenté de +1,4 à +4,4°C. En France métropolitaine, de 1900 à nos jours, les températures moyennes ont augmenté de 1,7°C, une valeur plus forte que celle observée en moyenne mondiale (+1,2°C). La hausse globale des températures prend en compte les océans qui se réchauffent moins vite que les continents. Ce réchauffement a connu un rythme variable, avec une augmentation particulièrement marquée depuis la fin du XXe siècle. Depuis 1960, la tendance observée est d'environ +0,3°C par décennie. Avec un écart de +2,7°C par rapport à la moyenne 1961-1990, l'année 2022 a été, en France métropolitaine, l'année la plus chaude jamais enregistrée avec une température moyenne annuelle atteignant 14,5°C. Les précédents records dataient respectivement de 2020, 2018 et 2014 (voir figure ci-dessous).

**Les autres effets du changement climatique sont variés et liés les uns aux autres**, tels que la perturbation du cycle de l'eau et la montée des eaux, qui impactent à leur tour la biodiversité et renforcent la fréquence et l'intensité des événements climatiques extrêmes (sécheresse, canicules, fortes précipitations, cyclones). Pour les sociétés humaines, cela implique une baisse des rendements agricoles et des ressources en eau douce, à l'origine de problèmes de santé, de famines, de déplacements de populations et de conflits armés.

*Figure 5 : Écart à la normale des températures moyennes annuelles (1900-2022), en France métropolitaine en °C (SDES)*

*Note : La normale des températures moyennes annuelles est basée sur la période 1961-1990*

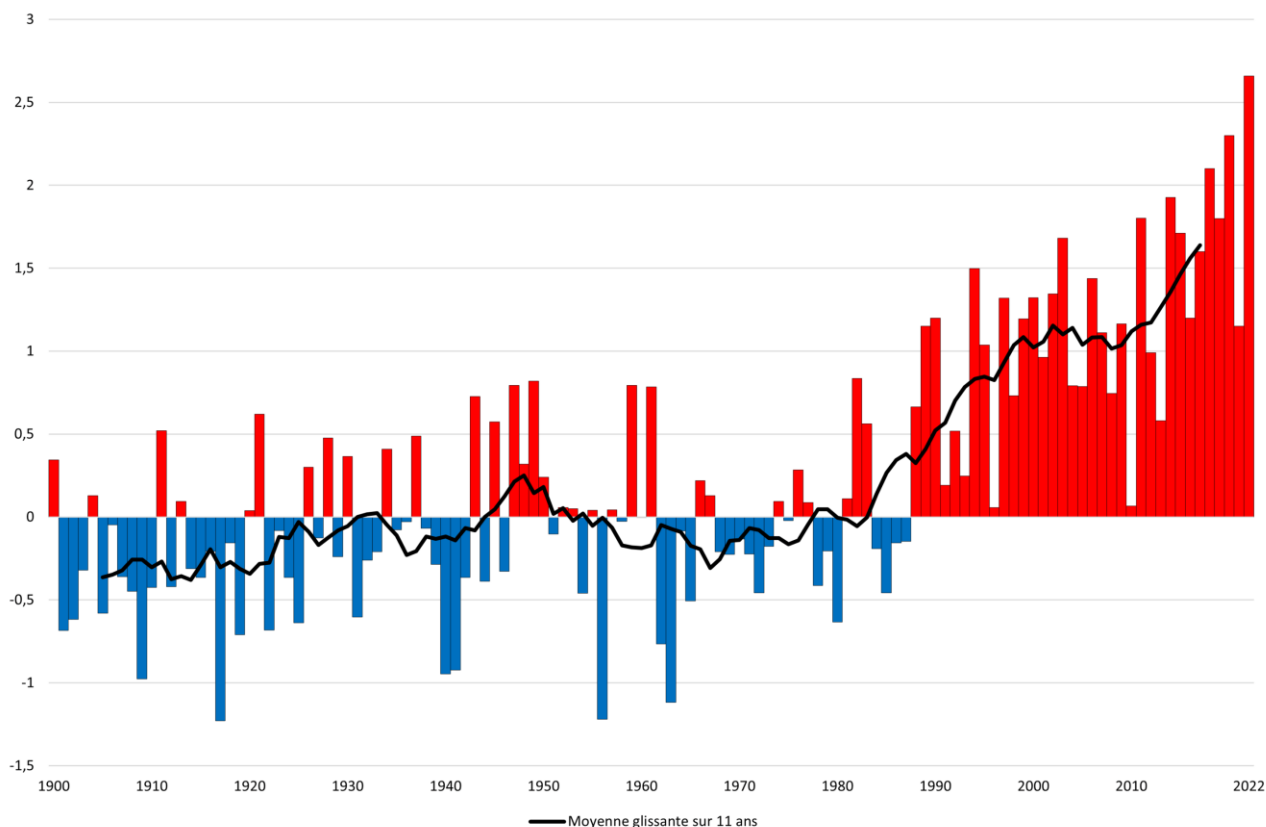
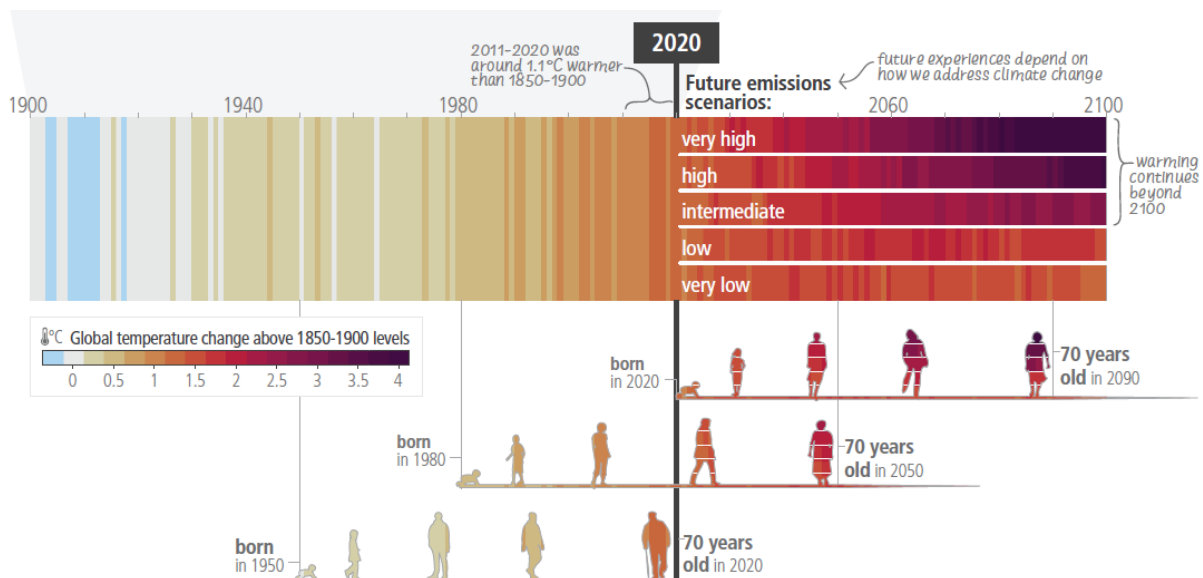


Figure 6 : Effets du changement climatique dans différents scénarios d'ici à 2100 (GIEC)

Note : Le scénario « very low » est celui dans lequel le réchauffement mondial moyen est contenu sous 1,5°C, et le scénario « low » à 2°C



Mesures et actions précédant la PPE 3 : un objectif de réduire de 40 % les émissions brutes d'ici à 2030 par rapport à 1990

Si certains changements sont irréversibles pour des siècles, la réduction massive et mondiale des émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique, c'est-à-dire celles émises par les activités humaines, pourrait stopper ou atténuer certains changements.

## **1) Le cadre international de la lutte contre le changement climatique**

Le changement climatique exige des pays du monde entier qu'ils collaborent. A cette échelle, la lutte contre le changement climatique est guidée par la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) adoptée en 1992.

En 2015, les dirigeants du monde entier sont convenus d'objectifs ambitieux pour la lutte contre le changement climatique : contenir l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels et poursuivre l'action menée pour limiter l'élévation des températures à 1,5°C. Il s'agit de l'accord de Paris. Cet accord, élaboré sous présidence française, traite de façon équilibrée les deux facettes de l'action climatique à savoir l'atténuation – c'est-à-dire des efforts de baisse des émissions de gaz à effet de serre – et l'adaptation des sociétés aux changements climatiques déjà existants.

Parvenir à ces objectifs implique une action immédiate, rapide et de grande ampleur pour réduire les émissions de GES et atteindre la neutralité en GES (zéro émission nette) au niveau mondial autour de 2050.

## **2) Le cadre européen**

Pour faire de l'Europe le premier continent neutre pour le climat en 2050, l'Union européenne (UE) s'est dotée d'une feuille de route : le pacte vert pour l'Europe, lancé en 2019.

Elle a traduit cette ambition en inscrivant dans une CDN révisée en décembre 2020, puis dans le droit européen à travers la « Loi européenne climat » adoptée en juin 2021, le principe de la neutralité climatique en 2050 et prévoit des jalons intermédiaires s'agissant de la réduction des émissions de gaz à effet de serre. A l'horizon 2030, l'Union européenne et ses États membres se sont fixés collectivement l'objectif de réduire les émissions de gaz à effet de serre européennes de 55 % net en 2030 par rapport à 1990 (contre -40 % brut antérieurement inscrit dans la première contribution déterminée au niveau national (CDN de 2015) de l'Union européenne).

Pour traduire ces objectifs, plusieurs législations ont été revues afin de transformer l'ambition de cet objectif en actions politiques concrètes :

- Renforcer le marché carbone européen « EU-ETS » (European Union-Emissions Trading System) afin de réduire de -61 % (au lieu de -43 %) les émissions des secteurs qui y sont soumis par rapport à 2005 (production d'électricité, industrie lourde, aviation intra-européenne) sur un périmètre incluant l'aviation et élargi au transport maritime ;
- Créer d'un marché carbone européen séparé pour les secteurs des transports routiers et du bâtiment associé à un nouveau « Fonds social pour le climat » accompagnant financièrement la transition des ménages modestes et PME vers des solutions bas-carbone ;
- Créer un Mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF). En place depuis le 1er octobre 2023 dans une phase de transition jusqu'au 1er janvier 2026, ce mécanisme permet de protéger les entreprises européennes de la compétition non-loyale d'acteurs étrangers qui ne respectent pas les mêmes standards environnementaux ;
- Réduire à horizon 2030 de -40 % au lieu de -29 % les émissions des secteurs non soumis au marché carbone par rapport à 2005 (transports, bâtiment, agriculture, déchet, industrie hors ETS), chaque État membre se voyant assigné un objectif national contraignant (objectif de la France : -47,5 %) ;
- Fixer un objectif au niveau de l'UE d'absorptions nettes de GES d'au moins 310 MtCO<sub>2</sub>e d'ici à 2030 (contre 225 MtCO<sub>2</sub>e actuellement) réparti entre les États selon des objectifs nationaux. En la matière, la France doit réussir à améliorer ses puits de carbone d'environ 7 MtCO<sub>2</sub>e entre la

moyenne des années 2016 à 2018 et l'année 2030, tel que mesuré dans les inventaires qui seront soumis en 2032 ;

- Rehausser l'objectif européen de 32 à 42,5 % d'énergies renouvelables dans la consommation énergétique finale en 2030 ;
- Définir un objectif de consommation d'énergie en 2030 ambitieux correspondant à une réduction de consommation d'énergie finale d'environ 30 % par rapport à celle de 2012 ;
- Dans le domaine des transports : mettre fin à la vente des voitures et véhicules utilitaires légers thermiques neufs en 2035, accélérer le déploiement des infrastructures de recharge en carburants alternatifs, ou encore développer des carburants alternatifs dans le transport maritime et dans l'aviation.

### 3) Le cadre d'action national

**Pour atteindre ces objectifs climatiques, la France s'est dotée d'un outil de planification** : la Stratégie nationale bas-carbone dont la deuxième version (adoptée en 2020) est actuellement en vigueur. Cette stratégie prévoit des réductions importantes d'émissions de GES dans tous les secteurs d'activité émetteurs de GES (transport, bâtiments, industrie, agriculture, production d'énergie, déchets) et donne en conséquence les orientations stratégiques sectorielles pour mettre en œuvre en France la transition vers une économie décarbonée et durable.

**Tous secteurs confondus, l'objectif de la SNBC en vigueur est de réduire nos émissions de GES d'au moins 40 % d'ici 2030 par rapport à 1990.** L'État travaille néanmoins depuis 2021 à l'élaboration de la troisième édition de cette stratégie. Cette troisième édition devra traduire une accélération sans précédent de notre action climatique pour respecter l'ambition climatique rehaussée à l'échelle européenne. La France s'est fixée dans ce cadre l'objectif d'une réduction brute de ses émissions de GES d'au moins -50 % en 2030 par rapport à 1990.

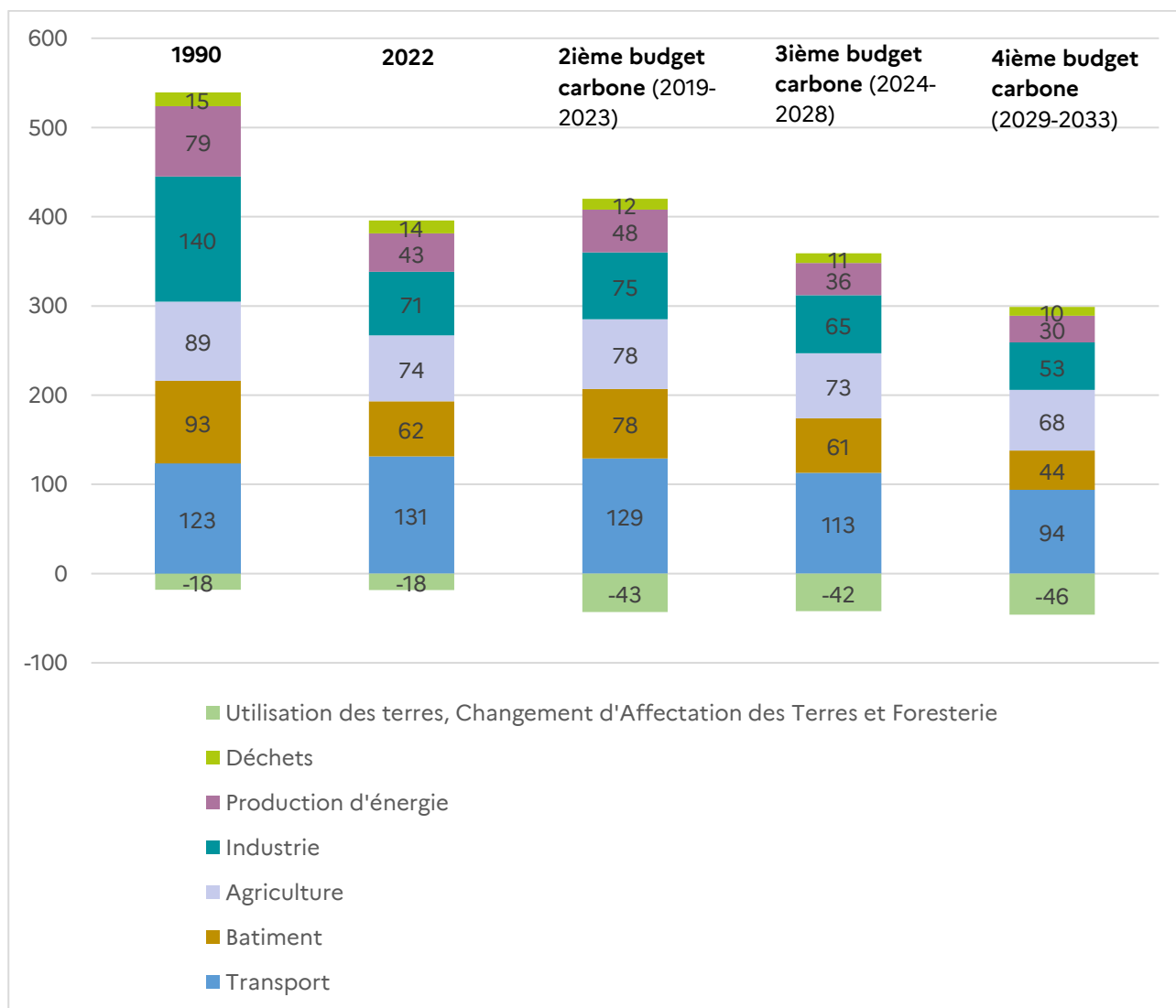
**A court et moyen termes, la France se fixe des budgets carbone c'est-à-dire des plafonds d'émissions à ne pas dépasser par périodes successives de cinq ans.** Les budgets carbone sont définis dans la SNBC par rapport à la trajectoire cible de réduction des émissions de GES que se fixe la France. Cette trajectoire résulte d'un important travail de modélisation, mis à jour à chaque révision de la SNBC. Cet exercice gagne en précision à chaque cycle de révision.

Les trois premiers budgets carbone ont été adoptés par décret en 2015 en même temps que la première SNBC (ils couvraient les périodes 2015-2018, 2019-2023 et 2024-2028 (décret n°2015-1491 du 18 novembre 2015)). **Tous les 5 ans, un nouveau budget carbone est défini lors de la révision de la SNBC et les budgets « futurs » sont adaptés si besoin pour refléter les mises à jour dans la stratégie climatique française, par exemple pour rehausser nos objectifs comme c'est le cas dans le cadre de Fit-for-55, ou pour prendre en compte de nouvelles données par exemple sur l'état du puit carbone français. La SNBC 2, adoptée en 2020, a fixé les 2ème, 3ème et 4ème budgets carbone couvrant les périodes 2019-2023, 2024-2028 et 2029-2033, en cohérence avec l'ambition climatique française de l'époque à savoir de réduire d'au moins 40 % les émissions brutes de gaz à effet de serre de la France en 2030 par rapport à 1990 et d'atteindre la neutralité carbone en 2050 (voir décret n°2020-457 du 21 avril 2020).**

*Figure 7 : Budgets carbone de la Stratégie nationale bas-carbone 2 (en MtCO<sub>2</sub>e) ajustés techniquement en 2024<sup>19</sup> (DGEC)*

---

19 Le Code de l'environnement (article D222.1 B) prévoit la réalisation d'un ajustement technique des budgets carbone pour chaque période si les changements de méthodologie des inventaires d'émissions de gaz à effet de serre conduisent à des



**Les orientations sectorielles de la SNBC 2 ont été progressivement traduites par des textes législatifs structurants afin de sécuriser la réduction des émissions de gaz à effet de serre.** Ce processus a engagé des évolutions de long terme dans chaque secteur de l'économie avec :

- La loi mettant fin à l'exploration et à la production d'hydrocarbures en France qui prévoit l'interdiction du renouvellement des concessions d'exploitation existantes au-delà de 2040, ainsi que l'interdiction de délivrer de nouveaux permis de recherche d'hydrocarbures ;
- La loi relative à l'évolution du logement, de l'aménagement et du numérique qui vise à responsabiliser les acteurs de la construction dans la réduction des consommations énergétiques des bâtiments ;

modifications de plus de 1 % des valeurs des années de référence ayant servi pour les scénarios de la SNBC (1990, 2005 et 2015). Ces ajustements « techniques » ont vocation à conserver la cohérence de la trajectoire initialement retenue, en maintenant les mêmes réductions sectorielles et par gaz en « valeur relative » par rapport à l'année 2005. Le code prévoit que cet ajustement technique ait lieu au moment de la clôture du budget carbone (le bilan définitif du budget carbone 2019-2023 sera dressé en 2025 sur la base des données d'inventaires actualisées (Secten 2025)). Néanmoins, pour conserver annuellement la cohérence avec la trajectoire initialement retenue dans la SNBC, les budgets carbone peuvent également être ajustés, à titre indicatif et provisoire, au cours d'une période, au regard des évolutions méthodologiques de l'inventaire national des émissions de gaz à effet de serre. **Les budgets carbone annuels indicatifs de la deuxième période, ont été ajustés au regard de l'inventaire national 2024 des émissions de gaz à effet de serre du Citepa (Secten 2024).**

- La loi pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et alimentaire et une alimentation saine, durable et accessible à tous qui vise à enclencher un changement significatif dans notre manière de nous nourrir pour soutenir un système agricole plus respectueux de l'environnement ;
- La loi énergie-climat qui a inscrit dans la législation française l'objectif d'une neutralité carbone à horizon 2050 et a prévu, pour y parvenir, un ensemble de mesures visant notamment à réduire notre dépendance aux énergies fossiles, accélérer le développement des énergies renouvelables, lutter contre les passoires thermiques et créer des outils de pilotage, de gouvernance et d'évaluation de notre politique climat ;
- La loi d'orientation des mobilités qui transforme en profondeur la politique des mobilités en priorisant le développement de transports du quotidien moins émetteurs de GES ;
- La loi anti-gaspillage pour une économie circulaire qui entend accélérer le changement de modèle de production et de consommation afin de limiter les déchets et préserver les ressources naturelles, la biodiversité et le climat ;
- La loi climat et résilience. Cette loi est inédite, tant par son processus que par la diversité des thèmes abordés. Elle s'organise autour de sept grands thèmes : consommer, produire et travailler, se déplacer, se loger, se nourrir, renforcer la protection judiciaire de l'environnement et améliorer la gouvernance climatique et environnementale. Cette loi couvre une grande part des orientations de la SNBC ;
- Loi production d'énergies renouvelables qui entend concilier l'amélioration de l'acceptabilité locale avec l'accélération du déploiement des énergies renouvelables (Orientation E1) en favorisant le déploiement des énergies renouvelables tout en garantissant la protection de la biodiversité et en minimisant l'artificialisation des sols ;
- Loi « accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires à proximité de sites nucléaires existants et au fonctionnement des installations existantes » qui a pour objet de poser un cadre d'accélération des procédures administratives liées à la réalisation des futurs projets de construction de nouveaux réacteurs électronucléaires en France, et ainsi de raccourcir les délais de réalisation de ces projets, lorsqu'ils sont localisés à proximité immédiate ou à l'intérieur du périmètre de sites nucléaires existants ;
- Loi « industrie verte » qui vise à accélérer la réindustrialisation du pays et à faire de la France le leader de l'industrie verte en Europe.

Pour accompagner ces changements profonds et structurels, l'Etat déploie des moyens budgétaires conséquents et sans précédent (Plan de Relance, France 2030, lois de finances, etc.), afin d'assigner en face de l'ambition climatique des moyens correspondants, dans une démarche de responsabilité.

#### **4) L'action climatique des territoires**

L'action climatique des collectivités territoriales s'articule autour d'outils de planification territoriale : les Schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalités des territoires (SRADDET), le Schéma directeur de la région Ile de France (SDRIF) pour la région Ile de France ou le schéma d'aménagement régional (SAR) pour les départements d'Outre-mer, et les plans climat-air-énergie territoriaux (PCAET) pour les intercommunalités ou leur regroupement. Au 31 décembre 2023,



sur les 750 EPCI obligés de publier un PCAET, 728 (97 %) sont engagés dans la démarche dont 449 (60 %) ont été adoptés.

**L'Etat a engagé en septembre 2023 des travaux de territorialisation de la planification écologique**, afin d'assurer une déclinaison territoriale des leviers et objectifs identifiés dans le cadre de ce chantier, avec la création des Conférences des Parties régionales, dites « COP régionales ». 16 COPs régionales ont été initiées, en date 31 juillet 2024. Ces COP permettront la co-construction de leviers d'action réalistes et adaptés aux spécificités de chaque territoire pour mettre en œuvre ces ambitions, tout en responsabilisant les parties prenantes. Elles mobilisent l'ensemble des acteurs des territoires (préfecture, conseil régional, conseils départementaux, EPCI), les acteurs du monde économique (représentants des entreprises du secteur industriel et agricole, l'ensemble des organismes consulaires) et les acteurs de la société civile (associations environnementales, association de consommateurs, jeunes...). Elles sont coanimées par le préfet de région et le président du conseil régional. À l'issue de ces mois de débats, des feuilles de route régionales devront être établies. Ce dispositif de déclinaison partagée de la planification écologique doit garantir l'atteinte effective des objectifs au niveau.

## Tendances et perspectives d'évolution

### 1) Evolutions climatiques

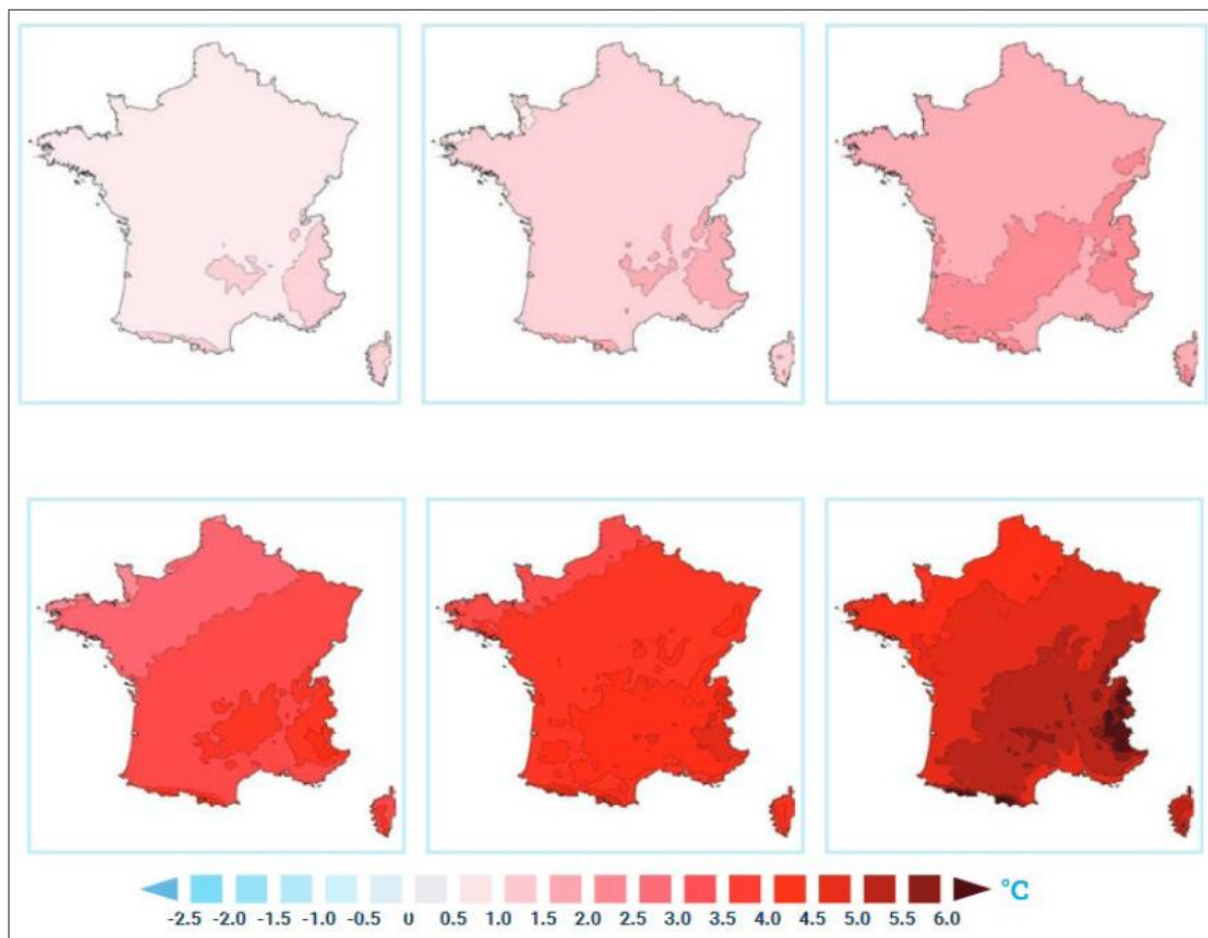
Tant que la neutralité carbone ne sera pas atteinte au niveau mondial, le climat continuera de se réchauffer et les impacts du réchauffement climatique s'aggraveront. Selon la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC), en l'absence de mesures additionnelles, les politiques et engagements actuels de l'ensemble des pays pointent vers un réchauffement mondial autour de 3°C en 2100. Le nombre de jours de vagues de chaleur a été multiplié par cinq, passant de 2 à 10 jours par an en moyenne entre 1960 et 2020. En France métropolitaine, le réchauffement climatique est plus intense que la moyenne mondiale, et pourrait tendre vers 4°C sans mesures additionnelles. Les autres principales caractéristiques attendues, cohérentes avec les changements en cours déjà détectés, sont des précipitations plus intenses et une hausse du niveau des mers.

Une hausse des températures plus forte que la moyenne mondiale de 2°C est attendue, notamment dans les régions plus éloignées des côtes, avec des vagues de chaleur de plus en plus fréquentes, de plus en plus sévères et s'étendant au-delà des périodes estivales traditionnelles. En France métropolitaine, les projections climatiques montrent une poursuite du réchauffement jusqu'aux années 2050, quel que soit le scénario. Sur la seconde moitié du XXI<sup>e</sup> siècle, l'évolution de la température moyenne annuelle diffère significativement selon le scénario considéré. Selon les scénarios à fortes émissions (SSP5-8.5), le réchauffement pourrait dépasser 4,4°C [3,3°C ; 5,7°C] en fin de siècle.

*Figure 8 : Projection des écarts de température moyenne annuelle pour les scénarios « accord de Paris » et « pessimiste » (TRACC)*

*Note : La ligne du haut représente un scénario « accord de Paris » équivalent à un réchauffement national de +1,3°C [0,9°C ; 1,9°C] par rapport à la référence 1976-2005, cohérent avec un réchauffement de +2°C par rapport à l'ère préindustrielle, et la ligne du bas un scénario « pessimiste » équivalent à un réchauffement national de +3,9°C [3,2°C ; 4,7°C] sur la même période, soit un peu plus que +4°C par*

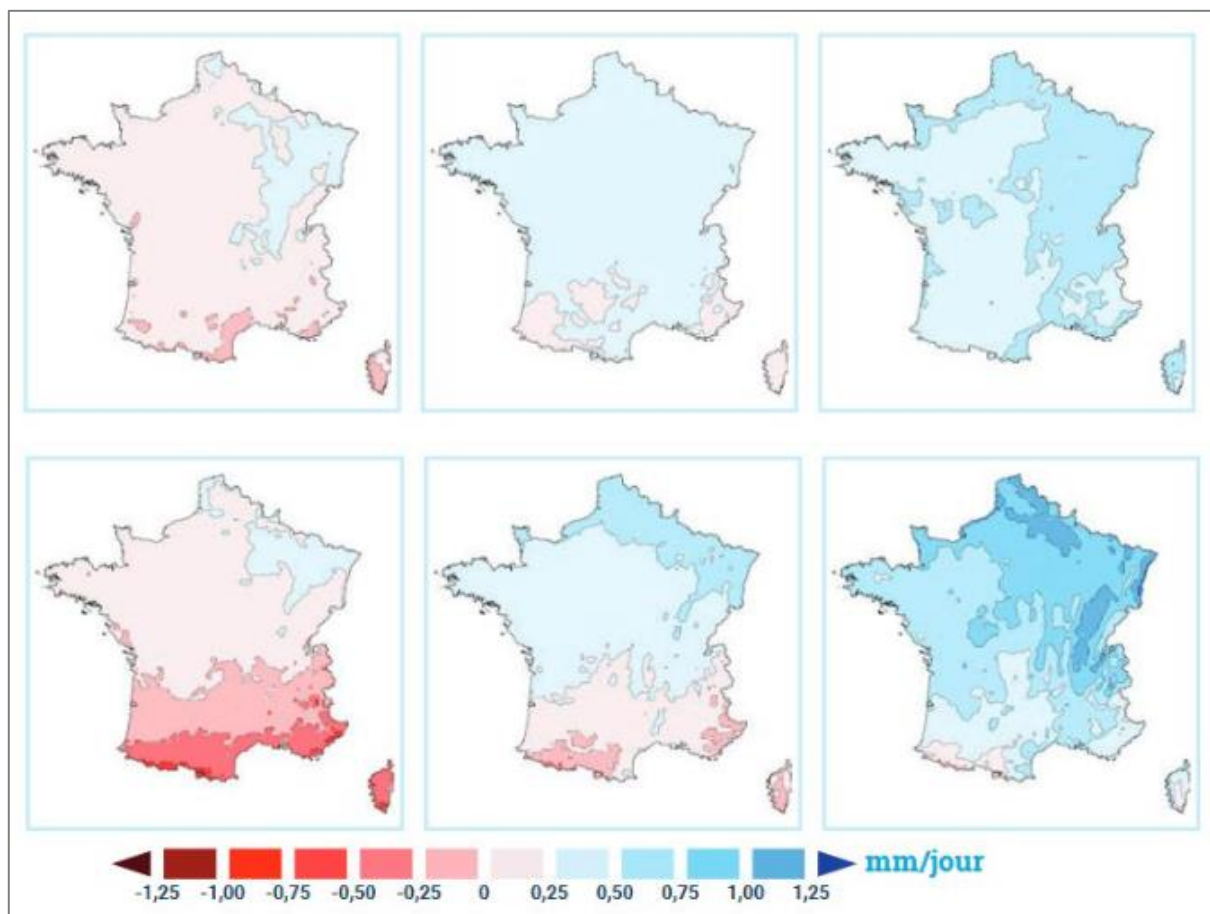
rapport à l'ère-pré industrielle. De gauche à droite, les estimations sont basses, médianes et hautes.



Des précipitations plus intenses sont attendues, même dans les régions où la quantité annuelle de précipitation diminuera, augmentant le risque de crues et d'inondation. Dans le même temps, les épisodes de sécheresse seront plus fréquents et plus sévères avec des débits d'étiage des rivières et des fleuves en forte diminution, une pression accrue sur les ressources en eau nécessaires aux écosystèmes et aux activités humaines et une extension du risque de feux de forêts.

*Figure 9 : Projection des écarts de cumul annuel de précipitation pour les scénarios « accord de Paris » et « pessimiste » (TRACC)*

*Note : La ligne du haut représente un scénario « accord de Paris » équivalent à un réchauffement national de +1,3°C [0,9°C ; 1,9°C] par rapport à la référence 1976-2005, cohérent avec un réchauffement de +2°C par rapport à l'ère préindustrielle, et la ligne du bas un scénario « pessimiste » équivalent à un réchauffement national de +3,9°C [3,2°C ; 4,7°C] sur la même période, soit un peu plus que +4°C par rapport à l'ère-pré industrielle. De gauche à droite, les estimations sont basses, médianes et hautes.*

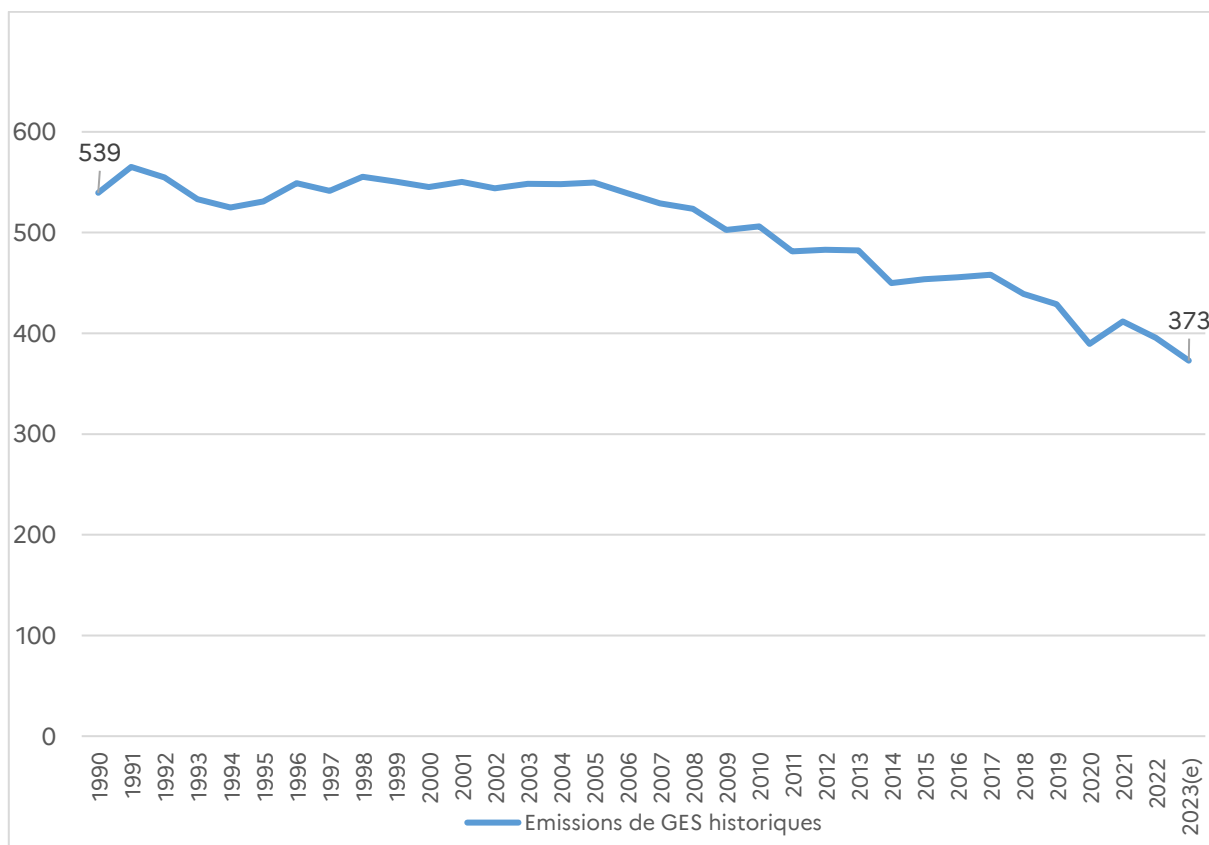


La hausse du niveau des mers poursuivra son accélération et augmentera les risques de submersion. L'évolution de la fréquence et de la sévérité des tempêtes est encore incertaine, sauf dans les régions d'outre-mer tropicales où la sévérité des cyclones devrait augmenter.

## 2) Tendances des émissions françaises de GES

En termes de trajectoire passée, les émissions de gaz à effet de serre de la France baissent globalement depuis 2005 avec une accélération de cette baisse au cours des dernières années : baisse annuelle de -4,2 % en 2018, -2,3 % en 2019, -9,2 % en 2020, +5,7 % en 2021 (mais qui reflète une baisse de 4,1 % par rapport à 2019, année pré-crise sanitaire), -3,9 % en 2022 et -5,8 % en 2023.

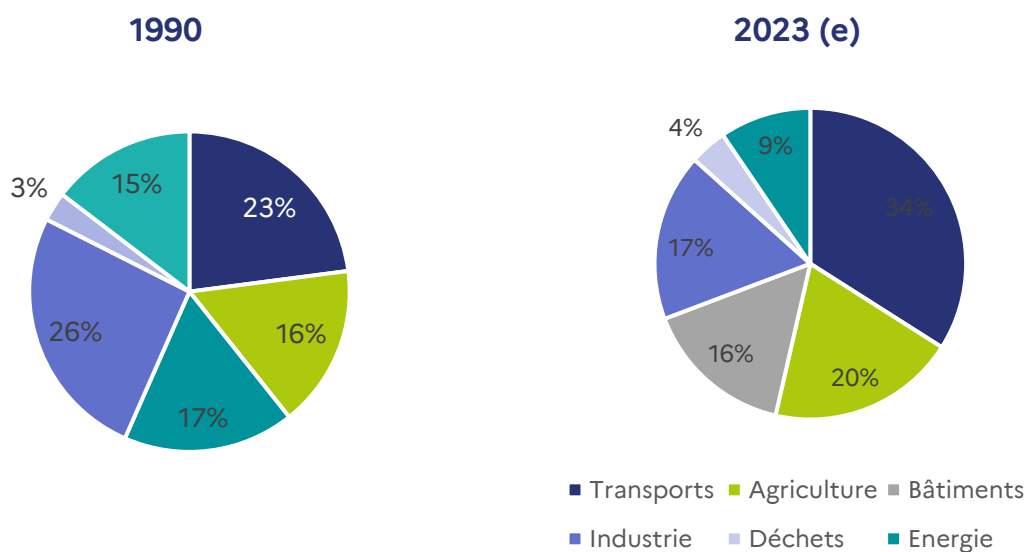
*Figure 10 : Evolution 1990-2023(e) des émissions de GES (MtCO<sub>2</sub>e) hors secteur des terres (Citepa, Secten 2024)*



Entre 1990 et 2023, les émissions brutes de gaz à effet de serre en France (hors émissions et absorptions associées à l'usage des terres et à la foresterie) ont diminué de 31 % selon les données provisoires pour 2023 du Citepa (Secten 2024), ce qui représente une baisse de 167 MtCO<sub>2</sub>e, avec une accélération du rythme de baisse sur la période récente (baisse annuelle moyenne de 13 MtCO<sub>2</sub>e observée sur la période 2019-2023, baisse annuelle moyenne de 3 MtCO<sub>2</sub>e observée sur la période 2015-2018).

Les principaux secteurs émetteurs de gaz à effet de serre sont les secteurs des transports, de l'agriculture, de l'industrie et des bâtiments. Entre 1990 et 2023 la part des émissions du secteur des transports a fortement augmenté (passant de 23 % à 34 %) tandis que celle du secteur de l'industrie manufacturière et construction a diminué (passant de 26 % à 17 %).

*Figure 11 : Répartition des émissions de CO<sub>2</sub>e hors UTCATF en France en 1990 et 2023(e) (Citepa, Secten 2024)*



Fortement à la hausse durant la période 1990-2000 (avec un pic à -54 MtCO<sub>2</sub>e en 2004), le puits a significativement décliné depuis passant de -36 MtCO<sub>2</sub>e en 2015 à -21 MtCO<sub>2</sub>e en 2023. Il semble que la dynamique de puits de carbone de la forêt française, historiquement responsable de cette croissance du puits, s'amenuise, marquée notamment par des sécheresses et maladies qui entraînent une surmortalité des arbres et une diminution de leur croissance.

#### Bilan des premiers budgets carbone

**Le premier budget carbone de la SNBC 1** (adoptée en novembre 2015) portait sur la période 2015-2018. Il s'élevait en moyenne à **442 MtCO<sub>2</sub>e par an**, hors émissions et absorptions associées à l'usage des terres et à la foresterie. **Ce premier budget carbone a été dépassé de 61 MtCO<sub>2</sub>e** cumulées sur la période 2015-2018 (soit +3,4 % sur l'ensemble de la période), mais a pu être compensé sur le second budget carbone.

**Le budget carbone de la SNBC 2 pour la période 2019-2023 en brut (420 MtCO<sub>2</sub>e/an en moyenne) devrait être respecté** selon la pré-estimation relative à 2023 du Citepa : les émissions ont atteint 389 MtCO<sub>2</sub>e en 2020 (principalement à cause de la crise du Covid-19), sont remontées à 412 MtCO<sub>2</sub>e en 2021, sont redescendues à 396 MtCO<sub>2</sub>e en 2022 puis à 373 MtCO<sub>2</sub>e en 2023 sur la base des dernières estimations du Citepa (Secten 2024). Ainsi, **pour l'instant, sur la période 2019-2023, la moyenne annuelle des émissions brutes est estimée à 400 MtCO<sub>2</sub>e**. Les moindres émissions estimées à **-100 MtCO<sub>2</sub>e cumulées sur la période du second budget carbone (2019-2023)** permettent de compenser le non-respect du premier budget carbone.

Compte tenu de la baisse importante du niveau du puits forestier qui n'avait pas été anticipée par la SNBC 2, **la France ne devrait pas atteindre les budgets carbone UCTATF (+115 MtCO<sub>2</sub>e cumulées sur la période 2019-2023) et en émissions nettes (+15 MtCO<sub>2</sub>e cumulées sur la période 2019-2023) qui avaient été prévus par la SNBC 2 pour la période 2019-2023**. Pour autant, l'Etat se mobilise, via une approche équilibrée des différents enjeux relatifs à la forêt, pour préserver le puits de carbone. Ces mesures visent notamment, pour rétablir nos forêts, à une adaptation massive des peuplements et essences. Les résultats de ces politiques publiques sont néanmoins peu

quantifiables sur des pas de temps courts. Le puits de carbone que représentent ces arbres résilients, et qui viennent remplacer ceux dépérissant, ne sera significatif que lors de l'arrivée à maturité des plantations, donc pas avant 2045 ou 2050. **L'Etat poursuivra et amplifiera son action pour préserver ce puits.**

Tableau 6 : Bilan provisoire du budget carbone couvrant la période 2019-2023

| Emissions annuelles (en MtCO <sub>2</sub> e)                                       | Budget carbone 2 (2019-2023) (ajusté techniquement en 2024 <sup>20</sup> )<br>Ecart par rapport au budget carbone annuel indicatif en MtCO <sub>2</sub> e<br>(écart calculé sur la base du Secten 2024) |      |      |      |      |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|-----------|
|                                                                                    | 2019                                                                                                                                                                                                    | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2019-2023 |
| Transports                                                                         | +1                                                                                                                                                                                                      | -19  | -2   | +5   | +4   | -11       |
| Bâtiments                                                                          | -8                                                                                                                                                                                                      | -10  | -4   | -13  | -13  | -48       |
| Agriculture                                                                        | -2                                                                                                                                                                                                      | -1   | -2   | -3   | -3   | -9        |
| Industrie                                                                          | +1                                                                                                                                                                                                      | -6   | +3   | -2   | -6   | -11       |
| Production d'énergie                                                               | -5                                                                                                                                                                                                      | -11  | -7   | -2   | -7   | -32       |
| Déchets                                                                            | +2                                                                                                                                                                                                      | +2   | +2   | +2   | +3   | +10       |
| Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie (UTCATF) | +25                                                                                                                                                                                                     | +22  | +24  | +24  | +21  | +115      |
| <b>Total (hors UTCATF)</b>                                                         | -11                                                                                                                                                                                                     | -45  | -9   | -12  | -22  | -100      |
| <b>Total net (avec UTCATF)</b>                                                     | +13                                                                                                                                                                                                     | -23  | +14  | +12  | -1   | +15       |

En termes de perspectives futures, l'élaboration de la stratégie climatique française repose sur un important travail de modélisation prospective (voir détail en partie 5.1). La DGEC construit dans ce cadre **deux scénarios** :

- **Le scénario AME** (scénario « avec mesures existantes ») est un scénario qui vise à estimer l'effet des mesures déjà adoptées sur la trajectoire de gaz à effet de serre. Il permet de donner un point de comparaison avec le scénario de la SNBC ;
- **Le scénario AMS** (scénario « avec mesures supplémentaire ») est le scénario objectif de référence pour l'atténuation visant à parvenir à nos objectifs. Ce scénario sous-tend la SNBC et la PPE.

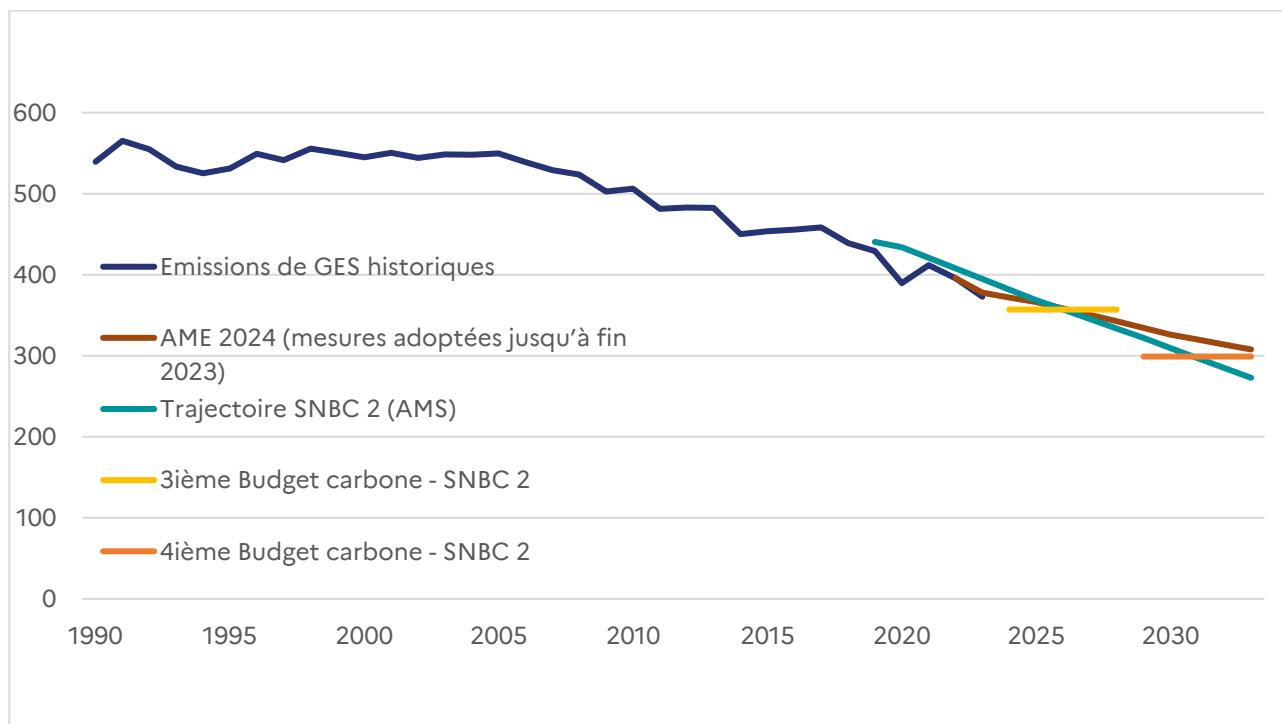
La construction de l'AMS n'est pas un exercice de prévision mais bien de planification : il s'agit pour l'État de fixer, parmi les différentes trajectoires possibles, un scénario-cible qui coordonne les

20 Conformément au Code de l'environnement (article D222.1 B), un ajustement technique provisoire des budgets carbone a été réalisé au regard de l'inventaire Secten 2024 du Citepa au regard d'une évolution de la comptabilité des émissions de gaz à effet de serre pour les inventaires

différents objectifs sectoriels en tenant compte de l'ensemble des contraintes sociales, économiques, et environnementales fondé sur un ensemble de mesures et d'hypothèses.

Ce scénario AMS permet d'établir les budgets carbone et de déterminer la feuille de route à suivre via un ensemble de leviers d'actions identifiés pour baisser nos émissions de gaz à effet de serre. Il sert également de référence pour les autres documents de planification, qu'ils soient produits par l'État, les collectivités, ou bien encore les entreprises.

*Figure 12 : Émissions brutes de GES, observées et projetées entre 1990 et 2035 en MtCO<sub>2</sub>e – scénarios AME 2024 et AMS SNBC 2 (Sources : Citepa, Secten 2024 ; modélisations DGEC)*



**La France produit annuellement un scénario « avec mesures existantes » ou « AME ».** Le scénario AME est un scénario énergie-climat qui donne à voir les trajectoires prévisionnelles de consommation d'énergie et de gaz à effet de serre à la fois au niveau global et dans chacun des principaux secteurs émetteurs, **en considérant l'effet de l'ensemble des politiques et mesures existantes**, dans l'hypothèse où aucune mesure supplémentaire ne serait mise en place.

**Il permet d'éclairer la décision publique en indiquant les trajectoires actuelles sur lesquelles nous placent les politiques adoptées.** Comparer les scénarios AME et suivre la progression des trajectoires d'un exercice à l'autre permet de mesurer à la fois les effets des nouvelles politiques publiques adoptées et la marche à franchir pour atteindre les objectifs que la France s'est fixés. A chaque nouvel exercice, les nouvelles mesures (ou suppressions de mesures) sont prises en compte, ainsi que les dernières tendances historiques permettant d'évaluer le plus finement possible l'effet des mesures existantes.

**Un nouveau scénario AME a été construit au premier semestre 2024, intégrant les dernières données disponibles, ainsi que l'impact des politiques et mesures adoptées jusqu'au 31 décembre 2023.** Dans ce scénario « AME 2024 », **une réduction de -39,5 % des émissions brutes de GES par rapport à 1990 est atteinte en 2030**, très proche de l'objectif de -40 % brut (hors UTCATF) en 2030 (objectif actuel fixé dans la loi au L. 100-4 du Code de l'énergie, sans prise en compte du rehaussement de l'ambition



acté au niveau européen dans la future SNBC 3). La comparaison à l'exercice précédent « AME 2023 »<sup>21</sup> (qui ne prenait en compte que les mesures adoptées jusqu'à fin 2021) montre que les politiques et mesures mises en œuvre de début 2022 au 31 décembre 2023 entraîneraient une diminution supplémentaire des émissions de l'ordre de -18 MtCO<sub>2</sub>e en 2030. Les principales mesures adoptées en 2022 et 2023 prises en compte pour les modélisations sont : le plan d'investissement « France 2030 » ; le règlement (UE) 2023/851 du Parlement européen et du Conseil concernant le renforcement des normes de performance en matière d'émissions de CO<sub>2</sub> pour les voitures particulières neuves et les véhicules utilitaires légers neufs, actant la fin de vente de véhicules thermiques neufs en 2035, le règlement (UE) n°2023/2405 du Parlement européen et du Conseil du 18 octobre 2023 relatif à l'instauration d'une égalité des conditions de concurrence pour un secteur du transport aérien durable (dit ReFuelEU Aviation) et le règlement (UE) n°2023/1805 du Parlement européen et du Conseil du 13 septembre 2023 (dit RefuelEU Maritime); le plan stratégique national français (PSN) déclinant la nouvelle Politique agricole commune ; la loi du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables (loi APER), la loi du 22 juin 2023 relative à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires, la loi n°2023-973 du 23 octobre 2023 relative à l'industrie verte et la loi du 18 décembre 2023 de programmation des finances publiques pour les années 2023 à 2027.

Il faut par ailleurs rappeler que le scénario mis en œuvre repose sur des hypothèses très conservatrices et vise à décrire une trajectoire prudente d'émissions de gaz à effet de serre à horizon 2030, en évaluant avec réserve l'effet des seules mesures existantes, et en ne prenant pas en compte les mesures en cours d'instruction ou à venir.

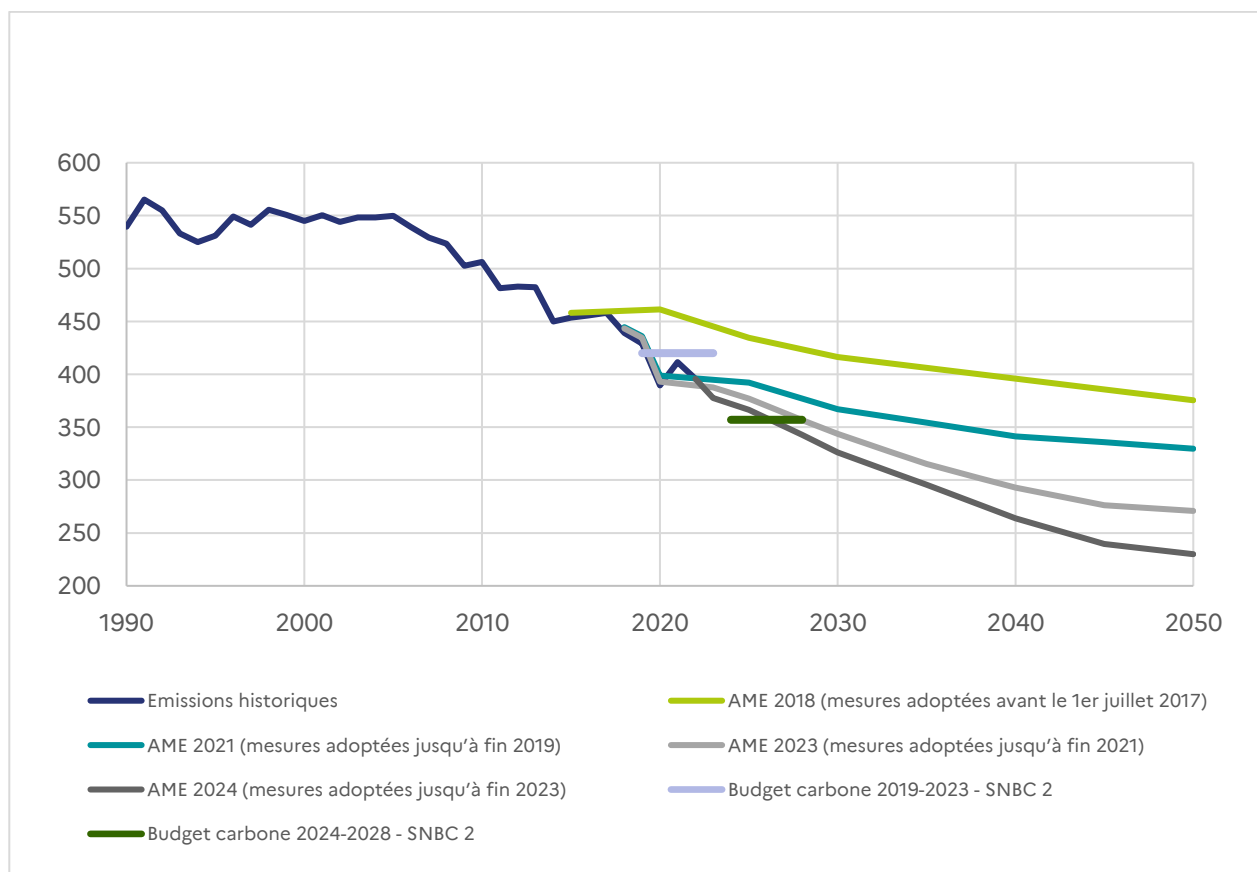
*Figure 13 : Evolutions des émissions brutes observées de GES entre 1990 et 2050 en MtCO<sub>2</sub>e (périmètre Kyoto) – scénarios AME (Sources : Citepa, Secten 2024 ; modélisations DGEC)*

---

21 Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (2023). Synthèse du scénario « avec mesures existantes » 2023 (AME 2023). Projections climat et énergie à 2050.

[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/20230502\\_%20Synth%C3%A8se%20du%20sc%C3%A9nario%20AME2023%20-%20202.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/20230502_%20Synth%C3%A8se%20du%20sc%C3%A9nario%20AME2023%20-%20202.pdf)

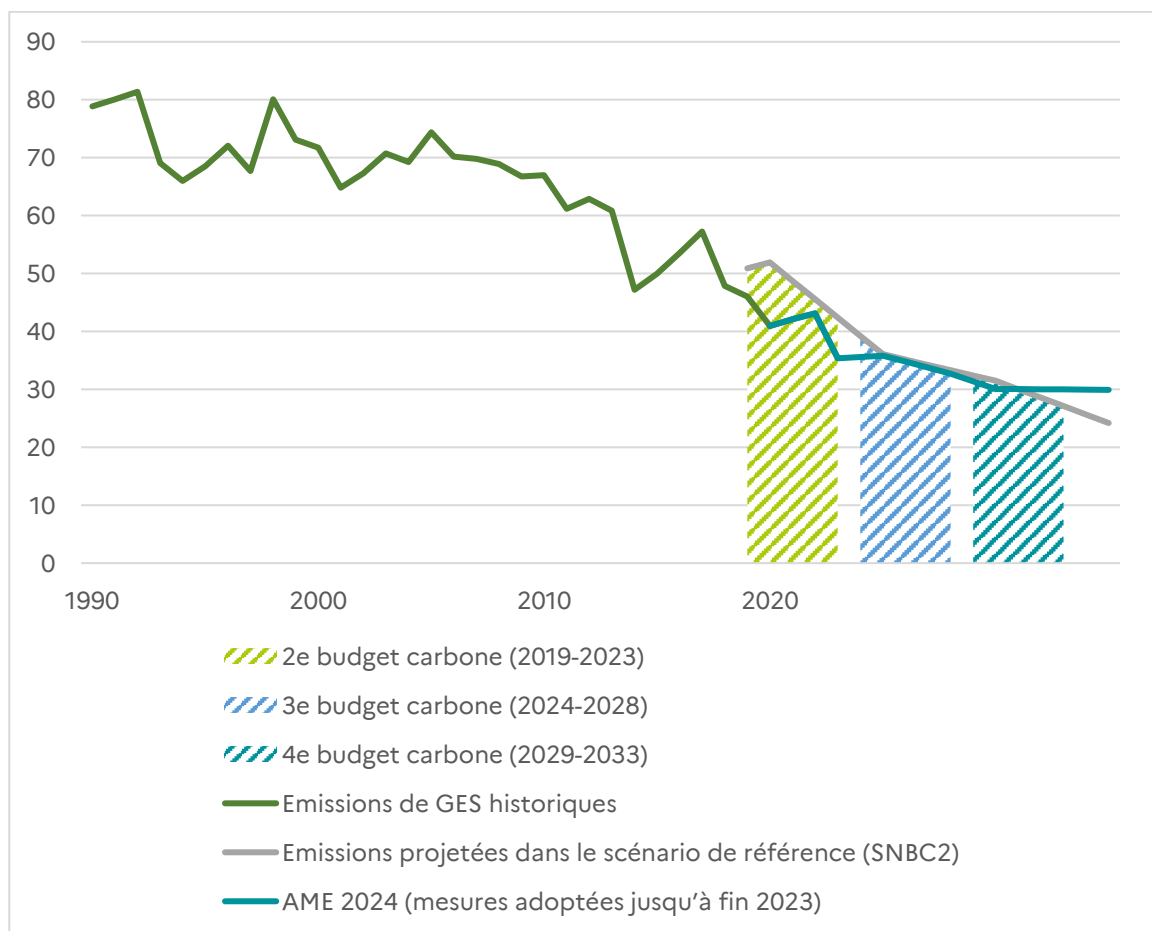




Plus en détails, le **secteur de la production et de la transformation d'énergie** a émis 35 MtCO<sub>2</sub>e en 2023 (selon les premières estimations du Citepa – Secten 2024), soit 9 % des émissions brutes de la France. Ces **émissions sont en décroissance depuis les années 1990**, notamment sous l'effet de la décarbonation de notre système électrique. Les émissions de l'énergie sont réparties entre la production d'électricité (41 %), le chauffage urbain (10 %), le raffinage du pétrole (20 %), la valorisation énergétique des déchets (20 %), ainsi que d'autres transformations et pertes (9 %) (Citepa, Secten 2024). 70 % des émissions du secteur sont couvertes par le marché carbone européen (SEQUE-UE).

Le secteur **de la production et de la transformation d'énergie** a respecté le premier budget carbone de la SNBC 1 (période 2015-2018) (-23 MtCO<sub>2</sub>e) et devrait respecter le deuxième budget carbone de la SNBC 2 (période 2019-2023) (-32 MtCO<sub>2</sub>e).

Figure 14 : Emissions observées du secteur de la production et de la transformation d'énergie entre 1990 et 2035 en MtCO<sub>2</sub>e (Citepa, Secten 2024)



## 2.1.2. État de la production et de la consommation d'énergie sur le territoire national

Au cours de la deuxième moitié des années deux mille, alors que des objectifs de diminution des GES étaient désormais visés, un lien fort a été noué entre les politiques climatiques et énergétiques : au niveau national par la création de la DGEC, dans les territoires par l'instauration des schémas et des plans climat air-énergie. Il apparaît aujourd'hui évident que l'énergie constitue un des principaux leviers pour lutter contre le changement climatique, à travers trois axes d'action : réduire la consommation énergétique, améliorer l'efficacité énergétique et décarboner les sources d'énergie.

### État des lieux

La production d'énergie primaire en France atteint 1 249 TWh en 2022. La production d'énergie primaire s'élève à 1 249 TWh en France entière en 2022 (voir figure suivante), en diminution de 17,9 % par rapport à 2021. Sa baisse est essentiellement imputable à la chute de la production nucléaire qui représente 71 % de la production primaire (-22,3 % en 2022, à 893 TWh). La disponibilité du parc nucléaire est historiquement faible en 2022 à la suite de la détection en fin d'année 2021 de défauts sur les circuits de refroidissement (corrosion sous contrainte) de la centrale de Civaux, qui a conduit à l'arrêt prolongé de nombreux réacteurs pour contrôle et réparation. La production nucléaire tombe ainsi en 2022 à son plus faible niveau depuis 1988, lorsque la construction du parc nucléaire n'était pas achevée. La production d'origine renouvelable (hydraulique, éolien, biomasse, biocarburants,

biogaz...) diminue en 2022 en raison de conditions météorologiques peu favorables, mais progresse nettement depuis 2005. La production primaire d'énergie fossile est marginale (10 TWh).

Figure 15 : Production d'énergie primaire par énergie en 2022 (SDES)

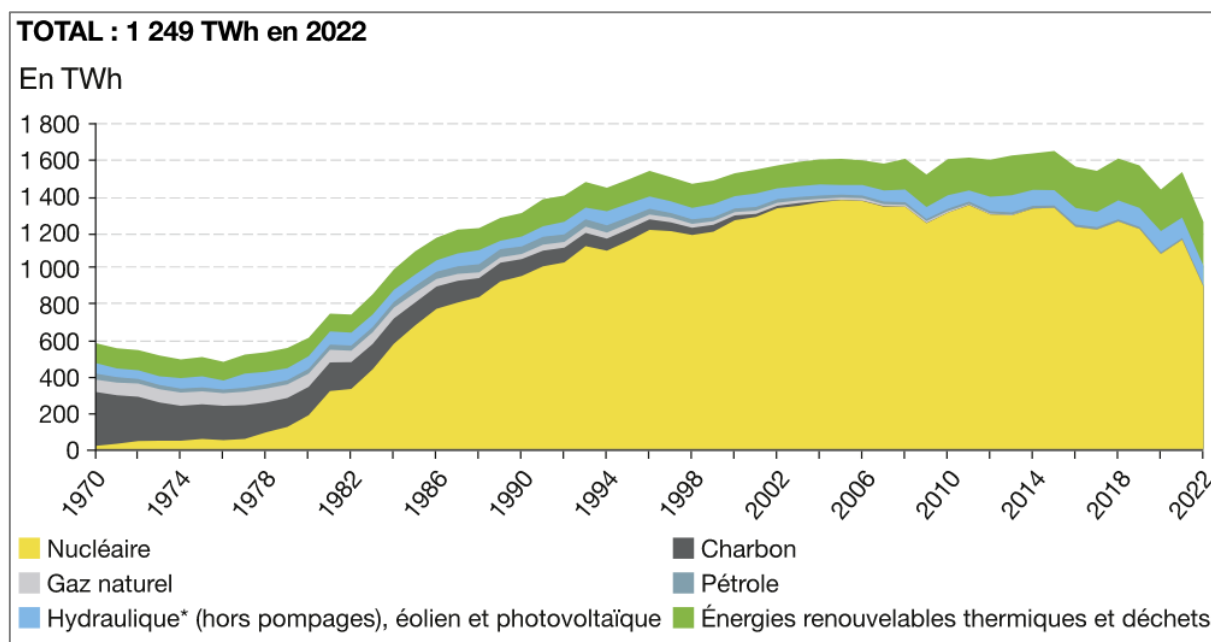
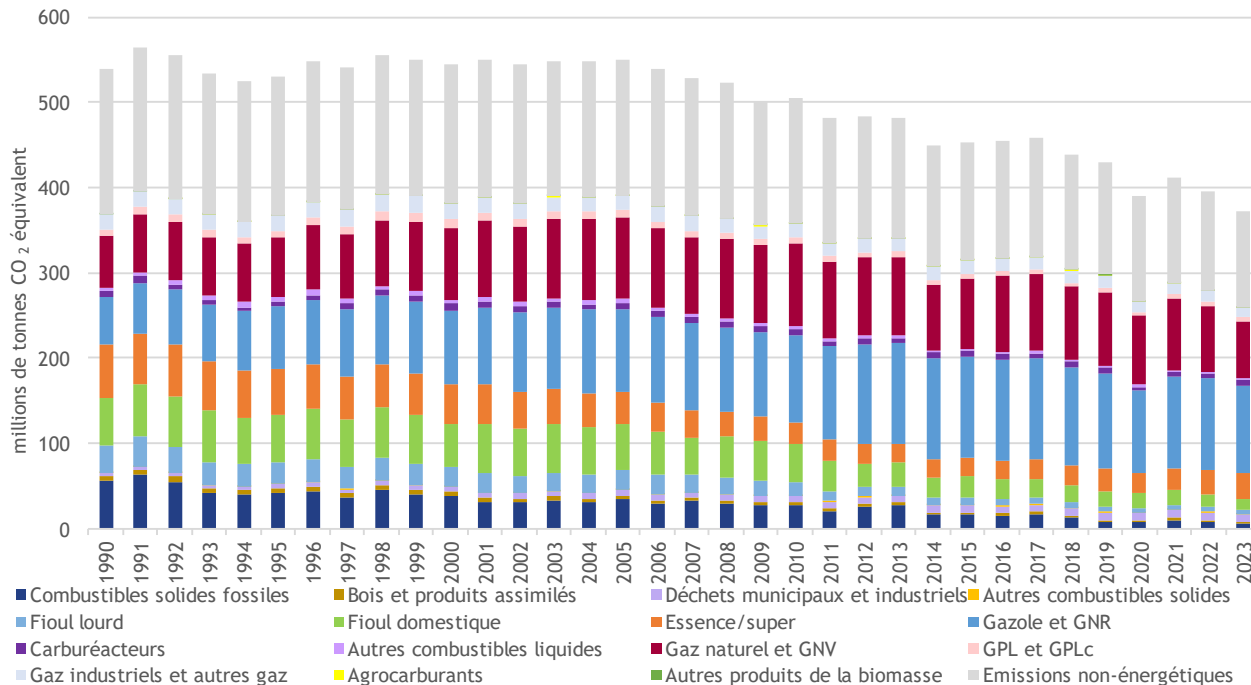
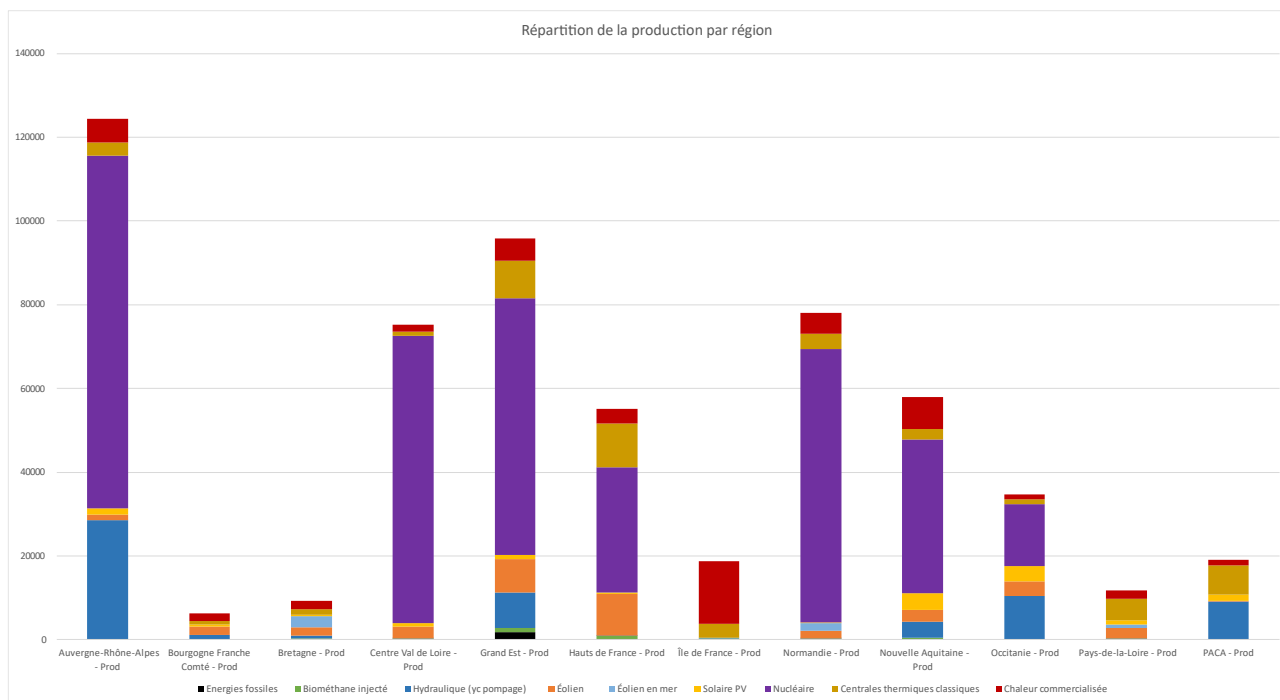


Figure 16 : Répartition des émissions de CO<sub>2</sub>e hors UTCATF par combustible en France entre 1990 et 2023 (DGEC)



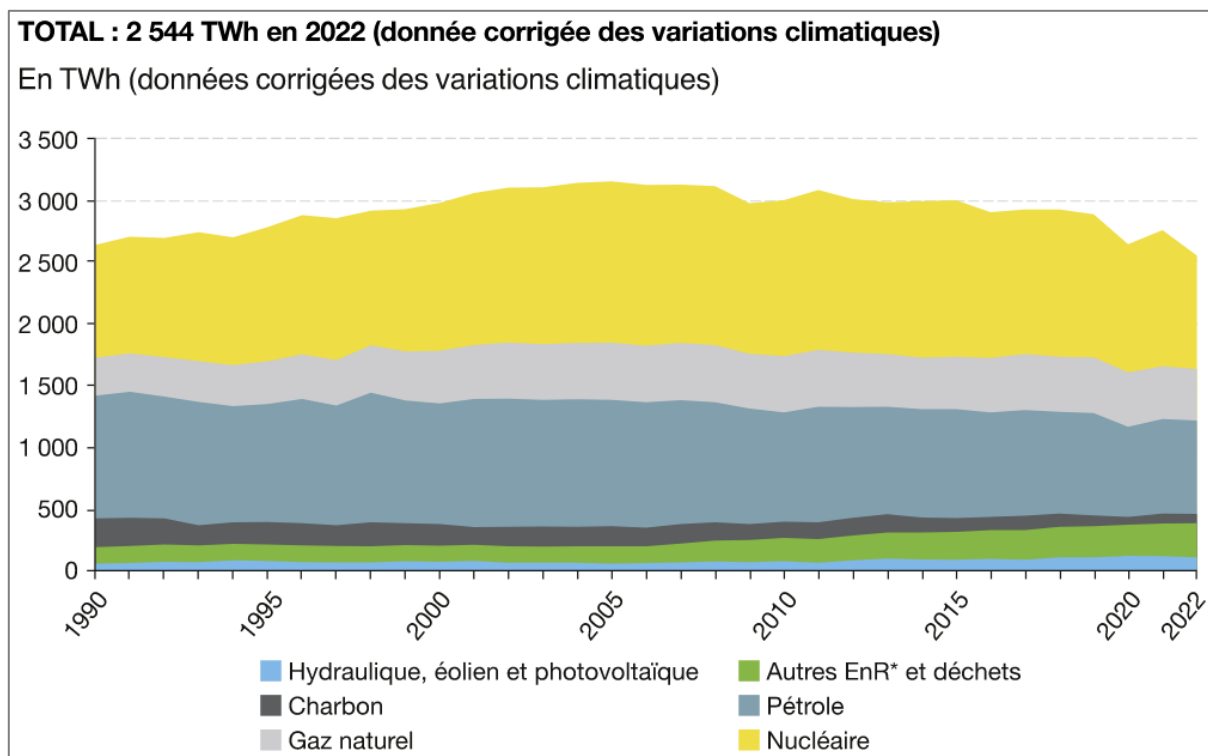
Toutes les régions françaises contribuent à production énergétique avec leurs spécificités locales. La région Auvergne-Rhône-Alpes est la plus grande productrice de nucléaire et d'hydraulique, suivie par le Grand Est et la Normandie. En outre, les Hauts de France sont les plus grands producteurs d'électricité via l'éolien terrestre, et l'Île-de-France de chaleur commercialisée.

Figure 17 : Répartition de la production d'énergie primaire par région en 2021 (DGEC)



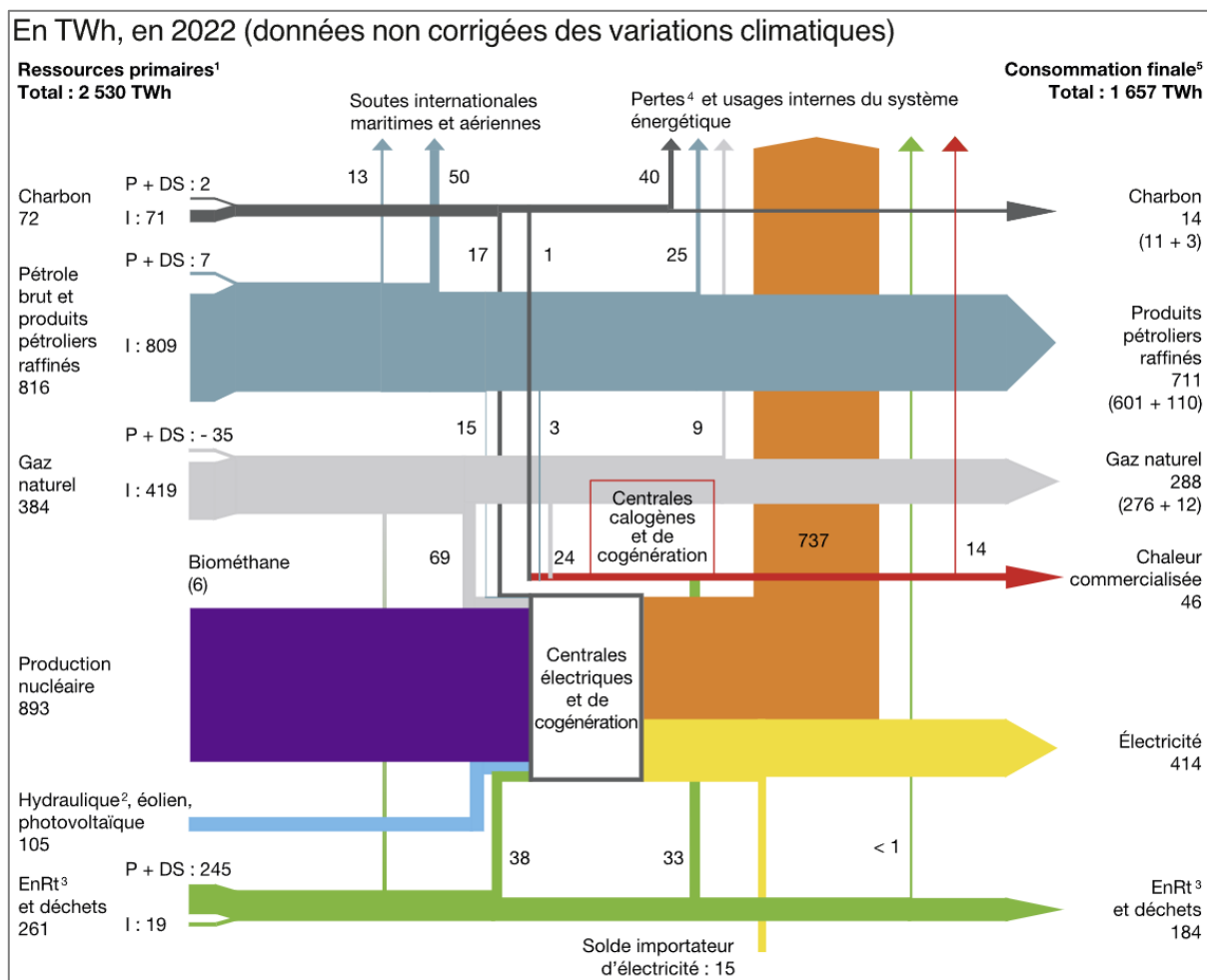
La consommation d'énergie primaire s'établit à 2 482 TWh en 2022 (en données réelles non corrigées des variations climatiques, ou 2 544 TWh en données corrigées, voir figures ci-dessous). La consommation d'énergie primaire de la France correspond à la demande intérieure d'énergie avant transformation et usages internes de la branche énergie. Le bouquet énergétique primaire réel de la France se compose de 37 % de nucléaire, 30 % de pétrole, 16 % de gaz naturel, 15 % d'énergies renouvelables et déchets (dont 1 % de déchets non renouvelables) et 3 % de charbon. Le bois-énergie, qui représente la quasi-totalité de la biomasse solide (5 % de la consommation primaire), demeure la première source d'énergie renouvelable consommée en France, loin devant l'électricité d'origine hydraulique. Il est quasi exclusivement dédié au chauffage.

*Figure 18 : Évolution de la consommation d'énergie primaire entre 1990 et 2022 (SDES)*



Après avoir régulièrement augmenté jusqu'en 2005, la consommation d'énergie primaire, corrigée des variations climatiques, se replie depuis. L'évolution de long terme est différenciée selon les énergies : depuis 1990, les consommations de charbon et de pétrole ont reculé respectivement de 68 % et 24 %. À l'inverse, la consommation de gaz naturel a augmenté de 35 % tandis que celle d'énergies renouvelables a plus que doublé. En 2022, la consommation primaire se contracte fortement en raison principalement de la baisse de la production nucléaire. Elle diminue de 7,5 % à climat corrigé, soit une baisse d'ampleur à peine inférieure à celle observée lors de la crise sanitaire en 2020 (-8,4 %).

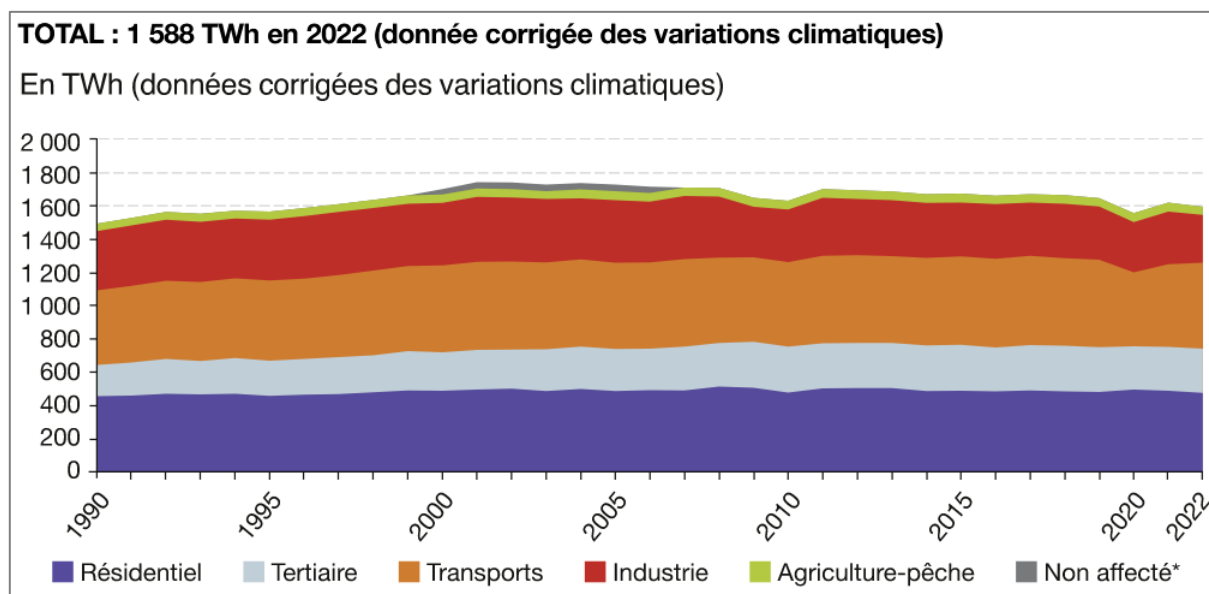
*Figure 19 : Ensemble des énergies - Bilan énergétique de la France en 2022 (SDES)*



La consommation d'énergie primaire de la France se situe 11,7 % en dessous de son niveau de 2019. Cette consommation peut être décomposée comme la somme de la consommation finale d'énergie et des pertes de transformation, de transport et de distribution. Ces dernières diminuent de 15,5 % à climat corrigé, en raison principalement des moindres pertes de chaleur des centrales nucléaires liées à la faible disponibilité du parc en 2022. La consommation finale d'énergie baisse de 3,1 %. Les usages non énergétiques, majoritairement concentrés dans la pétrochimie, se replient de 19,4 %. Corrigée des variations climatiques, la consommation finale à usage énergétique diminue de 1,6 % par rapport à 2021 et de 5,9 % par rapport à 2012, année de référence des objectifs de la programmation pluriannuelle de l'énergie.

En 2022, année marquée par une crise énergétique, la consommation finale à usage énergétique s'élève à 1 532 TWh. À climat corrigé, cette consommation est de 1 588 TWh (voir figure suivante), en légère baisse par rapport à 2021 (-1,6 %). Cette baisse s'explique essentiellement par l'évolution de la consommation dans l'industrie (-9,6 %) et, dans une moindre mesure, par celle du résidentiel (-2,6 %) et de l'agriculture-pêche (-8,2 %). À l'inverse, la consommation augmente dans les transports (+4 %) et le tertiaire (+0,7 %). Après une croissance quasi continue entre 1990 et 2001, la consommation finale énergétique s'est ensuite infléchi (-0,6 % en moyenne annuelle entre 2011 et 2022, à climat corrigé). De 1990 à 2022, la part du tertiaire dans la consommation a progressé de 13 % à 17 % alors que celle de l'industrie a diminué de 24 % à 18 %. La part des transports a légèrement augmenté (de 30 à 33 %) et celles du résidentiel (30 %) et de l'agriculture (3 %) sont restées stables.

Figure 20 : Consommation d'énergie finale par secteur en 2022 (SDES)



La baisse de consommation de gaz diminue la consommation finale énergétique de l'industrie. Corrigée des variations climatiques, cette consommation industrielle s'établit à 285 TWh en 2022 (281 TWh en données non corrigées du climat). Après un rebond de 4,5 % en 2021 et dans un contexte géopolitique peu favorable, la consommation se replie nettement en 2022 (-9,6 %), essentiellement du fait de la baisse de la consommation de gaz (-20 %). La baisse annuelle moyenne toutes énergies confondues est de 1,8 % par an entre 2011 et 2022. L'électricité domine le mix énergétique (38 %), suivie par le gaz naturel (34 %), les produits pétroliers (9 %), les énergies renouvelables et la chaleur commercialisée (7 % chacune) et enfin le charbon (4 % contre 11 % en 1990).

La levée de restriction des déplacements rehausse la consommation des transports. En 2022, malgré la hausse des prix énergétiques, la consommation d'énergie à usage de transport continue de progresser avec la levée totale des restrictions de déplacement (+4 %, après +12,1 % en 2021). Elle atteint 517 TWh, mais reste en dessous de son niveau de 2019 (525 TWh). Cette consommation avait crû régulièrement dans les années 1990 (+1,5 % en moyenne annuelle entre 1990 et 2000), avant de se stabiliser. Les produits pétroliers (gazole, essence, carburateurs), principalement à destination des transports routiers, dominent largement le bouquet énergétique avec 91 % du total. Celui-ci est complété, en 2022, par 7 % de biocarburants incorporés, 2 % d'électricité qui alimente principalement le transport ferroviaire et 0,4 % de gaz naturel (bus, poids lourds, utilitaires).

La sobriété maintient la tendance de réduction du secteur résidentiel. En 2022, la consommation énergétique du secteur résidentiel poursuit sa diminution, à climat constant, et s'établit à 472,8 TWh. Cette baisse de 2,6 % est portée par le gaz naturel (-4,8 %) et l'électricité (-4,1 %) dans un contexte de prix élevés et d'incitation à la sobriété énergétique. L'électricité demeure l'énergie la plus consommée, avec 34 % du total, devant le gaz (27 %), les énergies renouvelables (26 %) et les produits pétroliers (9 %). Depuis 2011, les parts du gaz et du pétrole diminuent au profit des énergies renouvelables, principalement le bois, et de l'électricité.

Le tertiaire en légère hausse. La consommation énergétique du secteur tertiaire, corrigée des variations climatiques, s'établit à 265 TWh en 2022 (252 TWh en données non corrigées du climat). Elle augmente de 0,7 % entre 2021 et 2022. Après une phase de croissance entre 1990 et 2009, elle varie peu depuis 2010 (-0,3 % en moyenne annuelle entre 2010 et 2022). L'électricité représente un peu plus de la moitié du mix énergétique (51 %). Elle est suivie par le gaz naturel (26 %) dont la consommation a baissé de 5 % en 2022. Viennent ensuite les produits pétroliers (13 %), les énergies renouvelables et déchets (5 %) et la chaleur distribuée par réseau (4 %).

Le secteur agriculture-pêche en baisse significative, suivant une forte hausse. La consommation finale d'énergie de l'agriculture et de la pêche s'élève à 48,7 TWh en 2022. Stable jusqu'en 2019, elle a augmenté de 7 % entre 2019 et 2020 puis a baissé de 2 % en 2021. En 2022, cette consommation baisse encore plus fortement (-8 %) et se situe à un niveau légèrement inférieur à celui de 2019. Le mix énergétique est dominé par les produits pétroliers (69 %), suivis par l'électricité (16 %), les énergies renouvelables et déchets (10 %) et le gaz naturel (4 %). Dans l'agriculture, le gazole non routier (GNR) est le produit le plus consommé. Il est destiné aux tracteurs et engins mobiles non routiers. L'électricité, le gaz de pétrole liquéfié et le gaz naturel sont utilisés principalement pour les bâtiments d'élevage, les serres et l'irrigation. L'énergie consommée dans la pêche est essentiellement du carburant marin.

### Mesures et actions précédant la PPE 3

Les programmations pluriannuelles de l'énergie (PPE), outils de pilotage de la politique énergétique, ont été créées par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte. Elles concernent la métropole continentale et les zones dites non interconnectées (ZNI), à savoir la Corse, la Réunion, la Guyane, la Martinique, la Guadeloupe, Wallis et Futuna et Saint-Pierre et Miquelon. La PPE de métropole continentale est élaborée par l'Etat tandis que les PPE des ZNI sont co-élaborées avec les collectivités territoriales.

La PPE de métropole continentale exprime les orientations et priorités d'action des pouvoirs publics pour la gestion de l'ensemble des formes d'énergie sur le territoire métropolitain continental, afin d'atteindre les objectifs de la politique énergétique définis aux articles L. 100-1, L. 100-2 et L. 100-4 du Code de l'énergie. La PPE contient des volets relatifs à la sécurité d'approvisionnement, à l'amélioration de l'efficacité énergétique et à la baisse de la consommation d'énergie primaire, en particulier fossile, au développement de l'exploitation des énergies renouvelables et de récupération, au développement équilibré des réseaux, du stockage, de la transformation des énergies et du pilotage de la demande d'énergie, à la Stratégie de développement de la mobilité propre, à la préservation du pouvoir d'achat des consommateurs et de la compétitivité des prix de l'énergie et à l'évaluation des besoins de compétences professionnelles dans le domaine de l'énergie et à l'adaptation des formations à ces besoins.

La PPE 2 a fixé des objectifs de réduction de la consommation d'énergie par rapport à 2012 :

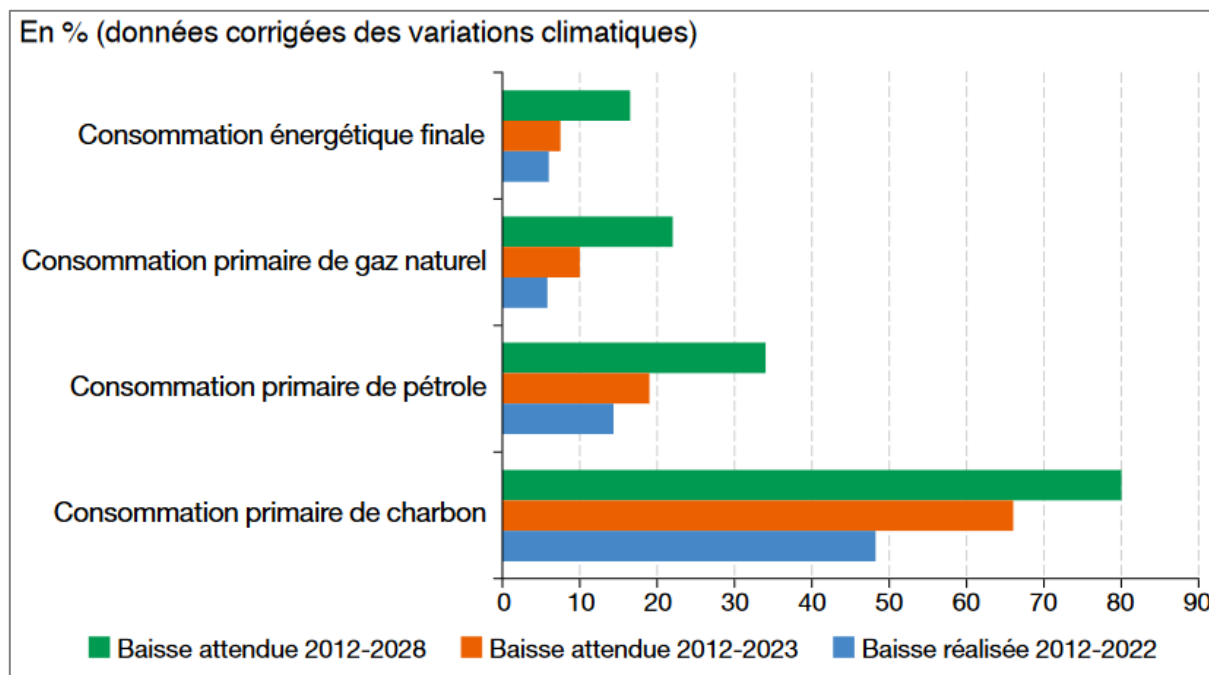
- Consommation finale d'énergie : -7,5 % en 2023 et -16,5 % en 2028 ;
- Consommation primaire de gaz naturel : -10 % en 2023 et -22 % en 2028 ;
- Consommation primaire de pétrole : -19 % en 2023 et -34 % en 2028 ;



- Consommation primaire de charbon : -66 % en 2023 et -80 % en 2028.

La consommation finale d'énergie, corrigée des variations climatiques, a diminué de 6,0 % entre 2012 et 2022 (voir figure suivante). Les consommations primaires hors usages non énergétiques de gaz naturel, pétrole et charbon ont respectivement décru de 5,8 %, 14,4 % et 48,2 % sur la même période.

*Figure 21 : Baisses de consommation réalisées et attendues dans la PPE par rapport à 2012 (SDES)*

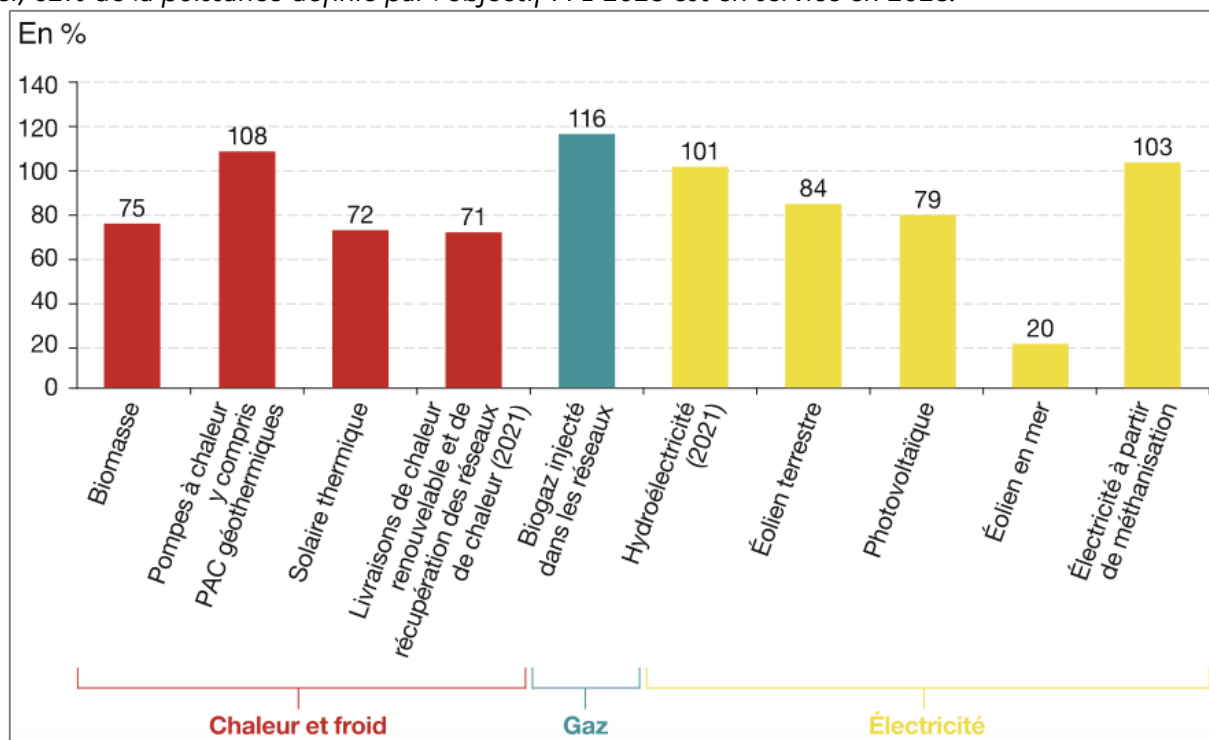


Pour le développement des filières de production d'énergies renouvelables et de récupération, la part déjà réalisée à la fin 2022 des objectifs de la PPE à l'horizon 2023 varie selon les filières. Ainsi, certaines filières, telles que l'hydroélectricité, les pompes à chaleur, l'électricité issue de la méthanisation ou les injections de biogaz dans les réseaux, ont déjà atteint leur objectif de production ou de puissance fixé pour 2023 (voir figure ci-dessous). D'autres, comme la biomasse, l'éolien terrestre ou le photovoltaïque, ont réalisé plus des trois quarts de l'objectif prévu. La mise en service du premier parc éolien en mer en 2022 permet d'atteindre 20 % de l'objectif de puissance fixé pour 2023.

Pour développer et valoriser la connaissance sur les enjeux environnementaux liés à l'énergie, des observatoires ont été créés. L'Observatoire national de l'éolien en mer a été créé en 2022 et doté d'un budget de 50 M€ sur 3 ans. Il doit permettre l'amélioration de la connaissance du milieu marin et des impacts des éoliennes en mer, ainsi que l'information des parties prenantes. L'Observatoire des énergies renouvelables et de la biodiversité a été créé en 2023 par la loi APER en lien avec la Stratégie nationale Biodiversité 2030. Il vise à éclairer le débat public et les décisions politiques en matière de développement des énergies renouvelables, et à contribuer à la cohérence des politiques publiques en apportant des éléments de connaissance nécessaires à la conciliation des objectifs de souveraineté énergétique et de neutralité carbone d'une part, et de zéro perte nette de biodiversité et zéro artificialisation nette d'autre part.

*Figure 22 : Part de l'accroissement prévu entre 2018 et 2023 réalisée en 2020 (SDES)*

Note : les objectifs relatifs à la chaleur et au froid ainsi qu'au gaz renouvelable sont exprimés en production d'énergie, tandis que ceux relatifs à l'électricité renouvelable le sont en puissance installée. En 2023, la puissance photovoltaïque représente 96% de l'objectif fixé en 2023. Concernant l'éolien en mer, 62% de la puissance définie par l'objectif PPE 2023 est en service en 2023.



### Bilan synthétique de la PPE 2

La PPE 2 fait l'objet d'un suivi périodique. La dernière version des indicateurs de suivi est disponible au lien suivant : <https://www.economie.gouv.fr/actualites/publication-des-indicateurs-de-suivi-2022-de-la-programmation-pluriannuelle-de-lenergie>

### En matière de réduction de la consommation d'énergie

La 2<sup>e</sup> programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE 2) visait un objectif de consommation d'énergie finale à usage énergétique à l'échelle de la France continentale (hors sources internationales) de 1 528 TWh en 2023. En 2018 et en 2022, cette consommation d'énergie s'élevait respectivement à 1 614 TWh et 1 559 TWh<sup>22</sup>. Compte tenu de l'augmentation du niveau d'ambition en matière de réduction de consommation d'énergie dans la 3<sup>e</sup> programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE 3), une accélération forte de l'effort en matière d'efficacité et de sobriété énergétiques sera nécessaire. L'objectif fixé par la PPE 2 était une baisse de la consommation primaire de produits pétroliers de 19 % en 2023 par rapport à 2012. En 2022, la réduction atteint 17,2 %.

La baisse de cette consommation a été portée par une politique active d'efficacité énergétique qui a concerné les secteurs du bâtiment, du transport et de l'industrie.

<sup>22</sup> Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique (2024). Mise à jour des indicateurs de suivi de la PPE (indicateurs 2022).

[https://www.economie.gouv.fr/files/files/2024/2024\\_01\\_22\\_Publication\\_Indicateurs\\_Definitifs\\_PPE.pdf](https://www.economie.gouv.fr/files/files/2024/2024_01_22_Publication_Indicateurs_Definitifs_PPE.pdf)

En ce qui concerne le dispositif des certificats d'économie d'énergie (CEE), pour les deux premières années de la 5e période (2022 - 2025) :

- 936 TWhc ont été délivrés (2 084 TWhc sur la période 2018-2023)
- 475 TWhc ont été délivrés pour les ménages les plus précaires

La répartition sectorielle des CEE délivrée est comme suit :

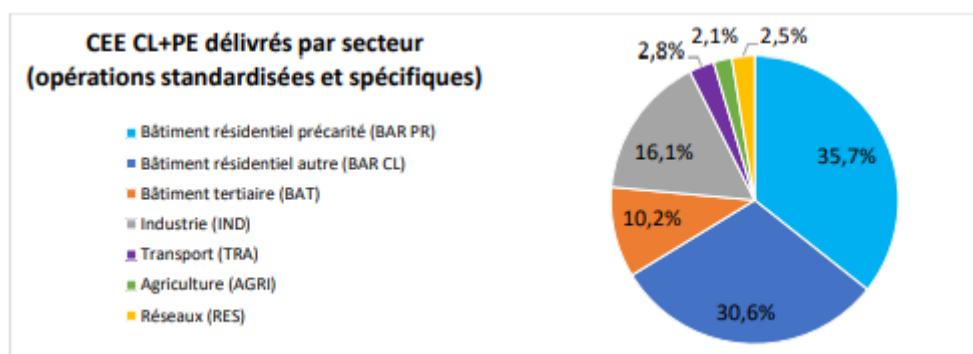


Figure 23 Répartition sectorielle délivrée au cours des deux premières années de la 5e période

Sur la période 2019-2023, 1 194 TWhc ont été délivrés pour les ménages en situation de précarité énergétique dans le cadre du dispositif des CEE. En 2022, le taux de précarité énergétique est quasiment revenu à son niveau de 2019 malgré la crise énergétique (ONPE, 2024).

En ce qui concerne l'évolution de la précarité énergétique, selon l'ONPE (2024), l'ensemble des mesures prises en 2022 pour soutenir la facture énergétique des ménages (bouclier tarifaire sur le gaz et l'électricité, chèques énergie classique et exceptionnel) a contribué à diminuer la précarité énergétique de 5,3 points toutes choses égales par ailleurs.

En ce qui concerne le déploiement des contrats de performance énergétique (CPE), en 2022, 380 CPE publics étaient identifiés visant en moyenne 29,7 % d'économie d'énergie.

S'agissant du bâtiment, la création de MaPrimeRenov' en janvier 2020 a rendu plus accessible la rénovation énergétique aux plus modestes. Depuis, 2 millions de logements ont été rénovés, dont plus de 210 000 rénovations globales, mobilisant 8,6 Md€ d'aides. Environ de 1,1 million de ménages en situation de précarité énergétique ont bénéficié d'une aide pour la rénovation énergétique des bâtiments (CITE + MPR) sur la période 2019-2022.

L'impact des "coups de pouce" mis en place sur cette période, tant en termes de nombre de travaux effectués, de montant de primes versés et d'économie d'énergie réalisées figurent dans le tableau ci-dessous :

| Coup de pouce Chauffage et/ou Isolation<br>(janvier 2019 à décembre 2023)                                |                                                                                                                                                                               |                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lancement : Janvier 2019<br><b>81</b> signataires de la charte<br>Coup de pouce « Chauffage »            | 1,26 million de travaux de remplacement de chauffage achevés<br><br>2,1 millions de travaux d'isolation achevés<br><br><b>Primes versées de plus de 5,5 milliards d'euros</b> | Chauffage : <b>523 TWhc</b> de CEE engagés<br><br>Isolation : <b>518 TWhc</b> de CEE engagés |
| Coup de pouce « Rénovation performante d'une maison individuelle »<br>(janvier 2022 à décembre 2023)     |                                                                                                                                                                               |                                                                                              |
| Lancement : Janvier 2022<br><b>47</b> signataires de la charte                                           | 71 436 travaux engagés (nombre de logements)<br><br>36 591 travaux achevés (nombre de logements)<br><br><b>Primes versées de 1 078 M€</b>                                     | <b>286 TWhc</b> de CEE engagés                                                               |
| Coup de pouce Rénovation performante de bâtiment résidentiel collectif<br>(octobre 2020 à décembre 2023) |                                                                                                                                                                               |                                                                                              |
| Lancement : Octobre 2020<br><b>43</b> signataires de la charte                                           | 10 026 travaux engagés (nombre de logements)<br><br>1 466 travaux achevés (nombre de logements)<br><br><b>Primes versées de 5,1 M €</b>                                       | <b>12,9 TWhc</b> de CEE engagés                                                              |

| Coup de pouce Chauffage des bâtiments résidentiels collectifs et tertiaires<br>(de mai 2020 à décembre 2023)<br><b>66 signataires de charte</b> |                                                                                                                                                       |                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Lancement (tertiaire) : Mai 2020                                                                                                                | 1454 travaux engagés<br>800 travaux achevés<br><b>4,8 millions m2 de surface chauffée par les travaux engagés</b><br><b>Primes versées de 11,3 M€</b> | <b>8,8 TWhc</b> de CEE engagés |
| Lancement (résidentiel collectif) : septembre 2022                                                                                              | <b>28 302 travaux engagés</b> (nombre de logements)<br><b>Primes versées de 3,4 M€</b>                                                                | <b>5,6 TWhc</b> de CEE engagés |

Dans le cadre de sa lutte contre la fraude, depuis le lancement des contrôles sur site du PNCEE en septembre 2019, le nombre d'opérations envoyées en contrôle affiche une progression. En 2023, près de 12 000 opérations ont été sélectionnées et envoyées en contrôle pour un budget engagé proche de 5 M€. Les efforts menés en 2023 par le PNCEE, notamment dans la transmission d'information aux bénéficiaires, ont permis une augmentation nette du taux de réalisation des contrôles de 55% à 64%.

Le service public de la rénovation de l'habitat, France Rénov', a été lancé le 1<sup>er</sup> janvier 2022 pour faciliter la rénovation énergétique des logements en informant davantage et en accompagnant les ménages à toutes les étapes de leurs projets. Plus de 570 espaces conseils France Rénov' et 2 550 conseillers sont désormais présents sur l'ensemble du territoire, grâce à la mobilisation de l'Etat et des collectivités territoriales qui participent au financement de ce dispositif.

Dans le domaine du transport, les autorités françaises ont mis en œuvre plusieurs mesures pour inciter à la sobriété. Au-delà des actions de promotion et de développement des mobilités douces (marche, vélo, transports en communs) et des alternatives à l'auto-solisme, plusieurs mesures ont

ainsi été prises pour encourager des véhicules à la fois plus sobres à l'usage et plus sobres lors de leur fabrication.

Concernant la sobriété à l'usage, on peut citer aussi bien des incitations fiscales (malus CO<sub>2</sub>, taxes annuelles sur les véhicules affectés à des fins économiques, etc.), régulièrement renforcées, que des mesures relatives à l'information du consommateur et à la régulation de la publicité (obligations d'étiquetage CO<sub>2</sub>/énergie des voitures neuves, interdiction, à compter de 2028, de la publicité pour des voitures émettant plus de 123 gCO<sub>2</sub>/km, etc.).

Concernant la sobriété à la fabrication des véhicules, on peut notamment mentionner l'instauration, depuis 2022, d'un malus sur la masse en ordre de marche des véhicules de tourisme, afin de défavoriser la production et l'acquisition de véhicules lourds, plus consommateurs de matière, qui a été fortement renforcé en 2024 et 2025, ainsi que la mise en place, pour l'octroi des aides à l'acquisition de voitures électriques neuves, depuis la fin d'année 2023, d'un score environnemental minimal lié à l'empreinte carbone à la fabrication et à l'acheminement en France des véhicules, permettant de cibler le soutien de l'Etat aux voitures électriques présentant les meilleures performances en la matière.

Grâce à une politique active d'aides à l'acquisition du véhicule propre via les bonus écologiques et la prime à la conversion et les pénalités fiscales sur les véhicules les plus émetteurs, le parc de véhicules particuliers électriques (y compris hybrides rechargeables) s'est considérablement accru. Le nombre de véhicules légers électrifiés (électriques et hybrides rechargeables) en circulation dépassera 1 500 000 fin 2023. Ces véhicules constituent désormais un quart du marché, et les véhicules 100 % électriques ont représenté plus de 19 % des immatriculations en septembre 2023. Sur cette période, près d'un million de bonus à l'achat de véhicules électriques et plus de 450 000 primes à la conversion ont été versés depuis 2020. La prime à la conversion fait l'objet, par le commissariat général au développement durable, d'un bilan économique et environnemental annuel. Le dernier bilan réalisé, portant sur les primes à la conversion attribuées sur l'ensemble de l'année 2022 (90 000 primes attribuées, pour un coût budgétaire de 233 M€), établit que le dispositif présente un bilan socio-économique positif, à hauteur de 40 M€, lié notamment, sur le plan environnemental et sanitaire, à l'évitement de l'émission de 35 tonnes de particules fines et de 120 000 tonnes de CO<sub>2</sub>.

Parallèlement, l'Etat a organisé le développement d'une filière de batteries électriques pour véhicules dans le cadre du Projet Important d'Intérêt Européen commun dédié aux batteries, qui a permis l'émergence de 4 projets de gigafactories électriques en France. Une attention renforcée a été portée sur la résilience de l'approvisionnement en matières premières critiques pour leur production au niveau européen (Critical Raw Materials Act) et des critères stricts sur l'impact carbone en cycle de vie des batteries ont été impartis dans le cadre du règlement batteries négocié en Présidence française de l'Union et adopté par l'Union européenne le 10 juillet 2023.

En cohérence avec cette électrification du parc de véhicules, le nombre de points de recharge est en nette augmentation depuis 2020. Ainsi, avec le soutien fort de l'Etat, environ 1310 000 points de recharge sont actuellement ouverts au public, répartis sur l'ensemble du territoire. A cela, s'ajoutent près de 21,7 millions de bornes aujourd'hui déployées à domicile ou dans les entreprises. Ils font de

la France l'un des trois pays les mieux équipés d'Europe, avec les Pays-Bas et l'Allemagne, en nombre de points de charge et en densité.

Mécanisme central de l'action publique pour l'efficacité énergétique, le dispositif des certificats d'économie d'énergie (CEE) est monté en puissance tout au long de la période. La quatrième période du dispositif des CEE (2018-2021) reposait sur des obligations renforcées (2 133 TWhc, dont au moins 533 TWhc au bénéfice des ménages en situation de précarité énergétique) par rapport à la troisième période, signifiant que davantage d'actions d'économies d'énergie devront être financées par les acteurs obligés. Le périmètre d'application du dispositif a été étendu au secteur de l'industrie, aux installations soumises au système européen d'échanges de quotas de gaz à effet de serre. Les objectifs de la cinquième période (2022-2025) ont été renforcés par rapport à la quatrième période (obligation portée à 3 100 TWhc sur 4 ans, dont 1 130 TWhc au bénéfice des ménages en situation de précarité énergétique). Par ailleurs, cette cinquième période prévoit un renforcement de l'efficacité du dispositif.

Dans une démarche de sobriété et de promotion des modes de consommation les moins intenses énergétiquement, la France a également, au long de la période, soutenu résolument la politique européenne en matière d'écoconception et d'étiquetage énergétique des produits liés à l'énergie : elle veille scrupuleusement à la réalisation des programmes de travail successifs, et actuellement à la réalisation du programme 2022-2024. Le programme de travail 2022-2024 prévoit 38 réexamens de mesures existantes, qui permettront d'économiser de l'ordre de 170 TWh supplémentaires par an à l'échelle européenne. Les priorités sont notamment la révision des dispositions concernant les appareils de chauffage et de refroidissement ainsi que l'évolution des étiquettes énergétiques.

Dans le domaine de l'industrie, la politique de décarbonation portée par l'Etat s'est appuyée sur des feuilles de route de décarbonation pour les secteurs les plus émetteurs (métallurgie, chimie lourde, ciment) et a été soutenue grâce au plan France Relance qui a permis d'accompagner plus de 200 sites industriels pour une réduction d'environ 4 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an. En complément, un soutien à la décarbonation profonde est en cours de déploiement dans le cadre de France Relance et la stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné assortie de près de 9 Mds€ de soutien public.

Plus récemment, l'Etat a présenté le 6 octobre 2022 un premier plan de sobriété énergétique issu d'un travail mené dans dix secteurs d'activité et conduit avec plus de 300 fédérations. L'objectif de ce plan était de réduire de 10 % la consommation par rapport à fin 2019.

Cette mobilisation a permis d'obtenir des résultats inédits. Ainsi, sur douze mois (1<sup>er</sup> août 2022 au 31 juillet 2023), la France a réduit sa consommation combinée d'électricité et de gaz de 12 % – après correction des effets météorologiques et pour tous les types de consommateurs, y compris ceux moins exposés à la volatilité des prix de l'énergie. Cette baisse de la consommation, qui s'est faite sans impact sur la croissance, a permis à la France de réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 8,5 % au dernier trimestre 2022 et de 4,3 % au premier semestre 2023.

***En matière de développement des énergies renouvelables***

**La part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie a augmenté de 3,1 TWh par rapport à 2022 pour atteindre un total 193,4 TWh** et nous plaçant à un niveau comparable à nos partenaires européens de taille comparable notamment l'Allemagne (20,4 %). Cela témoigne du succès des efforts menés par l'Etat pour accélérer le déploiement des énergies renouvelables.

**Les objectifs de la PPE pour l'éolien terrestre et le photovoltaïque ne sont pas atteints.** Pour le photovoltaïque, la puissance nouvellement raccordée est de 1 373 MW au premier semestre 2023, contre 1 093 MW au premier semestre 2022. La puissance du parc solaire photovoltaïque atteint 17,5 GW en France continentale (18 GW France entière) à la fin du premier semestre 2023, pour un point de passage prévu par la PPE à 18,9 GW. Pour l'éolien terrestre, au 30 juin 2023, la puissance éolienne totale installée en France continentale est de 22,5 GW dont 21,6 GW d'éolien terrestre, soit légèrement en deçà point de passage prévu par la PPE à 23,2 GW. **Cela s'explique notamment par le fait de longs délais d'instruction** (rallongés, le plus souvent, d'un contentieux sur l'autorisation octroyée). Pour l'éolien terrestre, de nombreuses difficultés résident notamment dans les contraintes aéronautiques et militaires qui restreignant le développement des projets, et parfois aussi des difficultés d'acceptabilité locale. Pour le photovoltaïque, le cadre réglementaire et législatif actuel contraint de plus en plus le développement des projets au sol, ce qui peut expliquer également les difficultés d'atteinte des objectifs. De nombreuses mesures ont été mises en place et sont en cours de déploiement pour atteindre les objectifs de la PPE 3.

**Les efforts mentionnés ci-dessus passent d'abord par la simplification des procédures administratives pour l'implantation de nouvelles installations de production d'électricité renouvelable** : la loi n°2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables (APER) prévoit ainsi diverses mesures permettant d'accélérer le développement des énergies renouvelables et ses textes d'application ont été déployés depuis le 10 mars 2023. Elle permet ainsi de définir l'agrivoltaïsme et d'encadrer son développement. En parallèle, elle encadre le développement du photovoltaïque au sol sur espaces naturels, agricoles et forestiers et renforcer les obligations de solarisation des parkings et bâtiments préalablement introduites par la loi Climat & Résilience. Enfin, elle permet, dans la lignée des textes européens, la reconnaissance de la réponse des projets d'EnR à une raison impérative d'intérêt public majeure ce qui permettra de sécuriser les dérogations espèces protégées octroyées aux porteurs de projet. Cet effort se joue également au niveau local, par la mobilisation de l'ensemble des parties prenantes, aussi bien les services déconcentrés de l'Etat qui assurent l'accompagnement et l'instruction des projets que les collectivités locales engagées dans la démarche de planification locale des zones d'accélération et de régionalisation des objectifs ENR, notamment prévue par l'article 15 de la loi APER.

**Concernant l'éolien en mer, plusieurs réformes récentes ont permis d'accélérer son développement**, bien que l'objectif 2023 ne soit pas atteint. La loi d'accélération et de simplification de l'action publique (ASAP) de 2020 a permis :

- D'anticiper les phases administratives de pré-sélection des candidats aux appels d'offres éoliens en mer, en parallèle des débats publics. Cette disposition permet d'accélérer les procédures de mise en concurrence de plusieurs mois sans diminuer le niveau de participation du public ;

- De mutualiser les débats publics sur des projets éoliens en mer au sein d'une même façade maritime. Cette disposition permet d'améliorer la planification de l'éolien en mer, tout en donnant une visibilité plus importante au public ;
- De donner compétence au Conseil d'Etat pour juger en premier et dernier ressort les recours juridictionnels contre les projets éoliens en mer. Cette disposition permet de raccourcir les délais de recours d'au moins deux années.

La loi APER de 2023 a quant à elle permis :

- De mutualiser les débats publics pour l'éolien en mer et ceux pour la révision des documents stratégiques de façade, toujours dans une logique de planification plus intégrée ;
- D'anticiper les raccordements en mer indépendamment du processus d'appel d'offres.

Enfin, la loi APER ainsi les décrets n°2023-1419 du 29 décembre 2023 et 2023-1209 du 19 décembre 2023 ont permis de clarifier et simplifier le régime d'autorisations des projets éoliens en mer, en particulier en zone économique exclusive (ZEE).

Ainsi, si l'objectif de puissance installée de 2,4 GW en 2023 visé par la PPE n'est pas atteint en raison de longues périodes d'instruction des autorisations, de recours et de retard dans les travaux pour les projets des deux premiers appels d'offres éoliens en mer, les réformes précitées doivent permettre d'accélérer le développement des futurs parcs. On peut également souligner que l'Etat a lancé l'ensemble des appels d'offres éolien en mer prévus par l'actuel PPE (AO3 à 9) représentant plus de 7,5 GW, et que les travaux actuels de planification doivent permettre d'identifier des zones pour pouvoir attribuer 15,5 GW supplémentaires dans les 10 prochaines années, dans la perspective d'atteindre 45 GW en service en 2050.

En l'état, 3 projets totalisant 1,5 GW ont été mis en service : le parc de St Nazaire de 480 MW a été mis en service en 2022, les parcs de Fécamp et Saint Brieuc en mai 2024. En 2025, le projet de Courseulles-sur-Mer et celui de Yeu-Noirmoutier seront également mis en service. Enfin, le projet de Dieppe-Le Tréport sera mis en service en 2026.

S'agissant de la **chaleur renouvelable**, l'objectif de production par pompes à chaleur pour 2023 a été atteint et même dépassé (+27 % par rapport à l'objectif de production), mais pas ceux portant sur la biomasse (77 % de l'objectif atteint), le solaire thermique (89 % de l'objectif atteint) et les livraisons de chaleur renouvelable et de récupération et réseaux de chaleur (67 %) de l'objectif atteint).

Malgré un budget du Fonds Chaleur revu à la hausse depuis 2018, le contexte d'incitations fiscales n'a pas permis de différencier suffisamment les énergies bas-carbone par rapport aux énergies fossiles pour la production de chaleur, rendant difficile l'impulsion d'une dynamique suffisante pour atteindre les objectifs de la PPE en la matière. Le rythme de développement de la chaleur a ainsi été, sur le début de la période, près de deux fois plus faible que celui prévu pour la PPE. Le budget du Fonds Chaleur pour 2022 a été porté à 520 M€ afin de faire face à la crise énergétique et d'accélérer notamment le déploiement des réseaux de chaleur, principal vecteur de la chaleur renouvelable. Il a encore été augmenté à 595 M€ en 2023 pour faire face à l'augmentation importante de nouveaux projets de réseaux de chaleur urbains.



Dans le cadre du plan de relance, l'Etat a par ailleurs mis en place un soutien ambitieux et volontariste à la décarbonation de l'industrie disponible dès 2020 et qui a été poursuivi en 2021 et 2022 pour un total de 1,2 Md€ sur la période 2020-2022. Une dynamique très forte sur les projets de chaleur renouvelable a ainsi été observée en 2022.

S'agissant de la **biomasse**, le contexte de la PPE 3 a évolué par rapport à la PPE 2. En effet, les ressources en bois-énergie et de biomasse en général sont devenues des facteurs limitants d'où des objectifs revus à la baisse dans la nouvelle PPE. Par ailleurs, le développement du bois-énergie sera subordonné au respect de la priorisation des usages d'une part et au principe de l'usage en cascade de la directive RED III d'autre part.

Quant au **solaire thermique**, la précédente PPE prévoyait une redynamisation de la filière via le développement des grandes installations dans l'industrie et sur réseaux de chaleur, et esquissait des perspectives de croissance dans le résidentiel individuel et collectif. Les années 2021 et 2022 ont été marquées en métropole par une reprise du marché du solaire thermique et le développement de GIST à capteurs vitrés, soutenues par un appel à projets dédié dans le cadre du Fonds Chaleur de l'ADEME. Cette dynamique doit s'accélérer fortement au cours des prochaines années en vue d'atteindre 6 TWh de consommation de chaleur solaire thermique en 2030 et 10 TWh en 2035. Relever ce défi – en multipliant par 4 le parc de capteurs installés dans les secteurs individuel et collectif et en atteignant 1 million de m<sup>2</sup> de capteurs installés par an dans le cadre de GIST – nécessite un effort soutenu tant sur le plan des capacités industrielles que sur celui de l'installation et de l'exploitation, sans oublier la dimension réglementaire et financière.

Les **livraisons de chaleur renouvelable et de récupération**, liées au développement des réseaux de chaleur, ont continué à augmenter régulièrement mais à un rythme insuffisant pour atteindre les objectifs de la PPE 2. En effet, malgré l'avantage d'un prix de la chaleur livrée plus stable et prévisible sur le long terme, les réseaux de chaleur urbains ont subi de plein fouet la concurrence des prix du gaz pendant plusieurs années, avant la crise énergétique qui a créé un enthousiasme important pour de nouveaux projets. Toutefois, ces projets doivent pouvoir sortir de terre pour produire pleinement leurs effets et cela à condition que le soutien public ne s'effrite pas, ce qui risquerait de remettre en cause cette dynamique.

**S'agissant de l'hydroélectricité**, la deuxième PPE visait à augmenter la puissance hydroélectrique installée en France continentale de l'ordre de 200 MW d'ici 2023 (soit 25,7 GW), et de 900 MW à 1 200 MW d'ici 2028 (soit de 26,4 à 26,7 GW). **Les objectifs La cible de la PPE 2 de 25.7 GW de puissance installée pour l'hydroélectricité a été atteinte en 2023**. Plusieurs mesures ont été prises depuis l'adoption de la PPE 2 pour soutenir le développement de la filière et accroître la puissance installée en prenant en compte l'ensemble des enjeux, en particulier environnementaux.

Il s'agit notamment d'un soutien économique pour les installations autorisées selon le principe **d'un arrêté tarifaire** (l'Etat reverse un soutien à la production d'électricité en fonction des caractéristiques de l'installation et des investissements qui ont été nécessaires) ou via **un appel d'offres**. Un arrêté tarifaire soutenant le développement et la rénovation d'installations hydroélectriques de moins de 1 MW a été pris en 2016. Ce régime d'aide, dit H16, est ouvert jusqu'en 2026 et a permis de soutenir 65 MW. En complément, 3 appels d'offres répartis sur 7 périodes ont été mis en œuvre depuis 2016,

ayant permis de désigner par mise en concurrence 64 lauréats représentant environ 150 MW sur des installations de moins de 4,5 MW.

Pour les concessions hydroélectriques, outre les travaux menés spontanément par les concessionnaires en application de leur contrat de concession ou qui ont pu faire l'objet d'avenants spécifiques, la loi énergie climat du 8 novembre 2019, a ouvert la possibilité de procéder à des augmentations de puissance par déclaration, sous certaines conditions. Cette possibilité, précisée au sein de la loi relative à l'accélération de la production des énergies renouvelables du 10 mars 2023 a permis, au 1<sup>er</sup> septembre 2024, d'approuver près de **60 MW d'augmentations de puissance** au sein des concessions hydroélectriques.

Plus spécifiquement, **la concession de la Compagnie nationale du Rhône a été prolongée** par la loi du 28 février 2022 relative à l'aménagement du Rhône jusqu'en 2041. Cette prolongation a notamment permis d'inscrire au sein du cahier des charges annexé à la loi la réalisation de plans quinquennaux d'investissements et d'un programme de travaux supplémentaires. Les plans quinquennaux d'investissements disposent d'un volet relatif au développement de la production d'énergie hydraulique ou d'autres sources d'énergies et sont mobilisés pour la construction d'un nouvel petit aménagement hydroélectrique de 8 MW et la réalisation d'une étude du potentiel hydroélectrique résiduel sur l'ensemble du Rhône. Le programme de travaux supplémentaire prévoit quant à lui la réalisation de l'augmentation de puissance de la centrale de Montélimar et la réalisation de 6 petites centrales hydrauliques couplées à des passes à poissons.

Plusieurs mesures complémentaires ont également été étudiées, telles qu'un soutien à la rénovation des installations de puissance comprise entre 1 et 4,5 MW.

Les objectifs liés au développement de l'hydroélectricité incluent également des objectifs de **déploiement de stations de transfert d'énergie par pompage (STEP)**, installations permettant de stocker de l'électricité via le pompage/turbinage entre deux lacs d'altitudes différentes. La PPE 2 fixait comme objectif d'engager les démarches permettant le développement de STEP **pour un potentiel de 1,5 GW**, en vue des mises en service des installations entre 2030 et 2035. Dans cette optique, une consultation publique a été lancée au printemps 2023 pour déterminer le cadre économique propice au développement des STEP et l'éventuelle nécessité d'un soutien public. Ces travaux se poursuivent et pourront notamment être mis en œuvre lors de la procédure d'attribution de la nouvelle concession de STEP des Lacs blanc et noir, dans le Haut-Rhin, pour laquelle une procédure d'octroi est en préparation. En outre, un avenant à la concession de Saut-Mortier a approuvé en janvier 2024 le nouveau projet de STEP d'une puissance de pompage de 18 MW permettant de développer la flexibilité énergétique de la chaîne hydroélectrique de l'Ain (450 MW) et de mieux concilier les usages autour de la ressource en eau.

**L'incertitude juridique entourant le renouvellement des concessions hydroélectriques et les discussions en cours avec la Commission européenne font toutefois planer une incertitude sur l'atteinte des objectifs de la filière hydroélectrique à l'horizon 2028 et 2035**, qu'ils soient en termes d'augmentation des capacités hydroélectriques ou de développement de STEP. En effet, en absence de renouvellement de concessions, les plus gros investissements de modernisation, d'augmentation de puissance ou de développement de capacité de pompage entre deux lacs existants ne peuvent

pas être réalisés. A court et moyen termes, la résolution des précontentieux autour du renouvellement des concessions hydroélectriques est ainsi nécessaire à l'atteinte des objectifs hydroélectriques.

**La production de biométhane injecté dans les réseaux de gaz a excédé dès 2022 l'objectif de 6 TWh fixé par la PPE 2 pour 2023**, avec un volume injecté de 7,0 TWh en 2022 et de 9,1 TWh en 2023, à comparer avec 0,7 TWh en 2018. Dans le même temps, le parc national d'installations de production de biométhane a connu une expansion rapide, passant 76 unités fin 2018 à 652 unités fin 2023.

Ce fort développement de la filière biométhane a été largement soutenu par le dispositif budgétaire d'obligation d'achat à tarif réglementé, qui fonctionne en guichet ouvert depuis sa mise en place en 2011. Cependant, malgré la montée en maturité de la filière, la baisse attendue des coûts de production n'a pas été observée, ce qui a conduit le gouvernement à organiser, à la fin des années 2010, une concertation avec la filière sur une révision du cadre tarifaire et à obtenir des engagements des principaux acteurs en matière d'optimisation des coûts de la méthanisation. L'annonce en 2019 d'un nouvel arrêté tarifaire moins attractif, intégrant en particulier un coefficient de dégressivité automatique du tarif, et désormais réservé aux petites installations de moins de 25 GWh par an, a entraîné un emballement de signatures de contrats d'obligation d'achat avant la publication dudit arrêté le 23 novembre 2020. La mise en service des nouvelles installations bénéficiant de ces contrats, qui intervient généralement 2 ans après la signature desdits contrats, a permis de dépasser dès 2022 l'objectif 2023 de la PPE 2 en matière de production de biométhane

Cependant, la dynamique de nouveaux projets a nettement ralenti après 2020, et face à la nécessité de relancer la filière, par ailleurs confrontée à une inflation importante depuis fin 2021, une revalorisation du tarif d'achat a été décidée en 2023. Le dernier arrêté tarifaire du 10 juin 2023 a ainsi renforcé l'attractivité du tarif, en introduisant une indexation sur le coût d'approvisionnement en électricité – en forte hausse du fait de la crise de l'énergie en 2022 – et en annulant rétroactivement les effets de la dégressivité automatique mise en place fin 2020.

Par ailleurs, les installations de plus de 25 GWh par an n'étant plus éligibles au tarif réglementé depuis 2020, un nouveau dispositif budgétaire d'obligation d'achat à la suite d'appel d'offres a été mis en place pour soutenir le développement d'installations de grande capacité, avec le lancement d'un premier appel d'offres fin 2022. Ce dernier a cependant dû être suspendu pour risque d'infirmité, puis a été relancé fin 2023 après un rehaussement du tarif plafond. La première période de dépôt de candidature a eu lieu en février 2024.

Globalement, le soutien de l'Etat à l'injection de biométhane permet de positionner aujourd'hui la filière sur une trajectoire compatible avec l'atteinte de l'objectif haut de la PPE 2 pour 2028, fixé à 22 TWh. Sur le plan budgétaire, le développement plus rapide qu'anticipé de la filière, à un coût de production moyen plus élevé qu'escompté, conduit néanmoins à revoir nettement à la hausse, de 9,7 à 17 Md€, l'engagement de l'Etat sur la période 2019-2028 au titre du dispositif d'obligation d'achat.

En parallèle, la loi « climat et résilience » de 2021 a introduit le dispositif de certificats de production de biogaz (CPB), dont les modalités d'application ont été précisées par deux décrets et un arrêté. Ce dispositif extra-budgétaire, assimilable à un mécanisme de marché, sera un relai de croissance

important pour la production de biométhane à compter de 2026. Il impose aux fournisseurs de gaz naturel de restituer chaque année à l'Etat une quantité de certificats définie en fonction d'une trajectoire globale d'incorporation de biométhane et du volume de gaz livré à leurs clients des secteurs assujettis au dispositif, à savoir les secteurs résidentiel et tertiaire. Les fournisseurs pourront s'acquitter de leur obligation de restitution de CPB en produisant eux-mêmes du biométhane ou en acquérant ces certificats auprès de tiers producteurs.

La création de ce dispositif, qui va mécaniquement répercuter une partie du surcoût de production du biométhane injecté dans les réseaux de gaz sur les consommateurs finaux, vise ainsi à répondre aux objectifs ambitieux de la PPE à l'horizon 2030 tout en limitant l'impact du soutien à la filière biométhane sur les finances publiques.

Les objectifs de **biocarburants avancés** inscrits dans la PPE 2, soit 1,2 % dans les essences et 0,4 % dans les gazoles ont été atteints et s'inscrivent dans une trajectoire d'utilisation d'énergie renouvelable en accord avec la réglementation européenne pour viser 15 % d'énergie renouvelable dans les secteurs routier et ferroviaire en 2030. La méthodologie est en cours de révision pour viser une réduction de l'intensité carbone de l'énergie de l'ensemble des transports de 14,5 % en 2030 et permettant d'avantager les carburants alternatifs avec un meilleur potentiel de réduction des émissions.

**En 2022 et 2023, après plus de 15 ans de soutiens publics à l'émergence d'énergies renouvelables, celles-ci sont pour la plupart devenues compétitives sur notre sol.** Elles ont généré 6,5 Mds€ de recettes nettes supplémentaires dont 6,2 Mds€ cumulés pour l'éolien terrestre au titre de 2022 et 2023.

#### ***En matière de développement du nucléaire***

Tout en assumant le rôle clé de l'énergie nucléaire dans le mix énergétique français et sa décarbonation, la PPE 2 ouvrait plusieurs options quant à la place de l'énergie nucléaire dans notre pays.

Les travaux « Futurs Energétiques 2050 » confiés à RTE ont confirmé l'intérêt des options de mix électrique reposant à la fois sur un développement massif des énergies renouvelables, la poursuite d'exploitation du parc nucléaire existant autant que techniquement et économiquement possible – sans envisager de nouvelles fermetures –, et sur le lancement d'un programme de nouveau nucléaire.

C'est dans cet esprit que le Président de la République a présenté dans le Discours de Belfort des orientations politiques ouvrant ce choix pour le pays : suite au débat public puis aux travaux menés par les groupes de travail, la présente Stratégie a pour vocation d'entériner ce choix. Les objectifs de la PPE 2 ne sont dès lors plus d'actualité.

#### ***En matière de sortie des énergies fossiles***

La PPE portait l'ambition de sortir des fossiles, et ses objectifs de réduction de la consommation primaire d'énergie fossile pour 2023 ont été tenus. En effet, entre 2015 et 2023, la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles a baissé de 17 %, passant de 1 208 TWh à 1 006 en 2023 selon les valeurs prévisionnelles, ce qui permet d'atteindre l'objectif PPE de 1 005 TWh.

Tout d'abord, comme évoqué ci-dessus, la baisse globale des consommations d'énergie contribue aux objectifs de baisse des consommations d'énergie fossile.

Par ailleurs, dans les usages logement et transport, l'effort de conversion du parc de véhicules routiers à travers les bonus et les primes à la conversion, l'effort de rénovation énergétique et de transformation des modes de production de chaleur, confirmé dans la révision de la réglementation énergétique des bâtiments neufs (RE2020), ont amorcé la baisse de consommation et préparé la voie pour cette stratégie, permettant de passer à l'échelle sur la sortie des fossiles dans les principaux usages de la vie quotidienne des Français. L'analyse détaillée des mesures ayant permis une baisse des consommations fossiles dans les transports est détaillée dans l'annexe 2 de la SDMP.

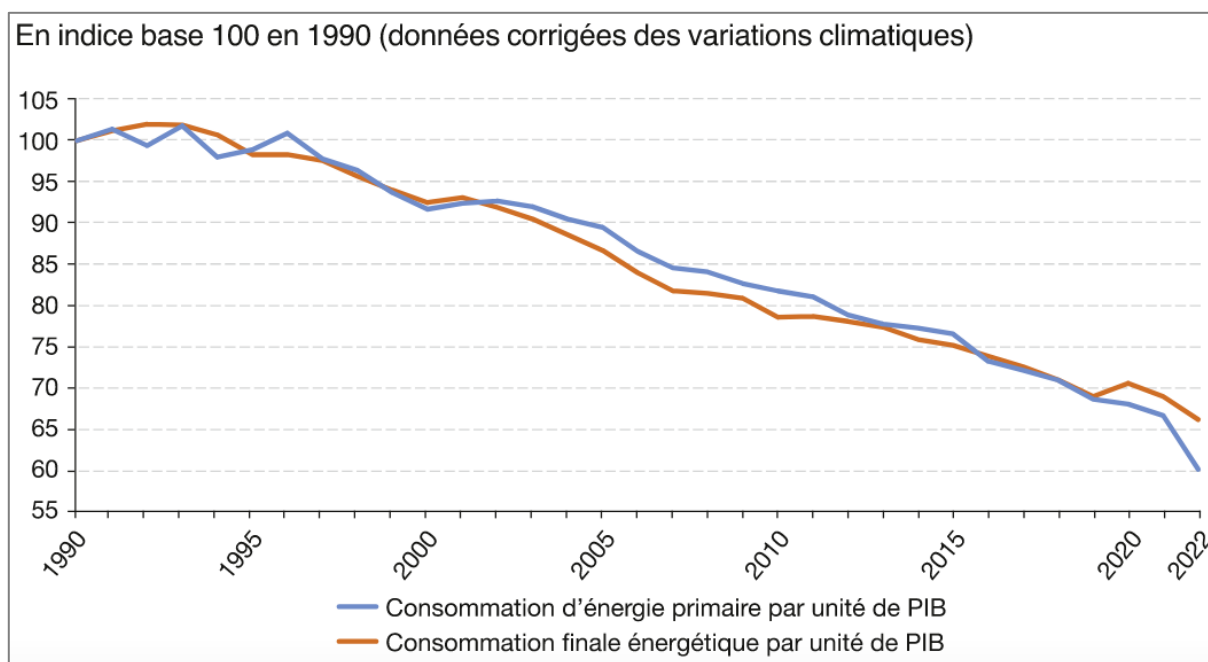
En termes de production, l'arrêt des centrales électriques fonctionnant exclusivement au charbon est confirmé par la présente PPE, avec l'ambition de sortir du charbon à usage énergétique d'ici 2027. Ces centrales nécessiteront un accompagnement des personnels et des territoires : l'Etat a veillé à la mise en place des mesures d'ores et déjà de formation professionnelle des salariés concernés.

### Tendances et perspectives d'évolution

Faire de la France le premier grand pays industriel au monde à sortir de sa dépendance aux énergies fossiles suppose une action résolue visant à passer de consommations encore en majorité fossiles à une économie plus sobre, plus efficace et approvisionnée de manière quasi-intégrale en énergies bas-carbone produites et maîtrisées sur notre sol. La France mettra fin à sa production d'électricité à partir de charbon en 2027 et sortira de sa dépendance aux énergies fossiles en 2050, contre un mix énergétique composé à près de 60 % d'énergies fossiles en 2021.

Les intensités énergétiques se réduisent de manière quasi continue depuis 20 ans, à un rythme annuel moyen de -1,6 % pour l'intensité finale et de -2,1 % pour l'intensité primaire (voir figure suivante). L'intensité énergétique finale (consommation finale à usage énergétique par unité de PIB) diminue de 3,9 % en 2022. La consommation finale énergétique, corrigée des variations climatiques, redescend (-1,6 % en 2022) après un rebond post-crise sanitaire (+4,1 % en 2021), alors que l'activité poursuit sa croissance (+6,4 % en 2021, +2,5 % en 2022). L'intensité énergétique primaire, quant à elle, diminue fortement en 2022 (-9,8 %), principalement du fait de la mise à l'arrêt de nombreux réacteurs nucléaires (la consommation primaire d'énergie nucléaire, déduction faite du solde exportateur d'électricité, baisse de 18 % en 2022).

*Figure 24 : Consommation d'énergie par unité de PIB entre 1990 et 2022 (SDES)*



En synthèse de l'impact du scénario tendanciel, la baisse prévue de la consommation et la décarbonation du mix énergétique français devraient limiter leur incidences négatives sur le changement climatique et leur pression générale sur l'environnement. Les efforts attendus de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique couplés à l'ambition de sortir de la dépendance aux énergies fossiles interrogent cependant sur de potentiels impacts environnementaux. On peut par exemple anticiper des enjeux autour de :

- L'approvisionnement en métaux critiques et l'artificialisation des sols pour la production renouvelable ;
- La gestion des déchets et matières radioactifs et le démantèlement des centrales nucléaires ;
- Les conflits d'usage liés à la production de biomasse et au développement des énergies renouvelables.

## 2.2. Milieux physiques

### 2.2.1. Ressources en eau et milieux aquatiques

État initial : un bilan mitigé sur la qualité des eaux en France

#### État des eaux continentales

Au regard de la directive cadre sur l'eau (DCE) adoptée en octobre 2000, la bonne qualité des masses d'eaux de surface (unités de gestion et d'évaluation définies dans la directive) est définie selon la qualité de leur état écologique (en fonction de la qualité biologique, chimique et hydro-morphologique de la masse d'eau considérée) et de leur état chimique (respect des valeurs seuils des concentrations de polluants fixés au niveau européen). Le bon état des masses d'eau souterraines est également le résultat du bon état chimique (respect des valeurs seuils) et du bon état quantitatif (lorsque les volumes d'eau prélevés ne dépassent pas la capacité de renouvellement de la ressource et préserve l'alimentation des écosystèmes) de ces masses d'eau.

Alors que la DCE fixait un objectif de restauration de l'ensemble des masses d'eau à un bon état écologique (pour les eaux de surface), quantitatif (pour les eaux souterraines) et chimique en 2015, en 2019, seules 43,1 % des 11 407 masses d'eau de surface étaient en bon ou très bon état écologique, et 44,7 % de ces masses d'eau étaient en bon état chimique<sup>23</sup>.

Figure 25 : Répartition des masses d'eau de surface selon leur état écologique en 2019 (Eaufrance)

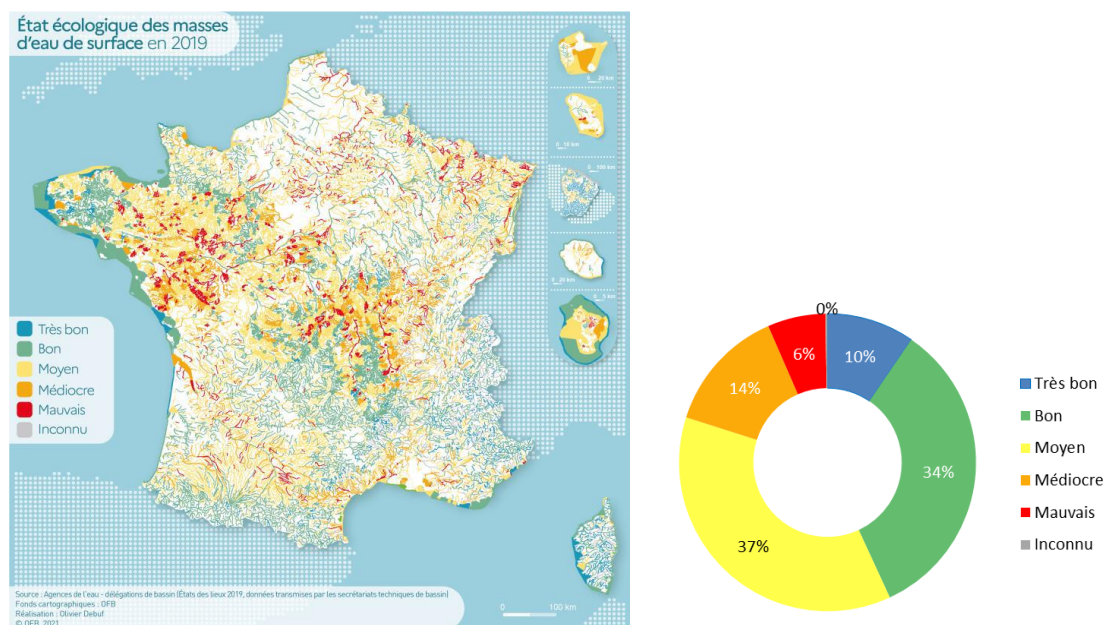
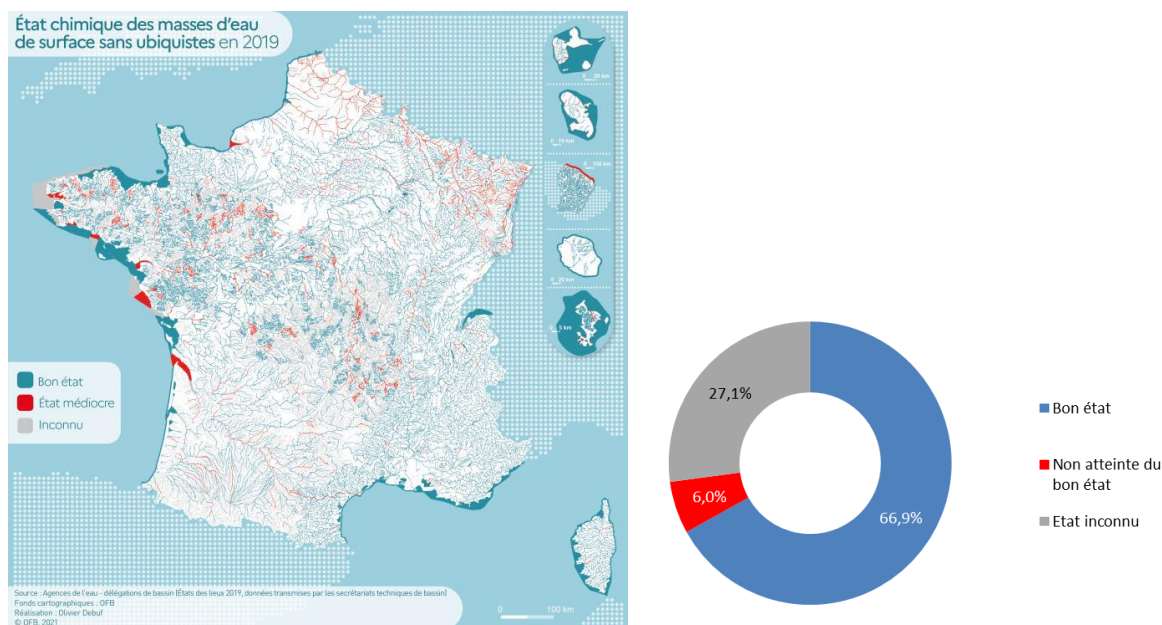


Figure 26 : Répartition des masses d'eau de surface selon leur état chimique sans ubiquistes en 2019 (Eaufrance)



Concernant les masses d'eau souterraines, en 2019, 88 % des 689 masses d'eau souterraines étaient en bon état quantitatif, et 70,7 % de ces masses d'eau étaient en bon état chimique.

Figure 27 : Répartition des masses d'eau souterraine selon leur état quantitatif en 2019 (Eaufrance)

23 Eaufrance (2022). Bulletin n°4 : Synthèse 2019 des états des lieux des bassins.  
<https://www.eaufrance.fr/publications/synthese-2019-des-etats-des-lieux-des-bassins>



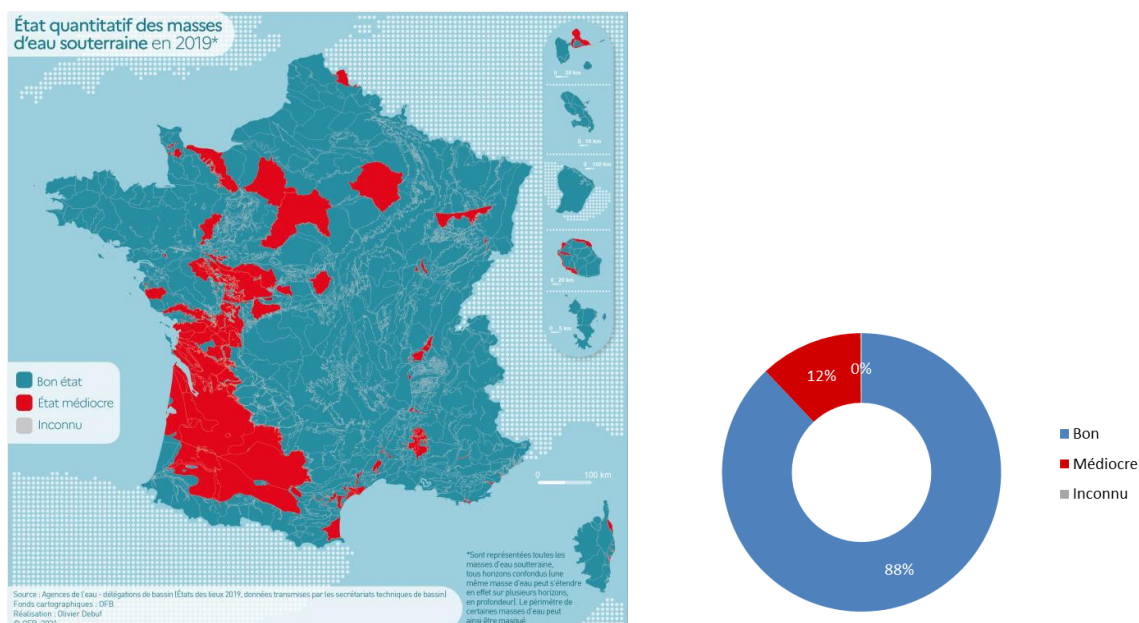
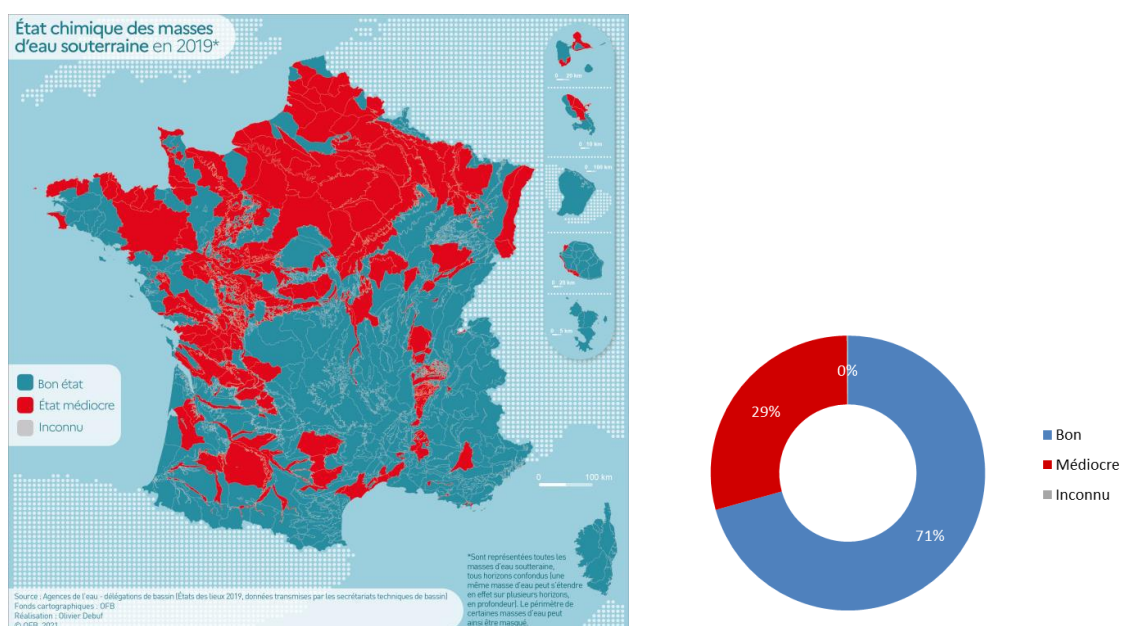


Figure 28 : Répartition des masses d'eau souterraine selon leur état chimique en 2019 (EauFrance)



### Prélèvements et consommation d'eau

En 2021, 35,3 m<sup>3</sup> d'eau ont été prélevés en France. L'énergie (hors barrage) est la destination principalement de prélèvement avec 55 % du volume de prélèvements, pour le refroidissement des centrales thermiques de production d'électricité<sup>24</sup>. Les réacteurs nucléaires équipés de circuits de refroidissement ouverts, répartis sur 3 sites depuis 2020, représentent à eux seuls 81 % des prélèvements d'eau douce des centrales électriques<sup>25</sup>.

24 EauFrance (2023). L'infographie annuelle de la BNPE 2021 - Etat des lieux et chiffres clés.

<https://www.eaufrance.fr/publications/infographie-annuelle-de-la-bnpe-2021-etat-des-lieux-et-chiffres-cles>

25 SDES (2023). Les prélèvements d'eau douce : principaux usages en 2020 et évolution depuis 25 ans en France.

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/les-prelevements-deau-douce-principaux-usages-en-2020-et-evolution-depuis-25-ans-en-france>



Figure 29 : Répartition des volumes d'eau prélevés par usage et par milieu en 2020<sup>26</sup> (SDES)

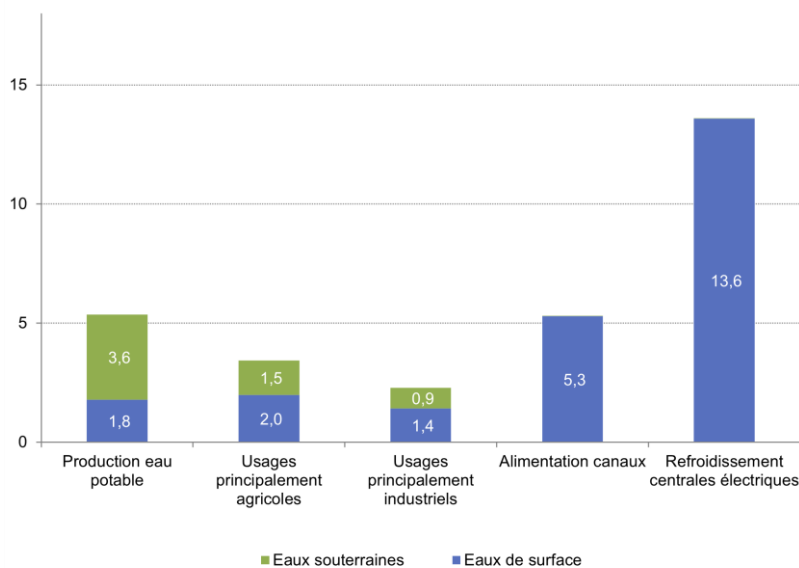
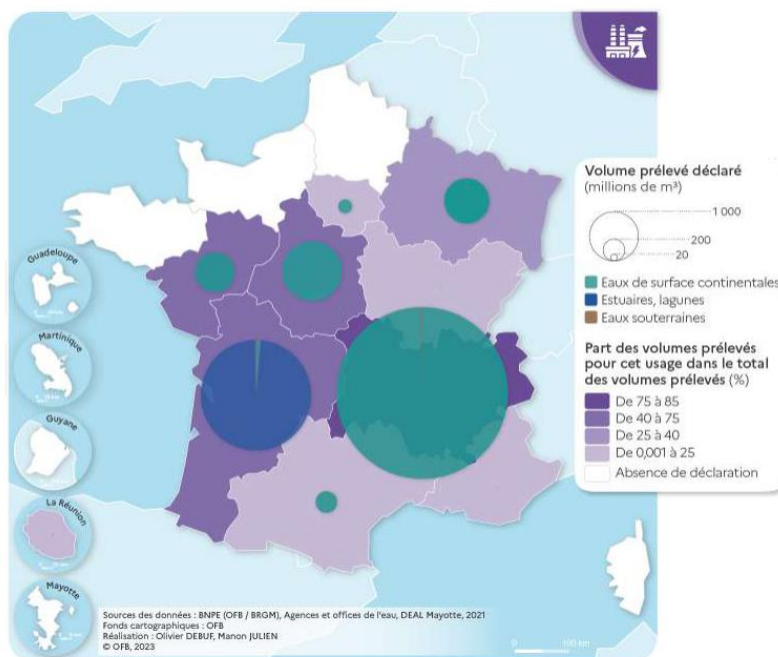


Figure 30 : Répartition géographique et milieu des prélèvements d'eau à destination du secteur énergétique en 2021 hors barrages (Eaufrance)<sup>27</sup>

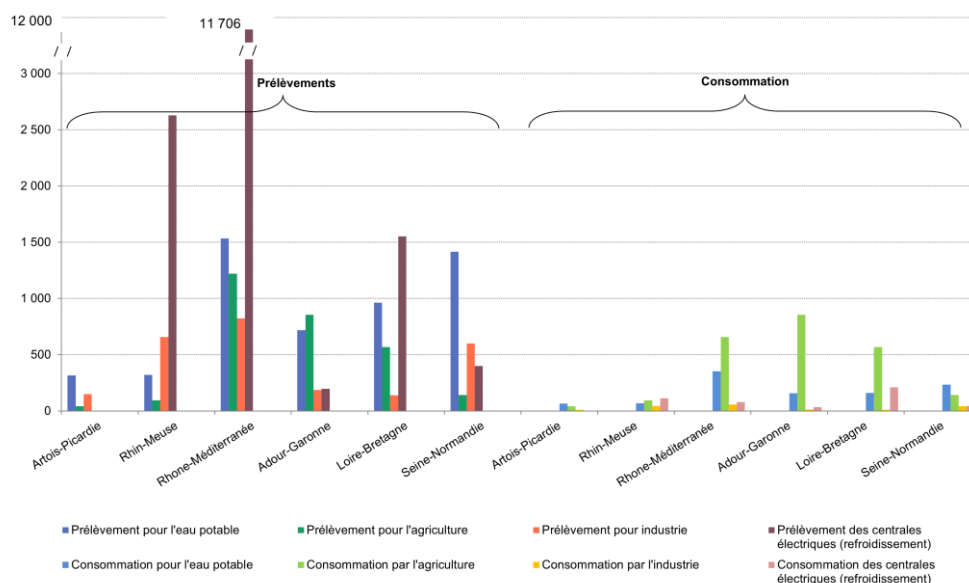


Concernant la consommation d'eau, définie comme étant l'eau prélevée non restituée aux milieux aquatiques, la part représentée par le refroidissement des centrales électriques, dans ce cas essentiellement imputable aux centrales à circuit fermé, descend à 12 %. L'agriculture est la première activité consommatrice d'eau en France (presque intégralement à destination de l'irrigation des cultures), représentant 58 % des volumes d'eau consommée, suivie par l'eau potable à 26 %.

26 SDES (2023). Bilan environnemental de la France. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/bilan-environnemental-de-la-france-edition-2023-0>

27 Eaufrance (2023). L'infographie annuelle de la BNPE 2021 - Etat des lieux et chiffres clés. <https://www.eaufrance.fr/publications/linfographie-annuelle-de-la-bnpe-2021-etat-des-lieux-et-chiffres-cles>

Figure 31 : Prélèvements et consommation d'eau douce en France (moyenne 2010-2020)<sup>28</sup>, en millions de m<sup>3</sup> (SDES)



### État des eaux marines

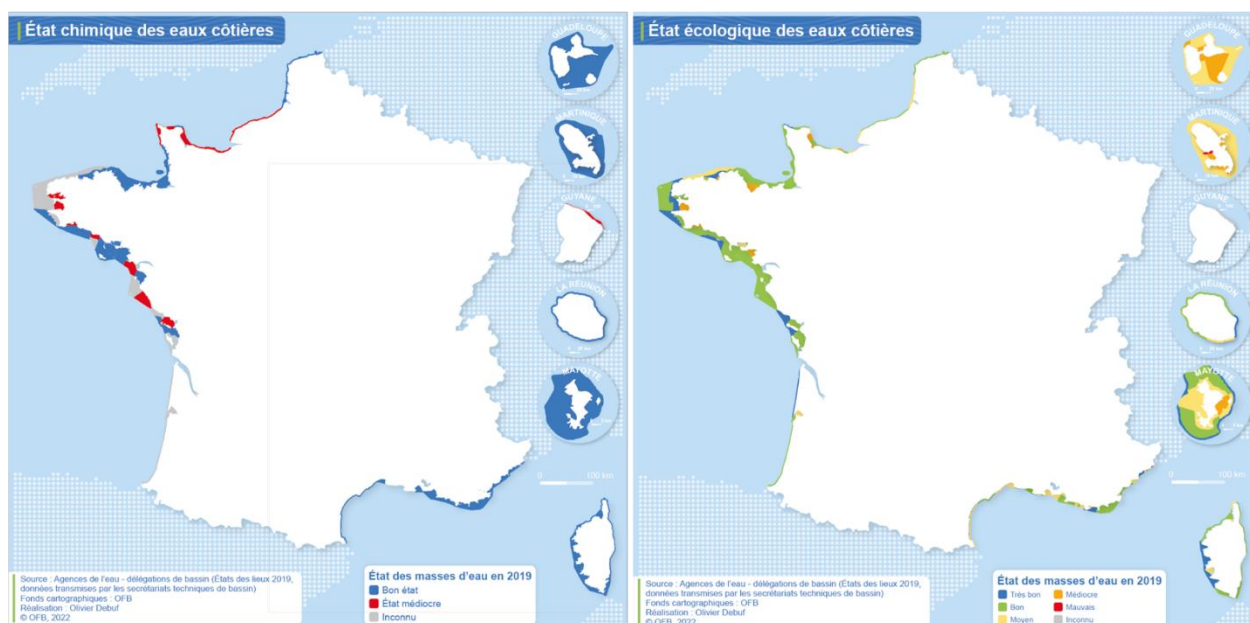
La directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 2008 appelée directive-cadre « stratégie pour le milieu marin » conduit les États membres de l'Union européenne à prendre les mesures nécessaires pour réduire les impacts des activités anthropiques sur ce milieu afin de réaliser ou de maintenir un bon état écologique du milieu marin au plus tard en 2020.

En 2019, en France, parmi les 179 masses d'eau côtière, 76 % sont en bon état chimique, et 51,4 % étaient au moins en bon état écologique.<sup>29</sup>

Figure 32 : Répartition des eaux côtières selon leur état chimique et écologique en 2019 (Eaufrance)

28 SDES (2023). Bilan environnemental de la France. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/bilan-environnemental-de-la-france-edition-2023-0>

29 Eaufrance (sans date). « La qualité des eaux côtières ». <https://www.eaufrance.fr/la-qualite-des-eaux-cotieres>

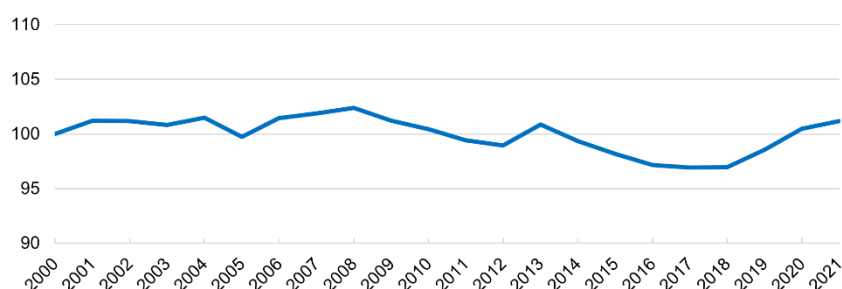


*Menaces et pressions : des pressions qualitatives issues majoritairement de l'agriculture, des pressions quantitatives qui augmentent avec le réchauffement climatique*

Les principales sources de pollution des eaux continentales sont constituées de pollutions diffuses d'origine agricole, de rejets des stations d'épuration urbaines ou industrielles, du ruissellement des eaux pluviales, ou de retombées atmosphériques ainsi que l'aménagement des berges et des cours d'eau (obstacles à l'écoulement). Cela engendre la présence excessive de polluants divers : pesticides, nitrates, phosphore, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), polychlorobiphényles (PCB), etc.

Les nitrates sont, avec les pesticides, les polluants les plus détectés dans les eaux souterraines de l'hexagone. Sur la période 2000-2021, leurs concentrations dans les masses d'eau les plus proches de la surface sont stables. Concernant le phosphore, entre les campagnes 1972-1973 et 2020-2021, l'utilisation des engrais phosphatés a été divisée par 4, pour atteindre 7,2 kg/ha lors de la campagne 2020/2021.

Figure 33 : Évolution de l'indice nitrates dans les eaux souterraines de France métropolitaine (base 100 en 2000)<sup>30</sup>

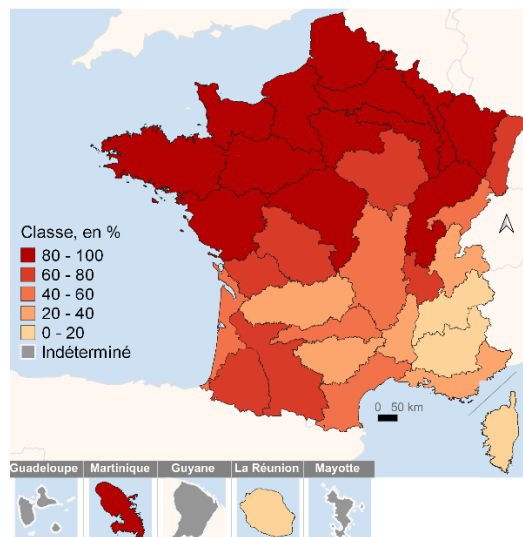


En termes de pollution aux pesticides, sur la période 2019-2021, les situations les plus dégradées sont observées sur la moitié nord de la France. La surveillance de la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines met en évidence une présence de pesticides dans la plupart des sous-bassins. Les concentrations les plus élevées sont mesurées dans les zones de grandes cultures, d'arboriculture et

30 SDES (2023). Bilan environnemental de la France. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/bilan-environnemental-de-la-france-edition-2023-0>

de viticulture. Seuls les territoires montagneux ou constitués de surfaces agricoles moins traitées, telles que les prairies permanentes, sont moins exposés à ces contaminations.

*Figure 34 : Taux de stations dont l'indice des pressions toxiques cumulées (IPTC)<sup>31</sup> des pesticides dépasse 1 sur la période 2019-2021<sup>32</sup> (SDES)*



Les eaux souterraines sont également affectées par les pesticides. Ce sont principalement des herbicides avec leurs métabolites qui sont retrouvés dans les différentes masses d'eau souterraines en France métropolitaine.

Dans les eaux marines, la pollution provient à plus 80 % de la terre via les fleuves ou par déversement à partir des zones côtières. Cette pollution est constituée de matières en suspension susceptibles d'étouffer les écosystèmes, de nutriments provoquant la prolifération d'algues ou de macro-déchets pouvant provoquer la mort des mammifères marins par ingestion (sacs plastiques, etc.).

Maintenir ou restaurer la qualité des eaux côtières est essentielle pour protéger la biodiversité qu'elles abritent, les eaux pauvres en qualité perdant en diversité avec la disparition des espèces les plus fragiles. Une eau côtière de piètre qualité peut également être dangereuse pour la santé des personnes, par exemple du fait du développement de bactéries ou d'algues microscopiques potentiellement toxiques. Des impacts sont également possibles sur la pêche et l'aquaculture.

Les ressources en eau subissent aussi des pressions quantitatives, associées à des épisodes éventuels de sécheresse. En France métropolitaine, l'impact de l'utilisation de l'eau est plus important en période estivale (de juin à août), principalement du fait des besoins d'irrigation. Les consommations en eau représentent alors environ 60 % du total annuel, tandis que l'eau douce qui transite dans les cours d'eau correspond à seulement 15 % du volume annuel (moyenne 2008-2019).

Ces pressions quantitatives sont amenées à augmenter avec l'impact du réchauffement climatique. Ainsi, les synthèses du GIEC relèvent qu'un climat plus chaud intensifiera les événements météorologiques et climatiques ainsi que les saisons très humides et très secs, avec des implications pour les inondations ou les sécheresses<sup>33</sup>. L'intensification des épisodes de sécheresse pourraient provoquer des pressions quantitatives importantes sur la ressource en eau, notamment en été.

31 L'indice des pressions toxiques cumulées (IPTC) mesure l'intensité des pressions toxiques qu'un mélange de pesticides exerce sur les organismes aquatiques

32 SDES (2023). Bilan environnemental de la France. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/bilan-environnemental-de-la-france-edition-2023-0>

33 GIEC (2023). 6ème rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr>

Ces facteurs climatiques devraient également favoriser une augmentation de la température de l'eau et donc aggraver de nombreuses formes de pollution de l'eau y compris les pesticides, les nutriments, etc.

*Tableau 7 : Menaces et pressions sur les ressources en eau et milieux aquatiques par secteur*

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Imperméabilisation des sols et ruissellement ;</li> <li>• Pollutions issues des eaux de ruissellement.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Résidentiel-tertiaire</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollutions issues des eaux de ruissellement et problématique d'imperméabilisation des sols ;</li> <li>• Rejet des stations d'épuration urbaines ;</li> <li>• Aménagements des berges et cours d'eau (obstacles à l'écoulement) ;</li> <li>• Pollutions émergentes : médicaments, perturbateurs endocriniens, etc.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Agriculture</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollutions des eaux de surfaces et nappes phréatiques liées aux intrants agricoles : nitrates, phosphore, pesticides... ;</li> <li>• Problématiques d'inondation et de ruissellement liées à la gestion des sols (tassements, etc.) ;</li> <li>• Pollutions des eaux par les matières en suspension liées aux ruissellements sur les terres agricoles ;</li> <li>• Prélèvement des ressources en eau (irrigation).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Forêt – bois – biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problématiques d'inondation et de ruissellement liées à la gestion des sols (tassements, etc.).</li> <li>• Pollutions des eaux par les matières en suspension liées aux ruissellements.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Industrie</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rejets des stations d'épuration industrielles ;</li> <li>• Pollutions par les solvants chlorés.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Production d'énergie</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aménagements des berges et cours d'eau (obstacles à l'écoulement) dans le cas de l'hydroélectrique, associés à des modifications de la température de l'eau dans le cas de production nucléaire.</li> <li>• Modification de l'habitat marin sur les lieux d'implantations d'énergies marines : érosion du fond marin, remise en suspension de sédiments et modifications du régime hydrosédimentaire, risque de pollution avec les produits chimiques et les lubrifiants liés aux revêtements utilisés pour les installations.</li> <li>• Pressions qualitatives et quantitatives sur la ressource en eau liée à la production de biocarburants.</li> </ul> |
| <b>Déchets</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollutions issues des eaux de ruissellement (lixiviation).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Tendances et perspectives d'évolution : une gestion organisée qui peine à obtenir des résultats satisfaisants

#### *Actions mises en œuvre*

La directive cadre sur l'eau (DCE) et la directive-cadre « stratégie pour le milieu marin » (DCSMM) définissent un cadre juridique par lequel, les États membres s'engagent dans la protection et la reconquête de la qualité des eaux et des milieux aquatiques et du milieu marin. Elles imposent une obligation de résultat des États membres. Par conséquent, l'objectif n'est pas seulement de mettre en œuvre des politiques et des règlements en faveur de la préservation de la ressource en eau mais avant tout de prévenir la détérioration des cours d'eau, de rétablir leur bon état, de réduire la

pollution des eaux de surface due aux substances prioritaires et de supprimer progressivement les rejets de substances dangereuses prioritaires.

En France, la loi du 16 décembre 1964 a défini les 6 bassins hydrographiques ainsi que leur gestion par des comités de bassin et les agences de l'eau. La loi du 3 janvier 1992 a imposé la planification de l'usage de l'eau dans l'objectif d'une gestion durable avec la mise en œuvre des Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) valable pour 6 ans. La DCE s'étant inspiré de ces lois françaises, cela a permis d'harmoniser la gestion de l'eau pour tous les États membres grâce à la remise d'un bilan des masses d'eau tous les 6 ans réalisé au regard des critères de la DCE définis par la Commission Européenne.

D'autres directives accompagnent la directive cadre dont la directive 2006/118/CE du 12 décembre 2006 sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration, ainsi que la directive 2008/105/CE du 16 décembre 2008 établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau. Concernant les eaux marines, la directive-cadre « stratégie pour le milieu marin » (DCSMM) constitue le cadre juridique de la gestion des eaux côtières.

Afin de réduire l'impact de l'agriculture sur la qualité des eaux et de se conformer à la directive 91/676/CE du Conseil du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles (dite, directive nitrates), le ministère en charge de l'Agriculture et le ministère en charge de l'Environnement ont mis en place un programme d'action de protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole. Le septième programme d'actions national « nitrates » ainsi que l'arrêté encadrant les programmes d'actions régionaux « nitrates » révisé ont été publiés le 9 février 2024.

Un plan d'action national pour une gestion résiliente et concertée de l'eau (« plan eau ») a été présenté le 30 mars 2023 par le président de la République. Il vise à organiser la sobriété des usages de l'eau, optimiser la disponibilité de la ressource, préserver la qualité de l'eau, restaurer les écosystèmes, et être en capacité de répondre aux crises de sécheresse.

La nouvelle stratégie Écophyto 2030 a été publiée par l'État le 6 mai 2024. Elle constitue la feuille de route de la France pour atteindre un objectif ambitieux de réduction de l'utilisation et des risques globaux des produits phytopharmaceutiques tout en respectant l'objectif de souveraineté alimentaire.

La France est par ailleurs partie au Cadre mondial de la biodiversité de Kunming à Montréal adopté en 2022, qui fixe l'objectif que 30 % des eaux intérieures et 30 % des océans soient protégés au niveau mondial en 2030.

### *Tendances d'évolution*

Les tendances observées sur les différentes pollutions contaminant les cours d'eau ne sont pas homogènes. En effet, la pollution des cours d'eau par les matières phosphorées a largement diminué entre 1973 et 2021 même si cela reste insuffisant, car les phosphates (issus des engrais, de sources industrielles, de détergents ou lessives phosphatées...) demeurent une cause importante de dégradation de la qualité écologique des cours d'eau.<sup>34</sup>

Pour autant, la pollution des eaux souterraines aux nitrates est stable depuis 2000, tandis que l'utilisation d'herbicides en France métropolitaine augmente.

La mise en œuvre de mesures spécifiques visant à limiter les rejets de polluants et à restreindre, voire à interdire, l'usage de certaines substances a permis l'amélioration de plusieurs paramètres de la qualité des eaux (phosphore, rejets en mer des bateaux, qualité des eaux côtières...) mais la situation

---

34 SDES (2023). Bilan environnemental de la France. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/bilan-environnemental-de-la-france-edition-2023-0>

demeure encore préoccupante pour d'autres paramètres (azote, polluants issus des opérations de dragage des enceintes portuaires, macrodéchets...).

Concernant le prélèvement d'eau douce, son volume est stable depuis 2016.<sup>35</sup> Des problématiques de conflits d'usage sont néanmoins susceptibles d'apparaître lors des épisodes de crises sur la disponibilité de la ressource en eau, dont l'intensité pourrait augmenter avec le réchauffement climatique. France Stratégie a été missionné en septembre 2023 par le gouvernement afin de conduire une étude prospective de la demande en eau à horizon 2050. Cette étude devrait être publiée à l'automne 2024.

## 2.2.2. Sols

État initial : des sols variés et inégalement dégradés

### Typologie des sols métropolitains

Les sols du territoire présentent des caractéristiques variées impliquant des fertilités diverses et différentes sensibilités aux pressions environnementales. En métropole, le sol est constitué à :

- 25 % par des roches calcaires (Bassin parisien, Midi) ;
- 25 % par des sols d'altération peu différenciés ;
- 20 % des formations limoneuses fertiles (Beauce, Île-de-France, Picardie) ;
- 7 % des sols sableux (Landes, Sologne) ;
- 11 % des matériaux argileux (Sud-Ouest, Nord-Est) ;
- 16 % par d'autres sols.

Dans les milieux forestiers, les humus, couches de fragments de végétaux morts plus ou moins transformés, sont fortement liés aux types de sols.

En 2019, la surface française est constituée de :

- 47 % de sols naturels (30 millions d'hectares – Mha) ;
- 45 % de sols agricoles (28 Mha) ;
- 8 % de sols artificialisés (3 Mha)<sup>36</sup>.

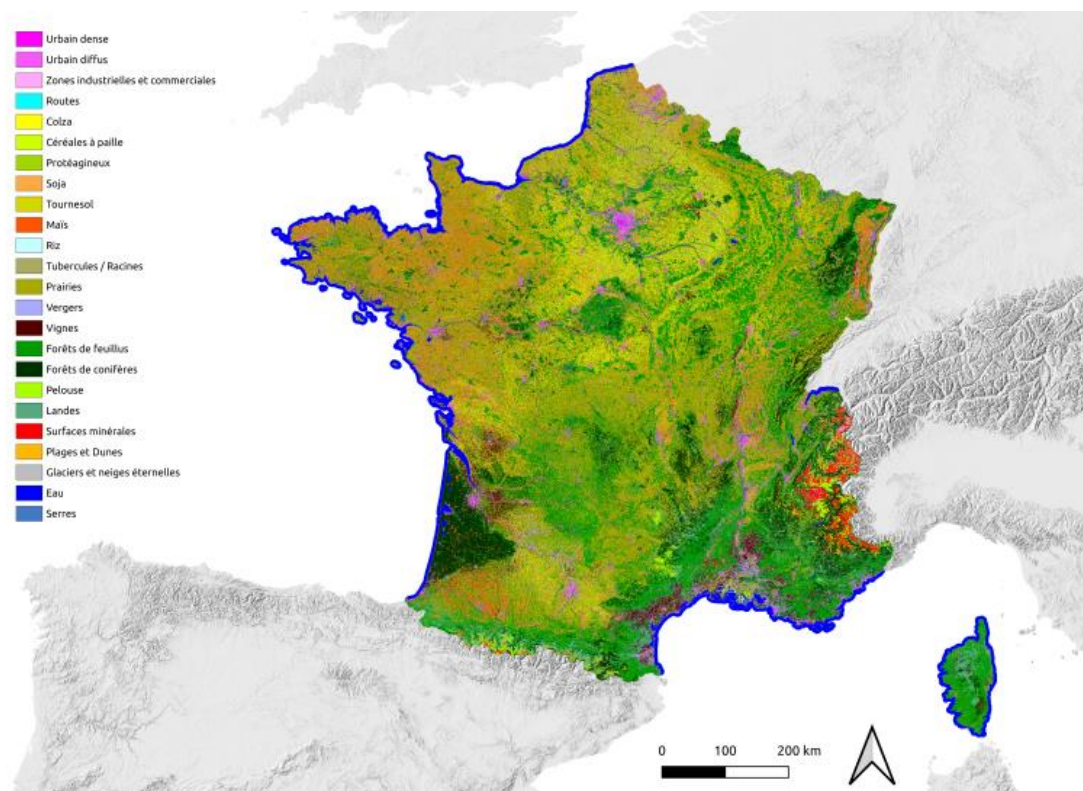
*Figure 35 : Occupation des sols en 2022 (Theia – OSO)*

---

35 SDES (2023). Les prélèvements d'eau douce : principaux usages en 2020 et évolution depuis 25 ans en France. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/les-prelevements-deau-douce-principaux-usages-en-2020-et-evolution-depuis-25-ans-en-france>

36 SDES (2023). Bilan environnemental de la France. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/bilan-environnemental-de-la-france-edition-2023-0>





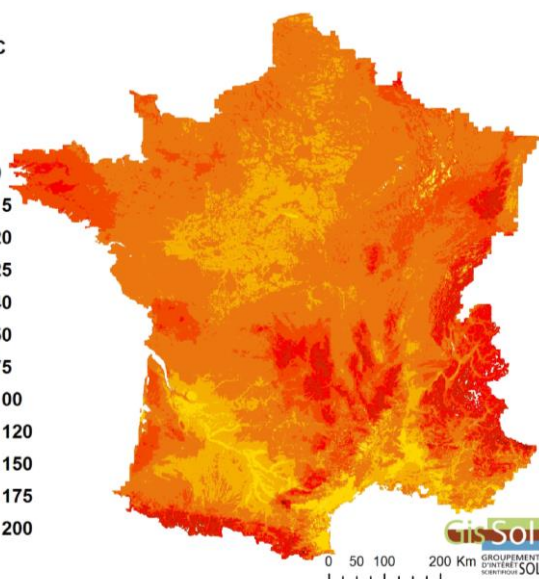
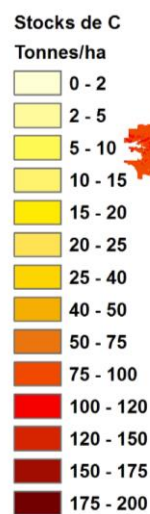
Les propriétés des sols expliquent en grande partie leur vocation agricole. Les grandes cultures occupent surtout les sols limoneux profonds des bassins sédimentaires (aquitain, parisien, Limagne). Les élevages bovins lait, porcins ou de volailles (Ouest) et les élevages de bovins viande plus extensifs (Massif central, piémonts) se rencontrent plutôt sur des sols d'altération peu différenciée. La viticulture se développe essentiellement sur les sols graveleux des terrasses anciennes (Bordelais), sur les sols caillouteux (Rhône), sur les sols calcaires peu profonds (Champagne-Ardenne) et sur les sols des roches calcaires (pourtour méditerranéen). Enfin, les cultures fruitières sont bien implantées sur les sols alluvionnaires récents riches en matière organique en PACA.

### *Le stockage de carbone organique dans les sols, synonyme d'atténuation du changement climatique et d'augmentation de la fertilité*

La matière organique du sol principalement composée de carbone organique rend de nombreux services : elle séquestre du carbone et contribue à la lutte contre le changement climatique, elle accroît les fertilités biologique, chimique et physique des sols. En quantité suffisante elle permet l'entretien d'une activité biologique. En se décomposant, elle libère des nutriments nécessaires à la croissance des plantes. Une partie de cette matière est transformée pour former le complexe argilo-humique, améliorant ainsi la stabilité structurale du sol. Celui-ci devient alors à la fois moins sensible aux dégradations de type tassements, ruissellement, et peut également retenir plus d'eau. La matière organique améliore le caractère tampon du sol vis-à-vis des autres milieux en retenant eau, nutriments, polluants et contaminants. Elle augmente également la résilience du sol aux pressions extérieures.

*Figure 36 : Carte nationale des stocks de carbone organique des sols métropolitains en 2016 (hors Corse, et de 0 à 30 cm de profondeur) intégrée dans la carte mondiale de la FAO (Gis Sol, IGCS-RMQS, INRAe)*





Source: Gis Sol, IGCS-RMQS, Inra 2017.

Les sols de France métropolitaine (hors Corse) renferment 6,91 gigatonnes de carbone organique, dont plus de la moitié dans les trente premiers centimètres du sol. Les stocks de carbone des sols sont relativement variables au sein du territoire français, en cause la grande variabilité des déterminants climat-type de sols-occupation des sols. Dans les montagnes françaises (Alpes, Ardennes, Jura, Massif central, Pyrénées, Vosges), les sols renferment les stocks les plus importants (plus de 13 kgC/m<sup>2</sup>, soit 130 tC/ha, dans les 30 premiers centimètres), en raison des conditions climatiques défavorables à l'activité des micro-organismes. Les sols agricoles du grand bassin parisien et de la Nouvelle-Aquitaine ont des stocks de carbone relativement faible du fait de l'occupation par des systèmes de grandes cultures associés historiquement à une exportation des pailles. Ils s'opposent aux sols du grand ouest aux stocks de carbone plus importants du fait de la concentration de l'élevage et des retours d'effluents aux sols. Les sols forestiers contribuent également à stocker du carbone.

### *Un réservoir pour la biodiversité*

La matière organique du sol est également constituée par la biomasse microbienne. Un sol renferme plusieurs milliers d'espèces animales et plusieurs dizaines à plusieurs centaines de milliers d'espèces bactériennes et de champignons, constituant ainsi un réservoir conséquent de biodiversité. La biomasse microbienne des sols dépend fortement de l'usage du sol et des pratiques culturales/sylvicoles associées. Les prairies contiennent une biomasse microbienne plus abondante que les forêts avec une variabilité selon les essences (Feuillus > Conifères). Les monocultures, les vergers et les vignes sont caractérisés par des sols à biomasse les moins abondantes.

### *Fertilité chimique des sols*

Le sol assure la fourniture en nutriments indispensables à la croissance des plantes et en particulier l'azote, le phosphore et le potassium. Lorsque leur teneur s'appauvrit dans les sols cultivés, le recours à une fertilisation minérale ou organique (apports de fumiers, lisiers...) est nécessaire. Néanmoins, apportés en excès, l'azote et le phosphore rejoignent les eaux soit sous forme dissoute (principalement de l'azote), soit fixé aux particules de sols (principalement du phosphore) et contribuent à l'eutrophisation. L'azote peut également poser des problèmes de pollution de l'air, avec l'ammoniac comme précurseur de particules. En France les systèmes de production agricole exigent de grandes quantités de nutriments et la fertilisation chimique et/ou organique est systématique. Les apports d'azote sont d'ailleurs constamment supérieurs aux besoins de la plante. Pour le phosphore,

les sols de certaines régions (Bretagne, Hauts-de-France, Alsace) en contiennent de grandes quantités (du fait des apports importants d'effluents d'élevage et de scories de métallurgie). À l'inverse, les teneurs en phosphore sont faibles dans la majorité des cantons de nombreuses régions : Nouvelle-Aquitaine, Bourgogne-Franche-Comté, Centre-Val-de-Loire et Occitanie. Ces teneurs sont insuffisantes pour assurer des rendements convenables sans apport de fertilisant, quel que soit le type de culture.

### *Pollutions des sols par les activités humaines*

Les sols agricoles présentent un enjeu particulièrement important, car ils font l'objet de nombreux amendements (apports d'effluents d'élevage, de boues d'épurations, de composts...) et peuvent porter atteinte à la santé de l'homme directement ou par transferts via les aliments produits. Par exemple, les déjections animales sont la première cause d'apport de métaux dans les sols agricoles, du fait des compléments alimentaires utilisés dans les élevages bovins, porcins ou de volailles. Les engrais minéraux sont une source importante de cadmium, chrome et sélénium.

Par ailleurs, une partie des pesticides apportés sur les cultures est transférée dans l'environnement via l'atmosphère, les eaux ou est retenue dans le sol et sa matière organique. C'est le cas du Lindane, utilisé pendant 50 ans, considéré toxique pour l'homme et l'environnement, dont la durée de dégradation atteint plus de 40 ans. La contamination chronique des sols, eaux et écosystèmes par la chlordécone aux Antilles est un problème environnemental, sanitaire et économique (utilisé il y a plus de vingt ans pour lutter contre le charançon des bananiers, un insecte ravageur). La pollution chronique des sols concerne près d'un cinquième de la surface agricole utilisée de Guadeloupe et deux cinquièmes en Martinique.

Enfin, les métaux (cadmium, plomb, etc.) et métalloïdes (bore, arsenic, etc.) sont naturellement présents dans les sols. Les rejets de l'industrie, des ménages, des transports, ou de l'agriculture contribuent à la contamination diffuse de métaux dans les sols. Ainsi, plus de 90 % des contaminations diffuses par le plomb proviennent du trafic automobile. Toxiques à des doses variables pour l'homme, la faune et la flore, ils peuvent contaminer les écosystèmes via les chaînes alimentaires (élevage) et la ressource en eau.

Les activités humaines, principalement industrielles, peuvent provoquer des pollutions localisées : accidents de manutention ou de transport de matières polluantes, mauvais confinements de produits toxiques sur des sites industriels, retombées des panaches de cheminées d'usines. Ces sites et sols pollués, qui peuvent résulter d'une activité actuelle ou ancienne, présentent un risque réel ou potentiel pour l'environnement et pour la santé humaine en fonction des usages qui en sont faits.

En 2023, plus de 10 000 sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) en raison de leur passé industriel et appelant une action des pouvoirs publics ont été recensés en France, dont plus de la moitié sont situés dans d'anciennes régions minières. Ces pollutions résultent soit de rejets de polluants non maîtrisés, soit d'accidents ou de mauvais confinements<sup>37</sup>.

Les pollutions se révèlent souvent multiples sur un même site. Les deux catégories de polluants les plus fréquemment identifiées dans les sols ou les nappes sont les métaux et métalloïdes (moins d'un quart de l'ensemble des pollutions des sols) et les hydrocarbures (moins d'un tiers). Les trois familles d'hydrocarbures (minérales, chlorés, HAP) représentent un peu moins de 60 % des pollutions multiples des sols. Les cyanures, les BTEX (somme de benzène, toluène, éthylbenzène et xylène) et les autres contaminants (ammonium, chlorures, pesticides, solvants non halogénés, sulfates, substances radioactives) représentent respectivement moins de 10 % des pollutions des sols.

### *Artificialisation des sols*

---

37 SDES (2023). Bilan environnemental de la France. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/bilan-environnemental-de-la-france-edition-2023-0>

Les sols artificialisés comprennent les sols bâtis, revêtus ou stabilisés (chemins forestiers et agricoles, routes, parkings...). La consommation<sup>38</sup> annuelle d'espaces naturels agricoles ou forestiers (NAF) a baissé entre 2010 et 2022 passant d'environ 30 000 ha/an à environ 21 000 ha/an.

Figure 37 : Consommation annuelle d'espaces naturels, agricoles et forestiers entre 2009 et 2022 (NAF)

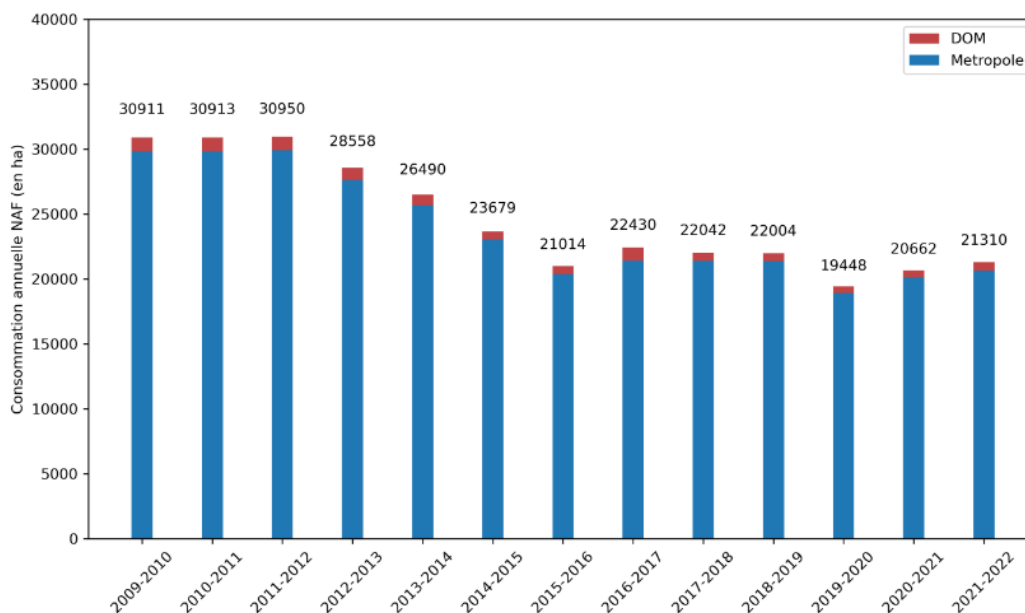
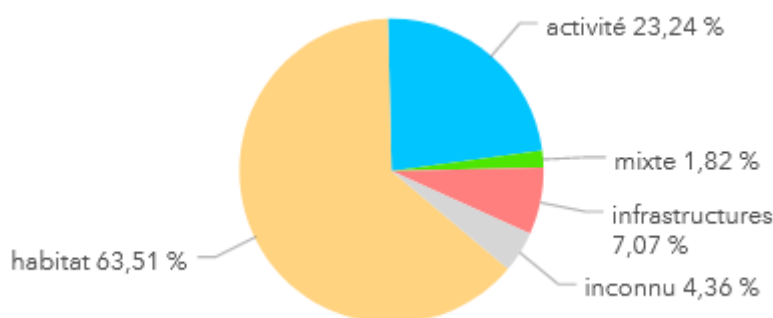


Figure 38 : Répartition du flux de consommation d'espaces par destination entre le 1er janvier 2011 et le 1er janvier 2023 (Cerema<sup>39</sup>)



Près des deux tiers de cette consommation d'espace est destinée à l'habitat.

À l'échelle régionale, différentes dynamiques sont à l'œuvre d'après une analyse du Cerema :

- Consommation forte avec tendance récente à la baisse (Île-de-France, Bretagne, Normandie, Pays de la Loire) ;

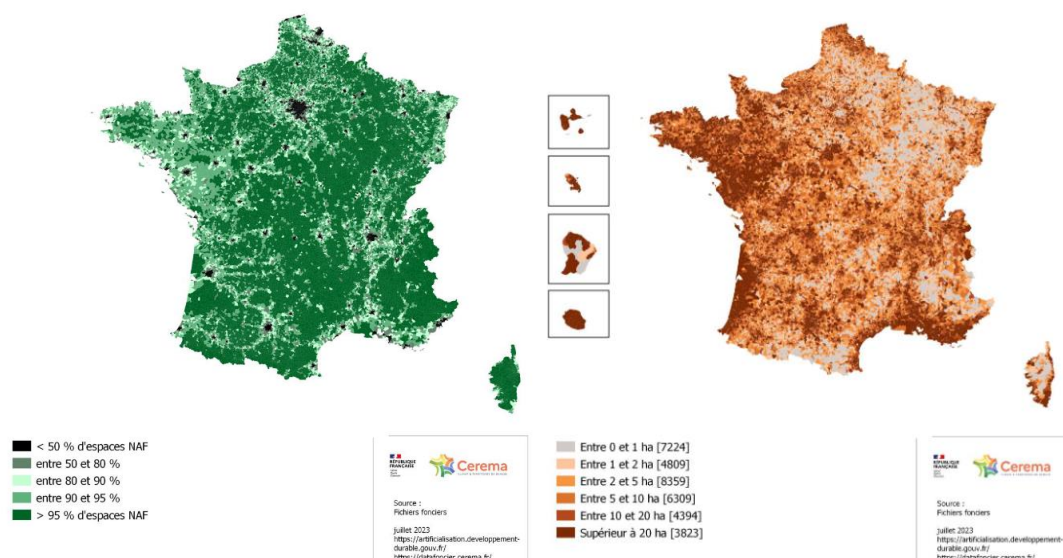
38 La consommation d'espaces est une notion plus large que celle d'artificialisation des sols. C'est la conversion d'espaces naturels, agricoles et forestiers en espaces urbanisés, tandis que l'artificialisation est définie par la loi « climat et résilience » comme l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage

39 Cerema (2023). Consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers du 1er janvier 2009 au 1er janvier 2023. <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/consommation-despaces-naturels-agricoles-et-forestiers-du-1er-janvier-2009-au-1er-janvier-2023/>

- Consommation plus faible (Grand Est, Bourgogne-Franche-Comté) ;
- Consommation moyenne en hausse (Nouvelle Aquitaine, Corse, Auvergne Rhône Alpes) ;
- Consommation moyenne en baisse (Occitanie, Hauts-de-France, PACA, Centre Val de Loire).

Les cartes suivantes permettent de visualiser la répartition géographique de la dynamique d'urbanisation :

*Figure 39 : Stock et flux de l'urbanisation. Gauche : pourcentage de surface non-urbanisée par commune en 2022. Droite : consommation normalisée d'espaces NAF entre 2009 et 2022 à l'échelle communale (Cerema<sup>40</sup>)*



### *Des sols sujets à l'érosion éolienne et hydrique, aux glissements de terrain et au tassement*

Les érosions éolienne et hydrique causent des pertes de sols : elles tronquent la partie superficielle des sols (la plus fertile), diminuant leur épaisseur (et donc la quantité d'eau qu'ils peuvent retenir). Des pertes de sols sont observées dans certaines régions (sols agricoles limoneux des bassins parisien et aquitain et secteurs de piémont et méditerranéens notamment) et menacent à terme les systèmes agroécologiques. L'érosion hydrique des sols en raison du ruissellement des eaux est à l'origine de 1,5 t/ha/an de perte en terre en moyenne<sup>41</sup>. Certaines pratiques culturales, telles que l'intensification de l'agriculture, le surpâturage, la déforestation ou l'imperméabilisation ou l'absence de couverture des sols en hiver ont été identifiées comme favorisant les phénomènes d'érosion des sols.

L'érosion perturbe la biodiversité du sol, diminue les rendements, dégrade la qualité de l'eau et peut générer des coulées d'eau boueuse. Le service écosystémique rendu par les sols pour les stabiliser et contrôler l'érosion est quasi nul dans les régions de très faible relief (Landes, Beauce, plaine d'Alsace), faible dans les régions de grandes cultures ou de cultures permanentes, élevé dans les grandes régions herbagères (Bretagne, Basse-Normandie, Massif central, Alpes, Jura, etc.) et maximal dans les zones les plus sensibles à l'érosion (nord et est du bassin parisien, piémont pyrénéen, certaines zones de Midi-Pyrénées, du Languedoc, du Lyonnais).

En 2021, les grandes cultures (hors maïs fourrage) couvrent 43 % de la surface agricole utilisée (SAU), dont un tiers semé au printemps. Si le labour aère le sol et en améliore la fertilisation, il affecte sa

40 Cerema (2023). Analyse de la consommation d'espaces. [https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/sites/artificialisation/files/inline-files/rapport\\_V4\\_2009-2022.pdf](https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/sites/artificialisation/files/inline-files/rapport_V4_2009-2022.pdf)

41 SDES (2023). Bilan environnemental de la France. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/bilan-environnemental-de-la-france-edition-2023-0>

structure et sa biodiversité, accélère le déstockage de carbone et le lessivage de l'azote. Des techniques de conservation du sol, telles que le non-labour (47 % de la surface en grandes cultures), limitent ces impacts, mais favorisent le tassement du sol, la prolifération de mauvaises herbes et des insectes ravageurs, impliquant un recours éventuel aux pesticides. L'implantation d'un couvert végétal hivernal, précédant 61 % des cultures de printemps, limite l'érosion et le lessivage des nitrates et peut faire l'objet de valorisations énergétiques.

Le tassement résulte essentiellement de la mécanisation agricole et forestière. Il dépend du sol, du climat et des pratiques des exploitants. Outre une baisse de la production, le tassement des sols favorise le lessivage des nitrates, les émissions de protoxyde d'azote, le ruissellement et l'érosion. Il affecte également la biodiversité des sols.

Les glissements de terrain surviennent lors du déplacement de sols ou de roches déstabilisés générés par des phénomènes naturels climatiques, géomorphologiques ou géologiques, ou par les activités humaines. L'ensemble des régions françaises est sensible aux glissements de terrain et aux écoulements avec néanmoins de fortes disparités selon les territoires.

*Tableau 8 : Menaces et pressions sur les sols et sous-sols par secteur*

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation d'espaces NAF, artificialisation et imperméabilisation,</li> <li>• Pollutions aux métaux, métalloïdes et hydrocarbures.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Résidentiel-tertiaire</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation d'espaces NAF, artificialisation et imperméabilisation ;</li> <li>• Pollutions aux métaux et métalloïdes.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Agriculture</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artificialisation ;</li> <li>• Apports excessifs de phosphore et d'azote ;</li> <li>• Diminution des teneurs des sols en matière organique ;</li> <li>• Contaminations diffuses de pesticides ;</li> <li>• Pollutions aux métaux et métalloïdes (via les épandages) ;</li> <li>• Stimulation de résistances bactériennes (par l'apport d'antibiotiques via les épandages).</li> </ul>                                            |
| <b>Forêt – bois – biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tassement des sols lié au passage des engins de sylviculture ;</li> <li>• Diminution des teneurs des sols en matière organique (en cas d'export massif des rémanents forestiers)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Industrie</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artificialisation et imperméabilisation ;</li> <li>• Pollutions aux métaux, métalloïdes et hydrocarbures.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Production d'énergie</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artificialisation et imperméabilisation ;</li> <li>• Pollutions aux métaux et métalloïdes ;</li> <li>• Tension supplémentaire potentielle apportée par l'utilisation de surface agricole utile pour le développement du solaire photovoltaïque ou la production de biomasse énergétique (CIVE, biocarburants...) ;</li> <li>• Pollutions liées à la gestion des déchets nucléaires et au démantèlement des centrales.</li> </ul> |
| <b>Déchets</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollutions aux métaux et métalloïdes.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Tendances et perspectives d'évolution : une prise de conscience croissante mais un rythme d'artificialisation qui perdure

*Un cadre institué par l'objectif de zéro artificialisation nette à l'horizon 2050*

La mobilisation des puits de carbone naturel concourt aux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre, contribuant notamment à compenser les émissions résiduelles pour atteindre la neutralité carbone. Le paquet législatif européen « Ajustement à l'objectif 55 » inclut notamment un

objectif de 310 MtCO<sub>2</sub>eq d'absorption nette par le secteur des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie à l'horizon 2030.

Par ailleurs, la loi « Climat et résilience » du 22 août 2021 a posé un objectif de zéro artificialisation nette (ZAN) à l'horizon de 2050, alignant ainsi la France sur la stratégie européenne visant à « supprimer d'ici à 2050 toute augmentation nette de la surface de terres occupée ».

*Tendances et perspectives d'évolution : la poursuite de l'artificialisation des sols, de l'impact des pratiques agricoles conventionnelles et l'augmentation des risques liés au changement climatique*

Après avoir marqué une baisse au début des années 2010, la consommation d'espaces NAF est stable depuis 2015. L'habitat est la première destination de consommation d'espaces NAF et devrait le demeurer dans le futur. Cette consommation se fait principalement en bordure de métropoles et sur le littoral. Les principaux leviers pour limiter la consommation d'espaces sont l'augmentation du taux de renouvellement urbain et l'augmentation de la densité.

Un scénario de modélisation tendanciel de l'ADEME<sup>42</sup> estime à 3,7 Mha la perte de surface agricole entre 2020 et 2050, dont 2,1 Mha de surface artificialisée (le reste des surfaces étant converties au profit de la forêt). Dans ce scénario, le stockage du carbone diminue tandis que les risques d'érosions et d'inondations s'aggravent. L'impact des pratiques agricoles conventionnelles en termes de pollution des sols et des écosystèmes, d'excédent d'azote, de réduction du taux de matière organique, de fertilité demeure identique, et pourrait inclure une diminution de la stabilité des sols.

D'après le GIEC<sup>43</sup>, le changement climatique contribue à dégrader les terres, en augmentant l'intensité des précipitations, des inondations, de la fréquence et de la gravité des sécheresses, des stress thermiques, des périodes de sécheresse, du vent, de l'élévation du niveau de la mer et de l'action des vagues sur l'érosion du littoral. Il existe donc des risques importants sur les sols du fait du changement climatique, même dans une trajectoire compatible avec les objectifs de l'accord de Paris.

### 2.2.3. Ressources des sous-sols

#### État initial

Le secteur de l'énergie en France est un très grand consommateur de ressources du sous-sol. Certaines de ces ressources sont utilisées directement pour produire de l'énergie (énergies fossiles, uranium, eaux géothermales) tandis que d'autres types de ressources, notamment métalliques, sont indispensables à la conception des infrastructures et des équipements produisant, transportant, ou consommant de l'énergie (réseaux électriques ou gaziers, moyens de production d'électricité, batteries, véhicules...).

La France est dépendante des importations (directes ou indirectes) de ces ressources pour satisfaire la demande du secteur énergétique. Ainsi, en 2022, la France importait 98,5 % de sa consommation de pétrole et 98 % de sa consommation de gaz naturel<sup>44</sup>. La dernière mine française de charbon a fermé en 2004 et la France est donc totalement dépendante des importations pour cette ressource. La production française d'uranium s'est également arrêtée en 2001 et la France doit depuis importer l'intégralité de sa consommation de ce métal. De manière générale, l'extraction de métaux sur le territoire français ne représentait que 1,5 % de la consommation intérieure de métaux de la France en 2022<sup>45</sup>.

---

42 ADEME (2021). Prospective - Transitions 2050 - Feuilleton Sols. <https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/5438-prospective-transitions-2050-feuilleton-sols.html>

43 GIEC (2023). Changement climatique et terres émergées. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL\\_SPM\\_fr.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL_SPM_fr.pdf)

44 ADEME (2022). L'énergie en France. <https://agirpourlatransition.ademe.fr/particuliers/lenergie-france>

45 SDES (2023). Consommation de matières et empreinte matières. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/consommation-de-matieres-et-empreinte-matieres-synthese-des-connaissances-en-2023>



Néanmoins, la filière du recyclage permet à la France de compléter son approvisionnement en certaines matières premières et ainsi réduire sa dépendance aux importations. Ainsi, selon l'ADEME, 32 % de la consommation de cuivre de l'Union européenne était issue du recyclage en 2021, tandis que, pour l'aluminium, c'est 49 % de la consommation française qui était issue du recyclage en 2021<sup>46</sup>.

### Ressources minières

L'extraction de ressources minières, mais aussi les phases de transformation et de recyclage postérieures à leur extraction, ont un impact environnemental, que ces activités soient situées en France ou à l'étranger<sup>47</sup>.

L'extraction minière est consommatrice d'espaces naturels, en particulier s'agissant des exploitations à ciel ouvert, engendrant des conflits d'usage (agriculture, tourisme) et impactant négativement la biodiversité. Ces exploitations ont également une forte empreinte énergétique, dont l'impact climatique est d'autant plus élevé que les sites miniers isolés géographiquement ne peuvent pas être raccordés au réseau électrique national, et sont alors majoritairement alimentés par des énergies fossiles. La phase d'extraction génère aussi des déchets, les stériles miniers, dont la quantité dépend du minerai, de la localisation et du type d'exploitation. Enfin, la phase d'extraction est aussi susceptible de causer des pollutions des masses d'eau et d'émettre des polluants atmosphériques.

Les procédés de transformation du minerai sont aussi intensifs en énergie et ont donc un impact environnemental fort en termes d'émissions de gaz en effet de serre. Le procédé d'hydrométallurgie, en particulier, a un impact important en termes de consommation et de pollution de l'eau (contamination par des réactifs chimiques, rejets de boues polluées). L'étape de purification du minerai brut produit également une quantité importante de déchets, appelés scories, pouvant potentiellement être valorisés en cas de présence d'autres co-produits métalliques.

En dernière étape de la chaîne de valeur des minerais, quand les équipements dans lesquels ils ont été incorporés arrivent en fin de vie, le recyclage permet de réutiliser une partie des minerais utilisés, ce qui contribue à réduire la quantité de ressources devant être extraite du sol. L'opportunité du recyclage dépend toutefois d'un arbitrage technico-économique (taille du marché, différentiel de coût entre l'approvisionnement primaire et le recyclage, difficulté technique du recyclage s'il s'agit de matériaux composites tels que les pales d'éoliennes, ou d'équipements dans lesquels le matériau est fortement dilué, notamment pour les métaux technologiques). Les impacts environnementaux de la phase de recyclage présentent des similarités avec ceux de la phase de transformation du minerai, étant donné que les deux phases impliquent des procédés et des technologies similaires.

### Hydrocarbures fossiles

Les différentes phases de l'exploitation d'hydrocarbures fossiles (pétrole et gaz naturel) ont également un impact environnemental important<sup>48, 49</sup>.

La recherche d'hydrocarbures en mer à l'aide de techniques sismiques est susceptible de perturber la vie marine. Le forage de puits sur terre est consommateur d'espaces naturels et peut nuire à la vie animale et aux ressources en eau souterraines. La production d'hydrocarbures peut générer de grandes quantités d'eau contaminée qui doivent être traitée pour éviter de polluer l'environnement

---

46 ADEME (2024). Bilan national du Recyclage (BNR) 2012 – 2021. <https://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/6959-bilan-national-du-recyclage-bnr-2012-2021.html>

47 CGDD (2023). Les ressources minérales critiques pour les énergies bas-carbone. <https://side.developpement-durable.gouv.fr/Default/doc/SYRACUSE/881845/les-ressources-minerales-critiques-pour-les-energies-bas-carbone-chaines-de-valeur-risques-et-politi>

48 U.S. Energy Information Administration (2022). Oil and petroleum products explained. <https://www.eia.gov/energyexplained/oil-and-petroleum-products/oil-and-the-environment.php>

49 U.S. Energy Information Administration (2024). Natural gas explained. <https://www.eia.gov/energyexplained/natural-gas/natural-gas-and-the-environment.php>

local. Les puits de pétrole ou de gaz peuvent également émettre des polluants atmosphériques. L'installation d'oléoducs et de gazoducs pour le transport d'hydrocarbures est également consommateur d'espaces naturels.

Le pétrole et le gaz de schiste, dont une partie approvisionne la consommation française, ont un impact environnemental plus fort que les hydrocarbures conventionnels. Ces ressources sont extraites à partir du procédé de fracturation hydraulique, qui consomme des quantités importantes d'eau, pouvant occasionner des conflits d'usage et perturber les habitats aquatiques. Par ailleurs, ce procédé nécessite l'utilisation de produits chimiques susceptibles de fuiter lors de défaillances, et donc de polluer l'environnement local. Par ailleurs, les grandes quantités d'eaux usées contaminées générées par ce procédé requièrent un traitement complexe. Elles sont parfois rejetées par injection dans des aquifères salins, pouvant causer des tremblements de terre.

Des accidents sur la chaîne logistique du pétrole peuvent également provoquer des déversements de pétrole dans l'environnement, avec des nuisances très importantes sur la biodiversité ainsi que des risques d'incendie ou d'explosion.

La production, le raffinage et le transport d'hydrocarbures avant leur consommation finale est responsable d'émissions de gaz à effet de serre importantes. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) estime ainsi les émissions mondiales de ce secteur à 5,1 GtCO<sub>2</sub>e. 47 % de ces émissions sont liés à des fuites de méthane, 45 % sont causés par l'empreinte énergétique de ces activités, 5 % sont causés par le torchage du gaz naturel au niveau des puits pétroliers et 3 % par la libération du CO<sub>2</sub> naturellement présent dans le sous-sol<sup>50</sup>.

L'exploitation du charbon est également responsable de l'émission de 41,8 Mt de méthane (1,2 GtCO<sub>2</sub>e) au niveau mondial selon l'AIE<sup>51</sup>, résultant de la libération du méthane contenu dans la roche par les mines de charbon (notamment par la ventilation du méthane à l'extérieur de la mine pour prévenir les risques d'explosion)<sup>52</sup>.

### Cadre légal et politiques publiques

Les orientations diffèrent entre énergies fossiles et métaux concernant l'extraction sur le sol national.

D'une part, les nouveaux projets de recherche d'hydrocarbures sur le sol français sont interdits depuis la loi du 30 décembre 2017, en cohérence avec les engagements climatiques de la France. Le procédé de fracturation hydraulique pour l'exploitation de pétrole ou de gaz de schiste est par ailleurs interdit en France depuis la loi du 13 juillet 2011.

D'autre part, une stratégie de sécurisation de l'approvisionnement en matériaux dits « critiques » (c'est-à-dire les matériaux essentiels pour lesquels des aléas forts existent sur l'approvisionnement) a été développée à la fois au niveau national et au niveau européen.

Le règlement européen 2024/1252 (« Critical Raw Materials Act ») fixe ainsi l'objectif de réaliser 10 % de l'extraction des matières premières stratégiques sur le sol européen en 2030. Les matières premières stratégiques listées par ce règlement, pertinentes pour la présente évaluation environnementale stratégique, sont les suivantes : aluminium, cobalt, cuivre, lithium, graphite, nickel, platinoïdes, certaines terres rares (dont le néodyme et le dysprosium), silicium et titane. Les autres phases aval de la chaîne de valeur de ces matières premières sont aussi visées par ce règlement : 40 % de la transformation et 25 % du recyclage doivent être réalisées sur le sol européen en 2030.

---

50 AIE (2023). Emissions from Oil and Gas Operations in Net Zero Transitions. <https://www.iea.org/reports/emissions-from-oil-and-gas-operations-in-net-zero-transitions>

51 AIE (2023). Global Methane Tracker 2023. <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2023>

52 U.S. Environmental Protection Agency (2023). About Coal Mine Methane. <https://www.epa.gov/cmop/about-coal-mine-methane>



Par ailleurs, suite au rapport Varin remis en janvier 2022 au gouvernement, la France s'est dotée d'une stratégie nationale pour sécuriser son approvisionnement en métaux critiques. Cette stratégie a notamment été déclinée par la création, au sein de France 2030, d'un fonds métaux critiques de 500 M€ visant à financer des projets situés sur toute la chaîne de valeur (extraction, transformation, recyclage).

Concernant le cas spécifique des batteries, le règlement européen 2023/1542 fixe des objectifs sur la fin de vie des batteries dont la collecte des déchets par les producteurs, la revalorisation du lithium, et un contenu minimum de matériaux recyclés dans les nouvelles batteries.

## 2.3. Milieux naturels

Cette partie traite des thématiques environnementales du milieu naturel, à savoir la biodiversité et les habitats naturels, avec une focale sur le réseau Natura 2000. Les services écosystémiques et les paysages y sont aussi abordés. De manière générale, l'état initial du milieu naturel en France est fortement influencé par ses interconnexions avec les milieux naturels limitrophes mais aussi à d'autres échelles : continentale voire mondiale. Cependant, par cohérence avec l'échelle nationale traitée ici, l'état, les menaces et mesures mises en œuvre à l'échelle française seront préférentiellement abordés. Pour un suivi à l'échelle européenne et mondiale, il est possible de se référer respectivement aux travaux de l'Agence européenne pour l'environnement (EEA) et de la Convention sur la diversité biologique (CBD).

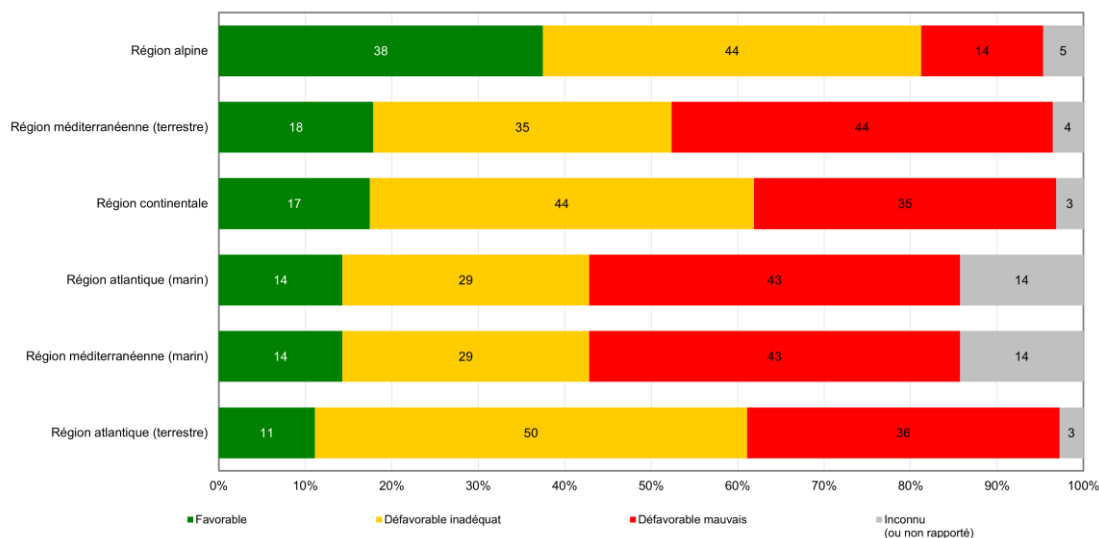
### 2.3.1. Biodiversité et habitats naturels

#### État initial : une diversité exceptionnelle mais menacée

L'Homme utilise les ressources naturelles pour subvenir à ses besoins. Il dépend étroitement des écosystèmes naturels qui lui procurent nourriture, matériaux, énergie, régulent les réserves d'eau et le climat, et qui sont source de bien-être et d'activités touristiques. La pression subie par les écosystèmes est telle que beaucoup d'habitats naturels et d'espèces sont aujourd'hui en déclin.

20 % seulement des habitats d'intérêt communautaire présents en métropole sont dans un état favorable sur la période 2013-2018, avec des disparités relativement fortes entre les territoires. Lors de la précédente évaluation, portant sur la période 2007-2012, 22 % des habitats d'intérêt communautaire étaient alors dans un état favorable. Selon la dernière évaluation nationale des sites humides emblématiques, 41 % des sites humides étudiés ont vu leur état se dégrader entre 2010 et 2020.

*Figure 40 : État de conservation des habitats d'intérêt communautaire par région biogéographique, en pourcentage sur la période 2013-2018 (SDES)*

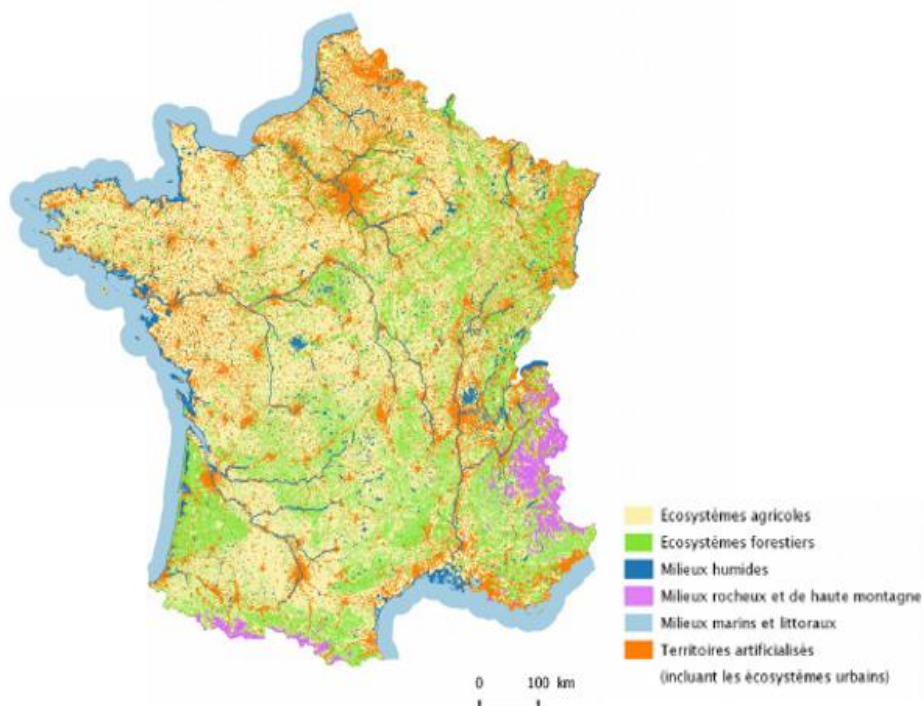


### Une exceptionnelle diversité d'habitats naturels

Le territoire de la France métropolitaine, par sa grande superficie (550 000 km<sup>2</sup>), ses variations significatives de latitude, d'altitude, de distance à la mer (facteurs de diversification des climats), sa géologie très variée (facteur de diversification des sols), sans oublier les influences humaines, héberge des écosystèmes très variés. Il est concerné par quatre zones biogéographiques : zone atlantique, zone continentale, zone méditerranéenne, zone montagnarde.

6 grands types d'écosystèmes se trouvent en France : les écosystèmes forestiers, les écosystèmes agricoles, les écosystèmes urbains, les milieux humides, les milieux marins et littoraux, les zones rocheuses et de haute montagne (voir carte ci-dessous). Certains écosystèmes sont particulièrement emblématiques, rares ou menacés, et nécessitent une attention particulière : c'est le cas des herbiers marins, des zones humides, de certains milieux agropastoraux, des milieux cavernicoles, etc.

Figure 41 : Répartition des grands types d'écosystèmes de l'EFSE sur le territoire français métropolitain (EFSE)



### *Une riche diversité génétique et d'espèces, grâce à la diversité des conditions géo-climatiques françaises*

En termes de flore<sup>53</sup>, la France héberge environ 6 000 espèces de Plantes supérieures indigènes, ce qui la place proche de trois autres pays méditerranéens : l'Espagne (7 500 espèces), l'Italie (5 600 espèces) et la Grèce (5 000 espèces). Si on ajoute à ces espèces indigènes les naturalisées (originaires d'un autre pays, introduits volontairement ou non et se comportant comme une espèce indigène), les subspontanées (échappées de culture, mais ne se propageant pas) et les accidentelles (apparaissant spontanément mais sporadiquement), ce sont quasiment 10 000 espèces de plantes vasculaires que l'on peut trouver dans notre pays. En dehors de la flore vasculaire, la France métropolitaine abrite aussi de nombreuses plantes, dites non vasculaires. On en compte près de 3 000 espèces : on y retrouve presque 900 espèces de mousses, environ 300 espèces d'hépatiques et quasiment 1 700 espèces d'algues (rouges et vertes).

La faune de France métropolitaine est riche et diversifiée, à chemin entre les pays du nord, relativement pauvres en biodiversité car couverts par les glaces il y a quelques 10 000 ans, et les pays méditerranéens à forte biodiversité.. Il est difficile de dire combien il y a d'espèces animales en France, ceci d'autant plus qu'il existe encore des groupes entiers d'invertébrés pour lesquels les connaissances sont très fragmentaires. Le nombre d'espèces d'invertébrés se chiffre en dizaines de milliers ; rien que pour les insectes, on compte près de 40 000 espèces recensées actuellement. Les vertébrés, si on exclut les espèces introduites, domestiques et accidentelles, sont représentées par presque 1 500 espèces, dont environ la moitié vit en milieu marin.

La France contient une bonne part de la biodiversité européenne. Elle héberge par ailleurs des populations importantes de certaines espèces, lui conférant ainsi une grande responsabilité vis à vis du patrimoine naturel européen. Par exemple, la France est le deuxième pays européen en nombre d'espèces d'amphibiens (55 % des espèces européennes). 58 % des espèces d'oiseaux nidifiant en Europe se reproduisent en France. Toutefois, chez les vertébrés, seules une quinzaine espèces (soit environ 1 % des espèces à l'échelle mondiale) ne se trouvent qu'en France. Chez les invertébrés, ce taux est également faible. Le taux d'endémisme est donc faible, excepté en Corse, dans les Pyrénées et les Alpes. Le nombre d'espèces animales introduites est difficile à évaluer chez les invertébrés. Pour ce qui concerne les vertébrés, entre 5 % et 10 % des espèces sont introduites. Dans certains groupes, ce taux est très important et masque la biodiversité spécifique réelle. Ainsi, en ce qui concerne les poissons d'eau douce ou saumâtre, environ un tiers des espèces actuellement présentes sur notre territoire sont introduites.

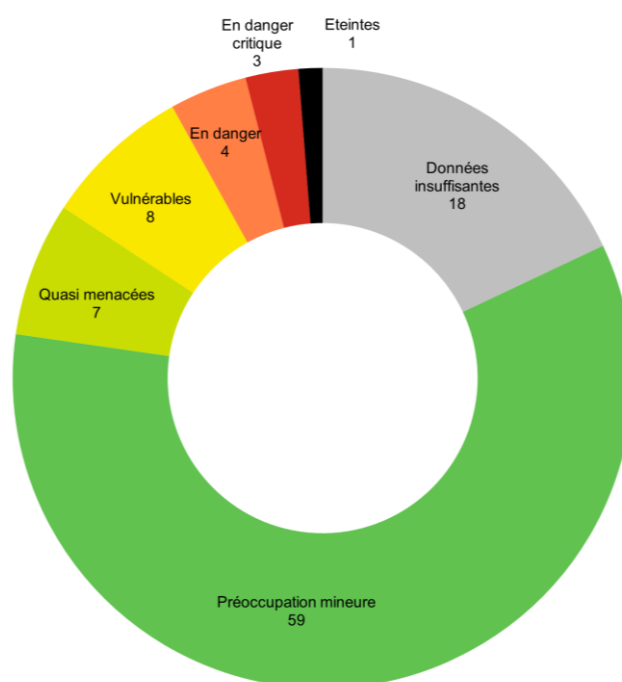
### *Une diversité de la faune en déclin*

En 2023, 16 % des espèces évaluées dans la Liste rouge nationale sont éteintes ou menacées. En France métropolitaine, entre 1989 et 2021, les populations d'oiseaux communs spécialistes des milieux agricoles ont baissé de 36 %, celles des milieux bâtis de 33 % et des milieux forestiers de 2 %. Entre 2006 et 2021, la population des chauves-souris les plus communes a diminué de 43 %. L'une des principales causes de ces évolutions est la dégradation des milieux naturels. Ainsi, près de 60 000 hectares de prairies, pelouses et pâturages naturels ont été perdus par artificialisation entre 1990 et 2018 en métropole. Les pratiques agricoles intensives de même que la déprise agricole et la fermeture des espaces ouverts menacent la biodiversité.

*Figure 42 : Proportion d'espèces éteintes ou menacées dans la Liste rouge nationale de l'UICN en 2023 (SDES)*

---

53 INPN (2024). La biodiversité - Quelle biodiversité en France ? <https://inpn.mnhn.fr/informations/biodiversite/france>



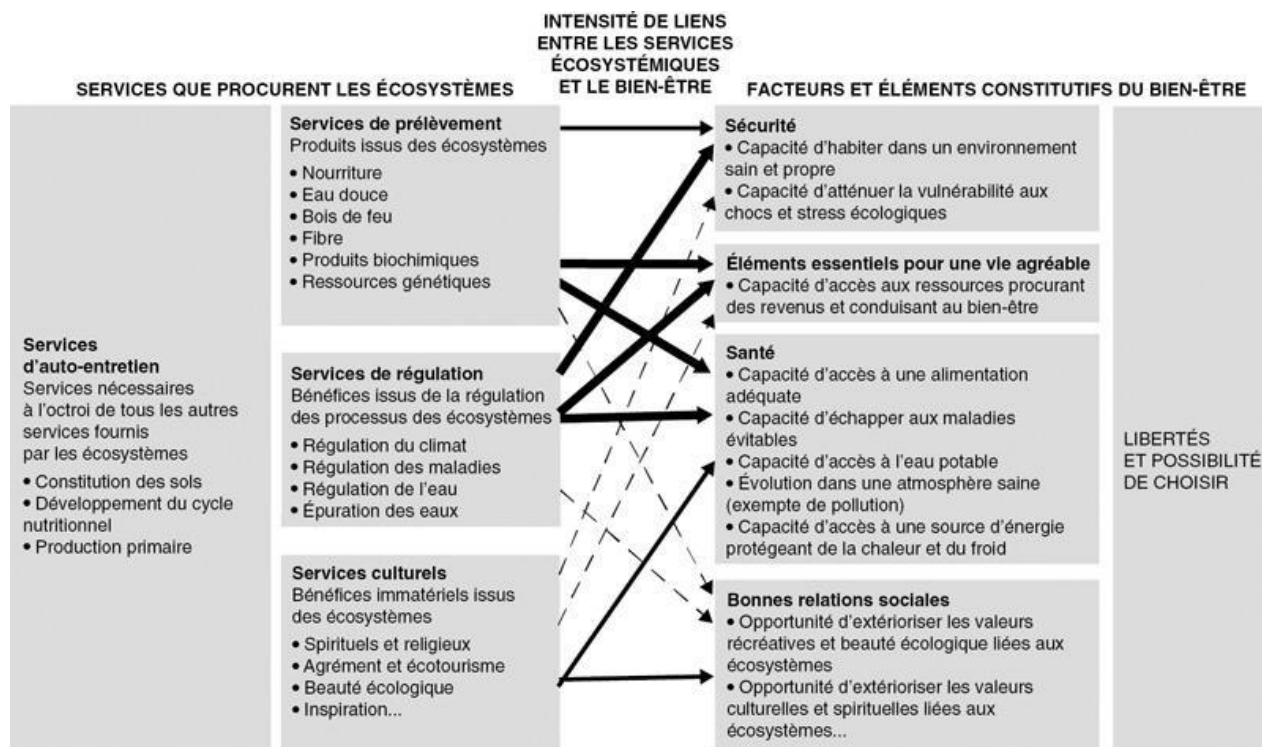
### Les services écosystémiques en France

Le terme de « services rendus » par les écosystèmes (ou encore « services écosystémiques ») a été défini dans le cadre de l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire, étude réalisée sous la coordination du Programme des Nations Unies pour l'Environnement en 2005, comme étant « les bénéfices que les hommes obtiennent des écosystèmes ». Les services rendus à la population sont sources des bénéfices matériels ou immatériels, et de bien-être pour l'Homme. Ils découlent des fonctions écologiques assurées par les écosystèmes (forêts, prairies, lagunes, récifs coralliens, etc.). La qualité et l'efficacité de ces services dépendent de la « bonne santé » générale des milieux naturels, mais aussi de leur superficie, de leur localisation, de leur degré de connectivité à d'autres milieux, ou encore du contexte socio-économique comme la densité de population.

À l'échelle nationale, le ministère de l'écologie a initié en 2012 le programme « évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques » (EFESE) regroupant un ensemble d'évaluations destiné à mieux connaître et faire connaître l'état de la biodiversité française et de ses multiples valeurs afin que celles-ci soient mieux prises en compte dans les décisions publiques et privées.

*Figure 43 : Synthèse des interactions entre services écosystémiques et bien être humain (Méral & Pesche, 2016<sup>54</sup>)*

54 Philippe Méral et Denis Pesche (2016). Les services écosystémiques. Repenser les relations nature et société.  
<http://dx.doi.org/10.35690/978-2-7592-2470-8>



### *La diversité des paysages remarquables français et des paysages du quotidien*

Les paysages remarquables de France témoignent de la diversité d'habitats semi-naturels mais aussi d'éléments culturels du territoire : histoire de France, coutumes locales, etc.

Les paysages quotidiens qui nous entourent contribuent également à la richesse des paysages métropolitains. Leur qualité et leur diversité constituent un enjeu essentiel de l'aménagement du territoire. Ils sont sensibles à de nombreux éléments de dégradation (multiplication des zones commerciales périphériques, étalement urbain et homogénéisation de l'habitat, etc.).

Deux types de paysages se côtoient en France : des paysages plus ou moins artificialisés (espace rural artificialisé, littoral artificialisé, espaces de cultures avec fortes marques du bâti, etc.), et des paysages naturels ou semi-naturels (prairies, forêts, grands champs ouverts, etc.), comme identifiés dans la carte ci-dessous.

Les pressions auxquelles sont soumis ces paysages sont diverses (dégradations, banalisations, déstructurations) et imputables à de nombreux facteurs, tel le développement de l'urbanisation, l'évolution des pratiques agricoles, des dynamiques naturelles liées par exemple au vieillissement ou à l'abandon d'un site et à la disparition progressive des exploitations agricoles dans les secteurs en déprise, l'exploitation touristique à visée commerciale ou la sur-fréquentation.

### *Cinq facteurs principaux de pressions sur la biodiversité*

Selon la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES), les pressions sur la biodiversité entraînent un appauvrissement de la diversité des écosystèmes, un effondrement des populations de la faune et de la flore. La France est particulièrement affectée par ce déclin.

Les évaluations des écosystèmes et des services écosystémiques ont identifié 5 grands types de pressions humaines comme causes principales de la dégradation de la biodiversité<sup>55</sup> :

1. **La destruction et l'artificialisation des milieux naturels (30 % au niveau mondial).** Elles sont principalement dues, à l'échelle mondiale, à l'intensification et à l'extension de surfaces agricoles qui conduisent au déboisement de vastes surfaces forestières. En France, ils se traduisent notamment par l'artificialisation, c'est-à-dire par la perte d'espaces, principalement agricoles, ou naturels ou forestiers. Ils conduisent à la destruction, la dégradation et la fragmentation des habitats (abrasion des fonds marins, mise en culture de prairies, pertes de connectivité, perturbation de l'hydrologie), le dérangement des espèces, la dégradation des sols, de leurs fonctions et de leur biodiversité. Les sols ou le milieu ne peuvent plus jouer leur rôle (héberger des espèces, capter du CO<sub>2</sub>, etc.) ;
2. **La surexploitation des ressources naturelles et le trafic illégal (23 % au niveau mondial).** Surpêche, déforestation, braconnage, il s'agit des situations où nous utilisons de façon excessive les ressources naturelles (eau, bois, énergie, produits agricoles...). Cela concerne des activités qui prélèvent trop dans le milieu naturel, au-delà de ce que le milieu peut régénérer. Cela concerne notamment certaines pratiques agricoles ou la surpêche, des activités de chasses non gérées, la déforestation, les sur-prélèvements par les activités récréatives, etc. ;
3. **Le changement climatique (14 % au niveau mondial).** Il modifie, perturbe ou menace le monde vivant : l'aire de répartition des espèces animales et végétales se déplace, certains cycles végétatifs s'accélèrent. Le climat est lui-même déséquilibré par les activités humaines qui émettent trop de gaz à effet de serre. Le changement climatique contribue à modifier les conditions de vie des espèces, les forçant à migrer ou à adapter leur mode de vie, ce que toutes ne sont pas capables de faire ;
4. **Les pollutions des océans, eaux douces, sol et air (14 % au niveau mondial).** Il s'agit des pollutions des milieux aquatiques, de l'air, des sols par des substances dangereuses (pesticides, métaux lourds, etc.), des pollutions émergentes (résidus médicamenteux, nanoparticules, ondes électromagnétiques, etc.), la pollution par les macrodéchets (notamment ceux qui se retrouvent en mer et dans les organismes marins), la pollution des milieux par les microplastiques, la pollution sonore (notamment par les transports terrestres et maritimes) ou la pollution lumineuse. Elles détruisent ou modifient les écosystèmes et les espèces ;
5. **L'introduction d'espèces exotiques envahissantes (11 % au niveau mondial).** Les espèces exotiques envahissantes sont à l'origine d'impacts multiples affectant les espèces indigènes, le fonctionnement des écosystèmes et les biens et services qu'ils fournissent. Ces espèces sont également à l'origine d'impacts négatifs importants pour de nombreuses activités économiques et pour la santé humaine. Elles constituent une menace pour près d'un tiers des espèces terrestres menacées et sont impliquées dans la moitié des extinctions connues.

*Tableau 9 : Menaces et pressions sur la biodiversité et les habitats naturels par secteur*

---

<sup>55</sup> IPBES (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>



|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports/<br/>Résidentiel-<br/>tertiaire/<br/>Industrie</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte ou modification d'habitats naturels ;</li> <li>• Fragmentation du territoire ;</li> <li>• Perturbations visuelles et sonores des espèces ;</li> <li>• Risques de collisions ;</li> <li>• Pollutions liées à l'entretien des bords d'infrastructures (herbicides) ;</li> <li>• Pollutions liées au ruissellement de l'eau ;</li> <li>• Dégradation des paysages ;</li> <li>• Émissions de gaz à effet de serre ;</li> <li>• Pollutions atmosphériques ;</li> <li>• Impacts liés à la fabrication des matériaux (extractions, processus de transformation, etc.).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Agriculture</b>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte ou modification d'habitats naturels (prairies, haies et arbres isolés, etc.) ;</li> <li>• Pollutions des sols et de l'eau liées aux intrants (fertilisation, pesticides, etc.) ;</li> <li>• Perturbations des sols (retournement de prairies, tassement, etc.) ;</li> <li>• Modification des paysages.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Forêt – bois –<br/>biomasse</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte ou modification d'habitats naturels (bois morts, vieux bois, etc.) ;</li> <li>• Dérangements des espèces, perturbations visuelles et sonores ;</li> <li>• Perturbations des sols (retournement de prairies, tassement, etc.) ;</li> <li>• Dégradation des paysages.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Production<br/>d'énergie</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte et modification d'habitats (notamment énergie hydroélectrique, bioénergie et biocarburants, avec les changements directs et indirect d'usage des sols, ce dernier pouvant être considérés dans la notion d'empreinte carbone) ;</li> <li>• Mortalité et traumatismes (notamment énergie éolienne, bioénergies et énergie océanique) ;</li> <li>• Perturbation des comportements biologiques (notamment énergie solaire et éolienne) ;</li> <li>• Compétition pour les usages de l'eau (notamment énergie hydroélectrique et nucléaire) ;</li> <li>• Pollutions des sols et de l'eau ;</li> <li>• Pollutions chimiques, sonores et électromagnétiques dans le cas des installations en milieu marin ;</li> <li>• Modification des microclimats locaux (notamment énergie solaire et nucléaire) ;</li> <li>• Émissions de gaz à effet de serre (émissions de méthane et de dioxyde de carbone issues des réservoirs pour l'hydroélectricité, bioénergies et biocarburants dans certains cas) ;</li> <li>• Pollutions atmosphériques (notamment bioénergie et biocarburants) ;</li> <li>• Dégradation des paysages.</li> </ul> |
| <b>Déchets</b>                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollutions des sols et de l'eau ;</li> <li>• Pollutions atmosphériques ;</li> <li>• Perturbations visuelles et sonores.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

### **Tendances et perspectives d'évolution : des mesures de protections fortes mais encore insuffisantes pour enrayer la dégradation**

La Stratégie nationale pour la biodiversité 2030 vise à décliner l'accord international adopté à Montréal par la COP15 au niveau national et poursuivre l'engagement de la France en faveur de la



biodiversité. Elle dessine le chemin à parcourir pour atteindre les ambitions à 2050 portées par le cadre mondial de la biodiversité. Elle fixe les objectifs afin de réduire les pressions sur la biodiversité, protéger et restaurer les écosystèmes et susciter des changements en profondeur pour inverser la trajectoire du déclin de la biodiversité.

Des engagements ont également été pris par la France, en lien avec l'Union européenne, pour :

- Réduire de moitié le risque global lié aux pesticides ;
- Restaurer 30 % des écosystèmes terrestres et maritimes dégradés d'ici à 2030 ;
- Protéger 30 % du territoire national, terrestre et marin, dont 10 % en protection forte ;
- Réduire de moitié l'établissement des espèces exotiques envahissantes ;
- Stopper l'extinction des espèces due aux activités anthropiques d'ici 2050.

La stratégie nationale pour les aires protégées concrétise l'ambition de protéger 30 % de notre territoire national et des espaces maritimes sous juridiction, dont un tiers (10 %) sous protection forte.

Ces stratégies permettront de limiter les incidences de la production d'énergie, qui peut se traduire par la perte d'habitats (hydroélectricité, production de biocarburants), des mortalités et traumatismes (éoliennes), des compétitions pour usage de l'eau (hydroélectrique et nucléaire). Les mesures de protection des espaces et des espèces, dont Natura 2000, ne suffisent pas à enrayer les pertes de biodiversité constatées.

### *L'augmentation des espaces protégés*

Pour constituer un réseau d'espaces protégés représentatifs de la biodiversité, une grande variété d'outils a été mise en place en France, chacun ayant des objectifs, des contraintes et des modes de gestion spécifiques. Parmi eux, certains sont spécifiques à la France comme les protections réglementaires, la politique de maîtrise foncière menée par le Conservatoire du littoral et les Conservatoires d'espaces naturels ainsi que par certaines collectivités locales ou la protection et la gestion contractuelle, mise en œuvre dans les zones aux enjeux mixtes de développement et de conservation. En métropole, le réseau d'aires protégées terrestre couvre près de 27 % du territoire<sup>56</sup> par l'une au moins des protections suivantes :

- Protection réglementaire : arrêtés de protection (de biotope, des habitats naturels, de géotope), arrêtés listes de sites d'intérêt géologique, parc national zone cœur, réserves (biologique dirigée ou intégrale notamment de Parc national, nationale de chasse et faune sauvage, naturelle nationale, régionale ou de Corse), périmètres de protection de réserve naturelle et zones de protection renforcée ou intégrale des réserves naturelles ;
- Protection contractuelle : parc national aire d'adhésion, parc naturel régional et parc naturel marin ;
- Protection par la maîtrise foncière : terrain acquis (ou assimilé) par le Conservatoire du Littoral ou par un Conservatoire d'Espaces Naturels et espaces naturels sensibles ;

---

<sup>56</sup> UMS Patrimoine Naturel (2021). Du diagnostic au renforcement du réseau des aires protégées. <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/370549>

- Protection au titre de conventions et engagements européens ou internationaux : zone humide protégée par la convention de Ramsar, réserve de biosphère (zone centrale, de transition ou tampon), bien inscrit sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO (naturel ou mixte), géoparc mondial UNESCO, zone marine protégée de la convention OSPAR (Atlantique Nord-est), zone protégée de la convention de Carthagène (Caraïbes), zone spécialement protégée d'intérêt méditerranéen de la Convention de Barcelone et zones spécialement protégées de l'Antarctique.

La proportion de la superficie terrestre du territoire métropolitain classée en aires protégées (protection forte) augmente légèrement ces dernières années, de 1,27 % du territoire en 2011 à 1,35 % en 2016<sup>57</sup>. Il est aujourd'hui de 1,8 %<sup>58</sup>.

### *La protection des espèces en France*

À l'échelle internationale, la Convention sur le commerce international des espèces de faune et flore sauvages menacées d'extinction, connue sous son acronyme anglais CITES, régit le passage en frontières de quelque 6 610 espèces animales et 34 310 espèces végétales<sup>59</sup>. L'objectif de la CITES est de garantir que le commerce international des animaux et plantes inscrits dans ses annexes, vivants ou morts, ainsi que de leurs parties et de leurs produits dérivés ne nuise pas à la conservation de la biodiversité et repose sur une utilisation durable des espèces sauvages.

À l'échelle européenne, les annexes I et II de la directive Habitat (93/42/CEE) désignent les habitats et espèces, dont certains sont classés comme prioritaires au vu des enjeux de conservation, qui imposent la désignation de zones spéciales de conservation (voir paragraphe Natura 2000). L'annexe IV de cette directive indique les espèces animales et végétales qui doivent faire l'objet de mesures de protection strictes, tandis que le prélèvement (chasse, cueillette...) des espèces de l'annexe V doit être réglementé.

À l'échelle nationale, l'article L411-1 du Code de l'environnement prévoit un système de protection stricte des espèces de faune et de flore sauvages dont les listes sont fixées par arrêté ministériel. Concernant ces espèces, il est notamment interdit de les capturer, de les transporter, de les perturber intentionnellement ou de les commercialiser. Ces interdictions peuvent s'étendre aux habitats des espèces protégées pour lesquelles la réglementation peut prévoir des interdictions de destruction, de dégradation et d'altération. Le non-respect de ces règles fait l'objet de sanctions pénales, prévues à l'article L415-3 du Code de l'environnement. Les plans nationaux d'action visent à définir les actions nécessaires à la conservation et à la restauration des espèces les plus menacées. Cet outil de protection de la biodiversité est mis en œuvre par la France depuis une quinzaine d'année, et ces plans ont été renforcés suite au Grenelle de l'Environnement.

### *La mise en place de la trame verte et bleue*

Pour lutter contre la fragmentation des milieux naturels, l'État, les collectivités territoriales et leur groupement contribuent à la mise en place d'une trame verte et bleue aux différentes échelles d'action publique. Cette trame est formée de continuités écologiques terrestres et aquatiques, c'est-à-dire de réservoirs et corridors de biodiversité (articles L. 371-1 et R. 371-19 du Code de l'environnement). Elles sont répertoriées dans les différents documents de planification.

La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement prévoit notamment l'élaboration d'orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques, ces dernières devant être prises en compte par les schémas régionaux de

<sup>57</sup> Observatoire national de la biodiversité, données 2016

<sup>58</sup> UMS Patrimoine Naturel (2021). Du diagnostic au renforcement du réseau des aires protégées. <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/370549>

<sup>59</sup> CITES (2024). Les espèces CITES. <https://cites.org/fra/disc/species.php>

cohérence écologique co-élaborés par les régions et l'État. Les documents de planification et projets relevant du niveau national, notamment les grandes infrastructures linéaires de l'État et de ses établissements publics, devront être compatibles avec les orientations nationales. Le premier SRCE français a été approuvé par le Conseil Régional d'Île-de-France le 26 septembre 2013. En 2016, l'ensemble des régions françaises disposait d'un SRCE adopté. Désormais ces SRCE doivent être intégrés aux schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET), en cours de réalisation dans l'ensemble des régions françaises.

### *Des mesures et actions de préservation des paysages*

Il existe de nombreuses mesures de protection et de mise en valeur des paysages remarquables, identifiés et reconnus réglementairement par des dispositifs tels que les grands sites de France, les sites inscrits et classés, les sites inscrits au patrimoine mondial de l'Unesco, etc.

La réalisation réglementaire d'atlas de paysages départementaux permet d'identifier, de qualifier et de caractériser tous les paysages d'un territoire afin de participer à l'acquisition de connaissances, à la sensibilisation des acteurs et à la prise de décision sur l'aménagement du territoire.

## **2.3.2. Réseau Natura 2000**

### **État initial : un réseau solide, fort de 1 761 sites en France**

Le réseau Natura 2000 consiste en un ensemble de sites naturels européens, terrestres et marins, identifiés pour la rareté ou la fragilité de leurs habitats naturels, des espèces sauvages, animales et/ou végétales. Les sites Natura 2000 sont concernés par deux directives européennes :

- La directive « Oiseaux » (directive 2009/147/CE du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009), prévoyant la désignation des Zones de Protection Spéciales (ZPS) pour la conservation d'espèces d'oiseaux sauvages figurant à l'annexe I et des espèces migratrices non visées à l'annexe I dont la venue est régulière, ainsi que des habitats nécessaires à leur survie ;
- La directive « Habitats » (directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992) prévoyant la désignation des Zones Spéciales de Conservation (ZSC) visant la conservation des types d'habitats naturels et des espèces animales et végétales figurant aux annexes I et II.

Le réseau Natura 2000 couvre le territoire de l'Union européenne à hauteur de 18,5 % : 5 397 sites classés en tant que zone de protection spéciale pour les oiseaux, 23 567 sites classés en tant que zones spéciales de conservation. 231 habitats, 1 563 espèces animales et 966 espèces végétales sont reconnus d'intérêt communautaire<sup>60</sup>.

En France, 1 756 sites terrestres sont recensés, dont 403 au titre de la directive oiseaux et 1 353 au titre de la directive habitat. Ils couvrent 12,9 % de la surface terrestre comme suit : 43 % de forêts, 29 % de prairies et landes et 20 % de zones agricoles cultivées, milieux potentiellement concernés par des actions de mobilisation de biomasse. Les menaces et pressions sur ces sites sont identiques à ceux de la thématique « biodiversité et habitats naturels » (voir tableau des menaces et pressions correspondant).

### **Tendances et perspectives d'évolution : un état de conservation qui peine à s'améliorer**

#### *Mesures et actions mises en œuvre*

---

60 Natura 2000 (2022). Chiffres clés. <https://www.natura2000.fr/chiffres-cles>

La mise en place et le maintien ou rétablissement d'un état de conservation de ces sites constitue pour la France une obligation vis-à-vis de la Commission européenne. Son but est de favoriser la biodiversité en assurant le maintien ou le rétablissement d'un état de conservation favorable des habitats naturels et des espèces d'intérêt communautaire.

Chaque site Natura 2000 est géré par un gestionnaire désigné lors de la création du site. Un comité de pilotage regroupant les représentants des acteurs du site veille à l'application du droit et à la bonne gestion du site. Un document d'objectif dresse l'état des lieux du site et établit des objectifs de gestion pour la conservation du patrimoine naturel mais aussi l'information et la sensibilisation du public. Des contrats Natura 2000 sont mis en place pour chaque site avec les différents acteurs. Ils définissent la nature et les modalités des aides de l'État et les prestations à fournir en contrepartie par le bénéficiaire.

### *Évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces*

En parallèle de la désignation et préservation de ces sites dits « Natura 2000 », les directives Habitats-Faune-Flore (92/43/EEC) et Oiseaux (2009/147/EC) engagent les États membres à réaliser une évaluation régulière des statuts et tendances des espèces et des habitats identifiés d'intérêt communautaire. Ces évaluations sont réalisées tous les 7 ans par chaque pays et la dernière évaluation française date de 2021<sup>61</sup>.

Au sens de la directive, l'état de conservation favorable constitue l'objectif global à atteindre et à maintenir pour tous les types d'habitat et pour les espèces d'intérêt communautaire. Il peut être décrit comme une situation où un type d'habitat ou une espèce prospère (aspects qualitatifs et quantitatifs), où les perspectives quant à la vitalité des populations d'espèce ou des structures pour les habitats sont favorables et où les éléments écologiques intrinsèques des écosystèmes d'accueil ou les conditions géoclimatiques pour les habitats sont propices. L'évaluation est réalisée en Europe selon un protocole commun.

Pour les habitats analysés lors de la dernière évaluation en 2021, les résultats démontrent « un réel effet de la politique, qui parvient, dans les sites, à améliorer significativement l'état de conservation d'une partie des espèces et milieux naturels visés (en particulier milieux agropastoraux). Néanmoins, l'action menée dans les sites reste concentrée sur un nombre trop réduit de thématiques au regard des enjeux. De plus, compte tenu, d'une part, des pressions qui s'exercent sur la biodiversité, majoritairement hors réseau, et, d'autre part, de l'ambition affichée de maintenir le bon état de conservation des milieux sur l'ensemble du territoire, la limitation des actions de gestion au sein du réseau est un handicap important ».

---

61 UMS Patrimoine Naturel (2021). L'efficacité du réseau Natura 2000 en France. <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/356850>

## 2.4. Milieux humains

Cette partie traite des thématiques environnementales du milieu humain, à savoir les risques naturels et technologiques, les nuisances (atmosphérique, sonore, lumineuse), la santé humaine et le patrimoine architectural, culturel et archéologique.

### 2.4.1. Risques naturels et technologiques

#### État initial

Un risque est un danger éventuel plus ou moins prévisible susceptible de causer un dommage<sup>62</sup> que ce soit humain, matériel ou environnemental. Les risques sont classés en deux catégories : les risques naturels et les risques technologiques.

#### Les risques naturels

Les 524 événements naturels dommageables recensés en France entre 1900 et 2021 totalisent 32 418 morts. Près de 90 % des décès sont imputables aux éruptions volcaniques de la montagne Pelée (Saint-Pierre et Morne Rouge à la Martinique) de 1902 : éruption le 8 avril (28 000 décès), puis écoulements pyroclastiques le 30 août (1 000 décès). Viennent ensuite les phénomènes atmosphériques (cyclones, ouragans, tempêtes) avec 6 % des décès et les inondations avec un peu moins de 3 %. Les mouvements de terrain, les avalanches, les feux de forêt et les séismes totalisent chacun moins de 1 % des décès.

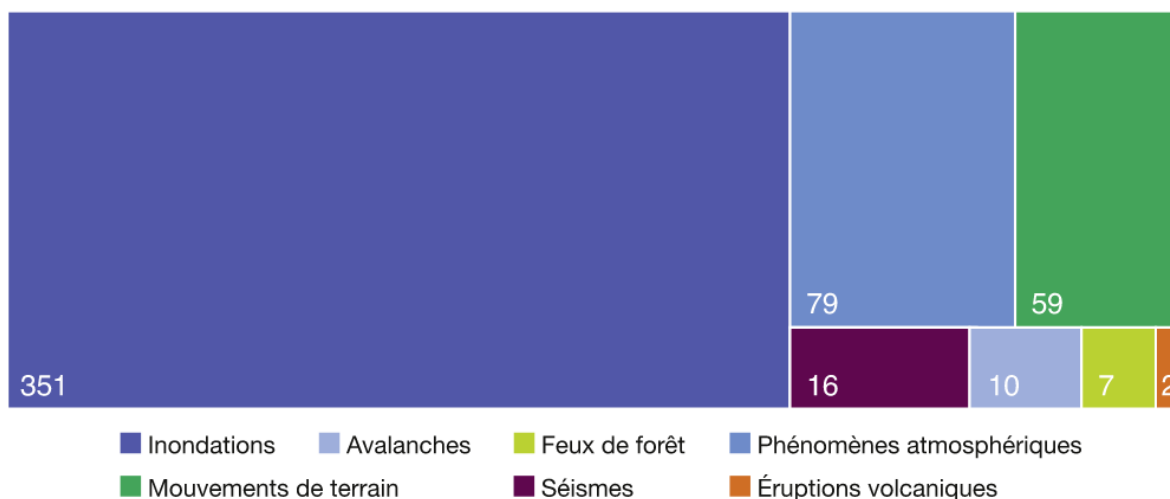
Si les inondations se caractérisent par une faible mortalité (un peu moins de 3 % des décès induits par les événements naturels dommageables entre 1900 et 2021), elles représentent à l'inverse 67 % des événements naturels dommageables recensés. Elles sont suivies par les phénomènes atmosphériques (15 %) et les mouvements de terrain (11 %). Les autres types d'événements naturels (séismes, avalanches, feux de forêt, éruptions volcaniques) représentent moins de 7 % du total. Entre 1900 et 2021, tous aléas confondus, 196 événements ont été reconnus comme très graves (dont 191 après 1950). Près de la moitié de ces événements (99) sont survenus après 2000. Parmi eux, 70 % correspondent à des inondations.

*Figure 44 : Nombre d'événements naturels dommageables de 1900 à 2021 (SDES<sup>63</sup>)*

---

62 Lopez-Vazquez, E. & Baubion-Broye, A. (1999). Perception du risque, stress et stratégies d'ajustement des sujets en situation de risque de catastrophe naturelle ou industrielle : approche d'une psychologie sociale du risque. Université de Toulouse 2. <https://theses.fr/1999TOU20097>

63 SDES (2023). Chiffres clés des risques naturels. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-risques-naturels-2023/6-evenements-naturels-dommageables->



Cette part importante de la survenance des inondations est notamment liée à l'accroissement de l'urbanisation dans les zones inondables, s'accompagnant d'une imperméabilisation des sols. Plus de la moitié des communes métropolitaines (soit 20 000 communes) sont exposées au risque d'inondation.

*Tableau 10 : Synthèse des menaces et pressions sur l'exposition aux risques naturels par secteur*

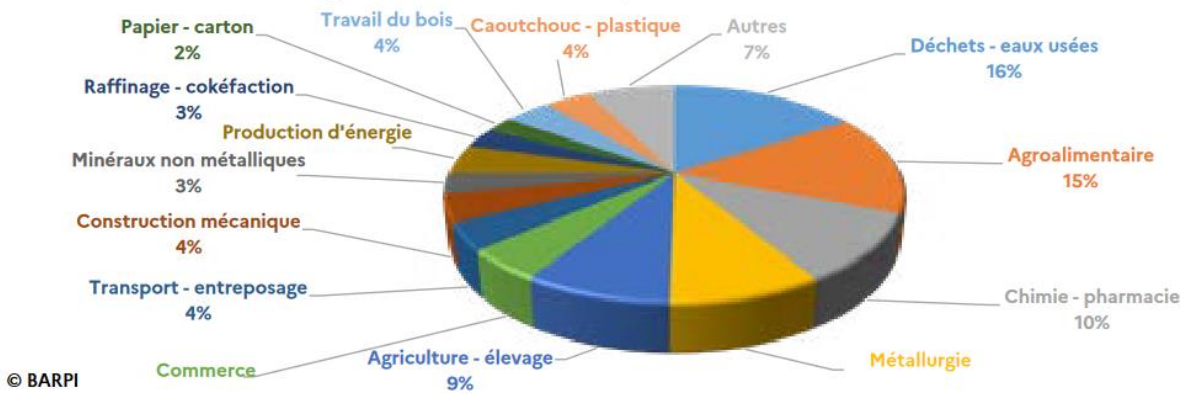
|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Manque d'adaptation des infrastructures de transport aux risques naturels associés à l'évolution du climat</li> </ul>                                                                                                       |
| <b>Résidentiel-tertiaire</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Manque d'adaptation du parc bâti aux séismes, aux tsunamis et aux cyclones</li> </ul>                                                                                                                                       |
| <b>Agriculture</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Manque d'adaptation de l'agriculture aux épisodes de crues importantes</li> <li>Manque d'adaptation de l'agriculture aux épisodes de sécheresse</li> </ul>                                                                  |
| <b>Forêt – bois – biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Manque d'adaptation de la sylviculture aux épisodes de crues importantes</li> <li>Manque d'adaptation de la sylviculture aux épisodes de sécheresse</li> <li>Manque d'adaptation de la sylviculture aux tempêtes</li> </ul> |
| <b>Industrie</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Manque d'adaptation des installations industrielles aux risques naturels les plus destructeurs : incendies, tsunamis, cyclones, séismes, avalanches, etc.</li> </ul>                                                        |
| <b>Production d'énergie</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Voir Industrie</li> <li>Modification de l'utilisation des énergies renouvelables dépendant des conditions climatiques</li> </ul>                                                                                            |
| <b>Déchets</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Voir Industrie</li> </ul>                                                                                                                                                                                                   |

### *Risques technologiques*

Contrairement aux risques naturels, les risques technologiques sont d'origine uniquement anthropique. Cinq sources de risques technologiques majeurs sont présentes en France : les installations industrielles, les installations nucléaires, les grands barrages, le transport de matières dangereuses et les sites miniers.

Les trois phénomènes les plus fréquents lors d'accidents sont les rejets de matières dangereuses (72,5 % des cas contre 71 % en 2021), les incendies (48 % des cas contre 47 % en 2021), et les explosions<sup>64</sup>. Si l'examen porte sur l'ensemble des événements (accidents + incidents), alors les incendies représentent 55 % des phénomènes et les rejets de matières dangereuses 52 %.

Figure 45 : Répartition des accidents par secteur d'activité en 2022 (BARPI)



En 2022, on dénombre 905 accidents et incidents dans les installations classées françaises hors Seveso contre 896 en 2021. Les conséquences environnementales apparaissent elles aussi importantes puisque cela concerne 64 % des accidents en 2022. Les impacts sur l'air et l'eau concernent chacun environ 1/3 des accidents. Les conséquences sur la faune et la flore sont plus rares, avec 29 accidents.

Tableau 11 : Synthèse des menaces et pression sur l'exposition aux risques technologiques par secteur

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Transports              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le secteur des transports-entrepasage est à l'origine de 4 % de l'ensemble des accidents et incidents survenus en 2022</li> <li>En 2022, 15 événements concernent des canalisations françaises de transport de matières dangereuses, ainsi que leurs installations annexes (stations de pompage, de compression), contre 22 en 2021</li> </ul> |
| Résidentiel-tertiaire   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le commerce est à l'origine d'environ 5 % des accidents et incidents survenus en 2022</li> <li>Le manque de prévention des risques technologiques autour des zones résidentielles peut aggraver l'impact d'un accident technologique en causant des pertes humaines et matérielles dans ces zones</li> </ul>                                   |
| Agriculture             | <ul style="list-style-type: none"> <li>L'agriculture-élevage et l'agroalimentaire sont fortement touchés par les risques technologiques, et sont respectivement à l'origine de 9 % et 15 % de l'ensemble des accidents et incidents survenus en 2022</li> <li>Ces secteurs sont particulièrement sujets aux risques d'incendie et de rejets de matières dangereuses</li> </ul>        |
| Forêt – bois – biomasse | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le travail du bois est à l'origine de 4 % de l'ensemble des accidents et incidents survenus en 2022</li> <li>Ce secteur est particulièrement sujet aux risques d'incendies</li> </ul>                                                                                                                                                          |
| Industrie               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le secteur de l'industrie manufacturière est touché par les risques technologiques avec 10 % de l'ensemble des accidents ou incidents survenus cette même année pour la chimie-pharmaceutique</li> </ul>                                                                                                                                       |

64 BARPI (2022). Inventaire des accidents technologiques survenus. [https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/uploads/2023/11/20231108\\_Inventaire\\_Web.pdf](https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/uploads/2023/11/20231108_Inventaire_Web.pdf)



|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• À noter cependant une réduction de l'accidentologie dans le secteur de la chimie</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Production d'énergie</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La production d'énergie est à l'origine d'environ 5 % de l'ensemble des accidents et incidents survenus en 2022</li> <li>• Les installations hydrauliques se distinguent des installations classées par le type de risques qu'elles peuvent causer. Depuis juillet 2010, le BARPI recense les déclarations d'événements importants pour la sûreté hydraulique (EISH). 39 EISH ont été déclarés pour l'année 2022, en très nette baisse par rapport aux années précédentes, et notamment l'année 2021, caractérisée par un pic événementiel sur les digues consécutif aux épisodes de crues majoritairement en région Nouvelle-Aquitaine. La probabilité d'un accident de grande ampleur est faible.</li> <li>• En 2022, 57 événements (contre 72 en 2021) concernent les installations de distribution du gaz. Ces événements sont très majoritairement dus à des endommagements par engin lors de travaux (70 % des cas). Ces événements ont principalement pour conséquence des privations d'usage de gaz pour les abonnés, des évacuations ou des coupures d'axes de transport</li> <li>• La probabilité d'un accident nucléaire de grande ampleur est faible</li> </ul> |
| <b>Déchets</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le traitement des déchets et eaux usées est le secteur le plus exposé aux risques technologiques, avec 16 % de l'ensemble des accidents et incidents survenus en 2022</li> <li>• Ce secteur est particulièrement sensible aux risques d'incendie</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## Tendances et perspectives d'évolution

### Les risques naturels

En 1982, la loi relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles a institué le plan d'exposition aux risques (PER) pour inciter, notamment, les assurés à la prévention. En 1995, les plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) les ont remplacés, se substituant également à tout autre plan ou dispositif approuvé par les préfets (ex : périmètre de risque délimités par l'article R. 111-3 du Code de l'urbanisme, Plan de Surfaces Submersibles, Plans de Zones sensibles aux Incendies de Forêt). La loi Barnier vise à renforcer et à unifier l'action de prévention et précise que les procédures déjà approuvées valent PPR.

Parmi les actions de la prévention des risques naturels, pour la plupart des phénomènes dommageables, les PPRN ont pour objectif de réduire l'exposition au risque ainsi que la vulnérabilité des biens et des personnes. Le PPRN est élaboré sous l'autorité du préfet en associant les collectivités locales dans une démarche de concertation. Il est composé de trois documents :

- Un rapport de présentation qui expose les études entreprises, les résultats et les justifications des délimitations des zones et réglementations inscrites dans le règlement et celles rendues obligatoires ;
- Un plan de zonage, issu du croisement des aléas (fréquence et intensité des phénomènes) et des enjeux identifiant des zones inconstructibles, constructibles sous réserve d'aménagements particuliers ou constructibles ;

- Un règlement décrivant les contraintes constructives et/ou d'urbanisme à respecter dans chaque zone. Le PPRN déterminera, par exemple, la hauteur du premier plancher d'une habitation nouvelle en zone inondable par rapport au niveau des plus hautes eaux connues ou rendra obligatoire le renforcement des façades amont en cas de chutes de blocs ou d'avalanches.

Le PPRN approuvé par le préfet est annexé, après enquête publique et approbation, au Plan Local d'Urbanisme (PLU) en tant que servitude d'utilité publique. Ses dispositions priment sur toute autre considération. Les PPRN définissent les zones d'exposition aux phénomènes naturels prévisibles, directs ou indirects, et caractérisent l'intensité possible de ces phénomènes. A l'intérieur de ces zones dites « d'aléa », les PPRN réglementent l'utilisation des sols, la façon de construire, l'usage et la gestion des zones à risques dans une approche globale du risque. Les réglementations s'appliquent tant aux futures constructions qu'aux constructions existantes dans le but de maîtriser et réduire leur vulnérabilité.

Le changement climatique constitue un facteur d'impact important sur l'évolution des risques naturels (voir figure ci-dessous). L'amplification des effets aggravants du changement climatique se confirme, induisant une augmentation de la vulnérabilité des populations et des territoires aux risques naturels. Parmi les risques naturels susceptibles d'être affectés par le changement climatique, figurent les feux de forêt, les vagues de chaleur et les périodes de sécheresse, la montée du niveau des mers et des océans, les crues et les submersions marines, les risques d'origines glaciaire et périglaciaire, et enfin, les cyclones dans les territoires ultramarins. Les conséquences du changement climatique affecteront diversement les territoires français avec globalement une progression significative du nombre et de l'intensité de certains phénomènes naturels majeurs.

*Figure 46 : Carte des impacts déjà visibles et à venir d'ici 2050 à cause du changement climatique (ONERC)*



### Les risques technologiques

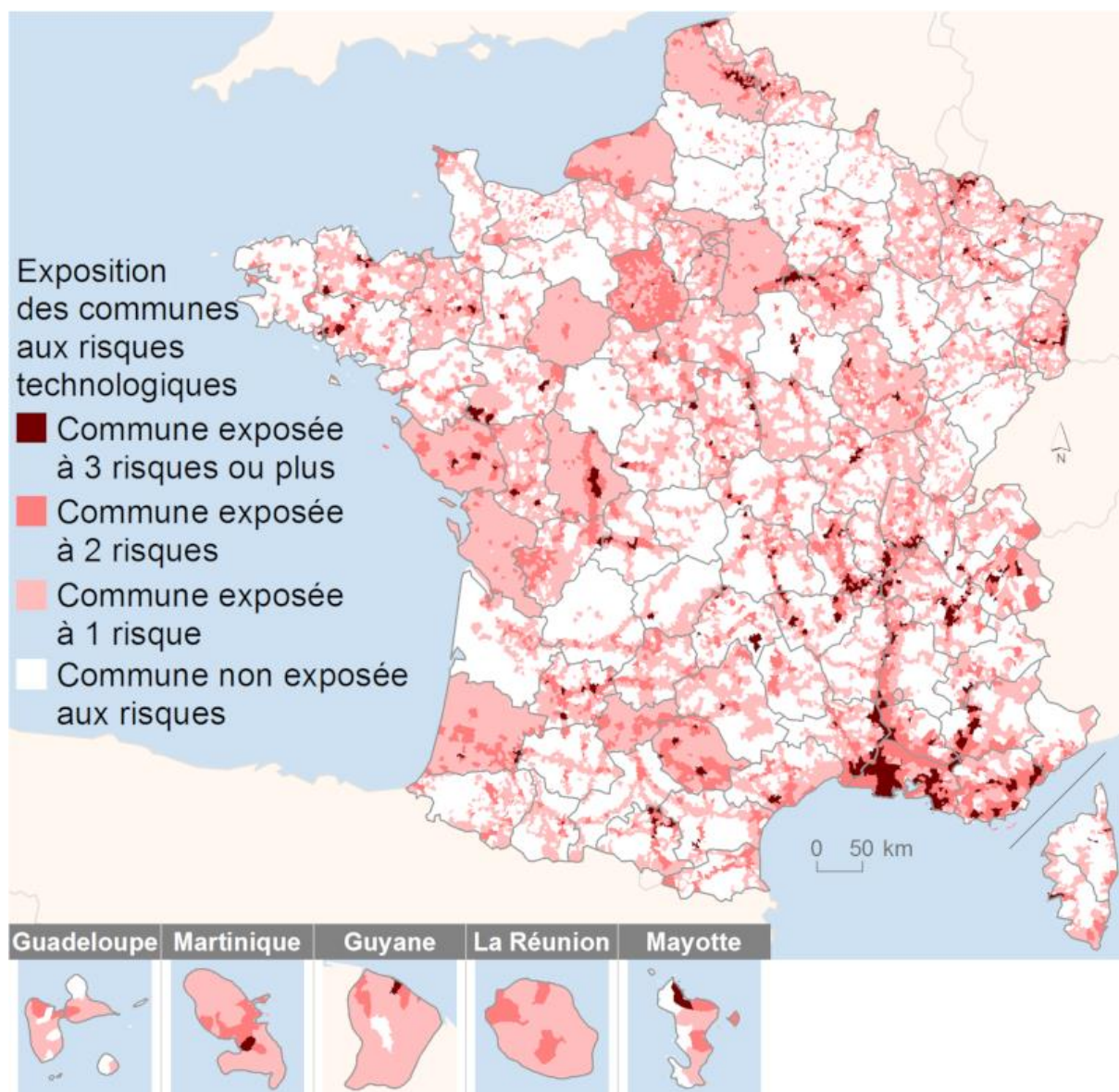
Les risques technologiques sont encadrés par un plus large panel réglementaire puisque ceux-ci peuvent être de différentes natures. Comme vu précédemment, la majorité des risques technologiques sont d'origine industrielle et concernent notamment les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). La nomenclature ICPE constitue le cadre réglementaire des installations ayant des impacts potentiels sur l'environnement. Les installations peuvent être classées en trois groupes : déclaration, enregistrement et autorisation. Ces trois groupes déterminent le niveau de dangerosité de l'installation pour l'environnement, l'autorisation étant liée au niveau le plus élevé de dangerosité (ce groupe comporte également une classification permettant de réglementer les installations les plus dangereuses aussi appelées installation SEVESO). Cette nomenclature est ainsi garante de la sécurité de ces installations par la détermination par le préfet de règles de sécurité à respecter. Cette sécurité est également appliquée par d'autres textes qui poussent les industriels à améliorer leurs systèmes afin de diminuer au maximum les risques liés à leurs installations.

Au niveau local des plans de prévention des risques technologiques (PPRT) sont mis en place pour résoudre les situations difficiles en matière d'urbanisme héritées du passé et ont pour objectif de mieux encadrer l'urbanisme futur afin de réduire au maximum l'exposition des personnes, des biens et de l'environnement aux risques technologiques. Ainsi les PPRT peuvent définir des zones de protection des populations présentes et futures à proximité des sites SEVESO telles que :

- Des zones de maîtrise de l'urbanisation future ;
- Des secteurs de mesures foncières pour l'existant (expropriation, délaissement) ;
- Des zones de prescriptions sur l'existant.

La carte ci-dessous<sup>65</sup> montre les communes à risque technologique.

*Figure 47 : Les communes à risques technologiques en 2018 (Notre Environnement)*



## 2.4.2. Nuisances : pollution de l'air, le bruit, les odeurs et la pollution lumineuse

### État initial

<sup>65</sup> Notre Environnement (2024). Les risques et accidents technologiques. <https://www.notre-environnement.gouv.fr/rapport-sur-l-etat-de-l-environnement/themes-ree/risques-nuisances-pollutions/risques-technologiques/vue-d-ensemble/article/les-risques-et-accidents-technologiques>

Les nuisances sont avant tout considérées comme des désagréments pour la qualité de vie et des sources de risque sanitaire notables mais également des impacts environnementaux. Les nuisances regroupent ainsi la pollution de l'air, le bruit, les odeurs et les pollutions lumineuses.

### *Pollution atmosphérique*

La pollution atmosphérique est définie dans le Code de l'environnement comme étant « l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives ».

La pollution de l'air extérieur est ainsi néfaste pour la santé humaine mais également pour l'environnement par l'acidification des eaux, des sols ou leur eutrophisation et peut également contribuer à la baisse des rendements agricoles. La pollution de l'air intérieur est également un enjeu important pour la santé humaine. En effet, chaque individu passe 85 % de son temps dans un environnement clos dont la majorité du temps dans l'habitat. Lorsqu'il est question de pollution atmosphérique et de qualité de l'air il est nécessaire de distinguer deux notions fondamentales :

- Les émissions de polluants correspondent à une quantité de polluants (souvent exprimées en tonnes ou kilotonne) directement rejetée par les activités humaines (transports, chauffage au bois, industries...) ou d'origine naturelle (volcans, embruns marins, feux de forêts, brumes de sable...) ;
- Les concentrations de polluants caractérisent la qualité de l'air que l'on respire ; elles sont exprimées le plus souvent en microgramme par mètre cube ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Les concentrations dépendent fortement de deux facteurs, en ce qui concerne l'air extérieur notamment : les conditions météorologiques et de la quantité de polluants émis dans l'atmosphère. Pour l'air intérieur ce sont les conditions de ventilation et d'aération du bâtiment ainsi que la proximité des sources de pollution qui vont conditionner l'exposition des occupants.

Le lien entre émissions et concentrations n'est ni proportionnel ni linéaire.

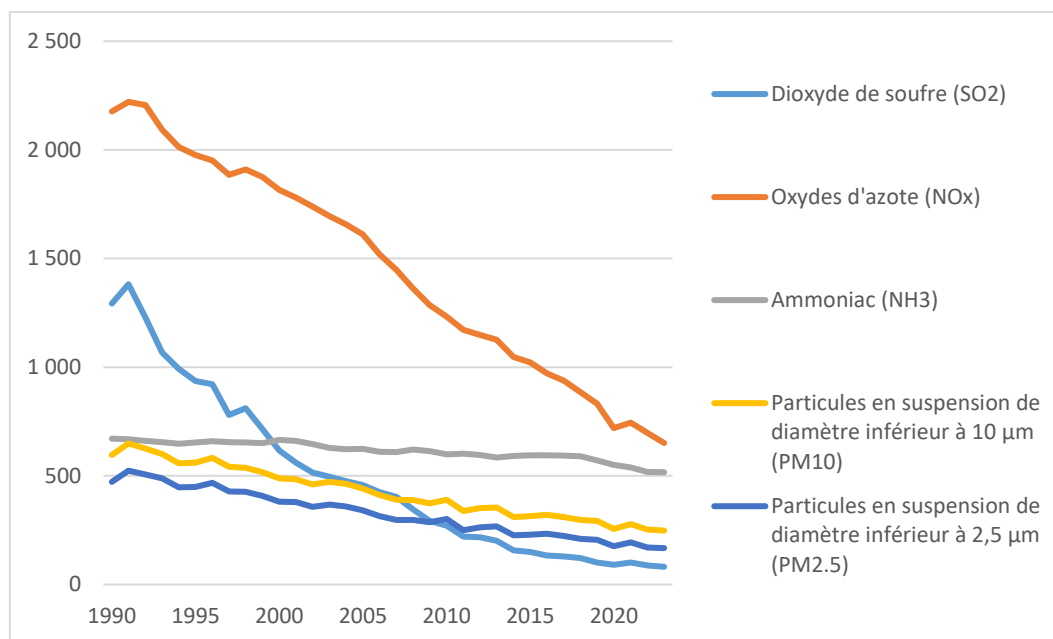
Les polluants atmosphériques sont classés en deux catégories : les polluants primaires, qui correspondent aux polluants directement émis dans l'atmosphère, et les polluants secondaires, qui sont issus de la réaction physico-chimique des polluants primaires sous réserve de conditions météorologiques particulières.

Les polluants atmosphériques peuvent être émis par des sources d'origine humaine ou naturelle, mais ce rapport s'intéressera principalement aux sources anthropiques. Ces sources d'émission anthropiques trouvent notamment leur origine dans la combustion de matières organiques (bois, déchets) ou fossiles (fioul, gaz, charbon...) pour les transports et le chauffage des bâtiments, dans l'industrie, ou bien dans les activités agricoles (le travail de la terre et l'épandage de pesticides ou d'engrais minéraux et organiques). Certains polluants sont aussi émis par des solvants colles, etc. et sont notamment problématiques pour la qualité de l'air intérieur.

Le bilan métropolitain de la qualité de l'air ambiant sur l'année 2022 montre que les émissions de polluants primaires ont globalement baissé entre 2000 et 2022 excepté pour les émissions d'ammoniac qui ont tendance à stagner, comme l'illustre la figure ci-dessous.

*Figure 48 : Evolution des émissions (en t) de dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ), d'oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ), d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), de particules  $\text{PM}_{10}$  et  $\text{PM}_{2,5}$  entre 1990 et 2022 (Citepa)*

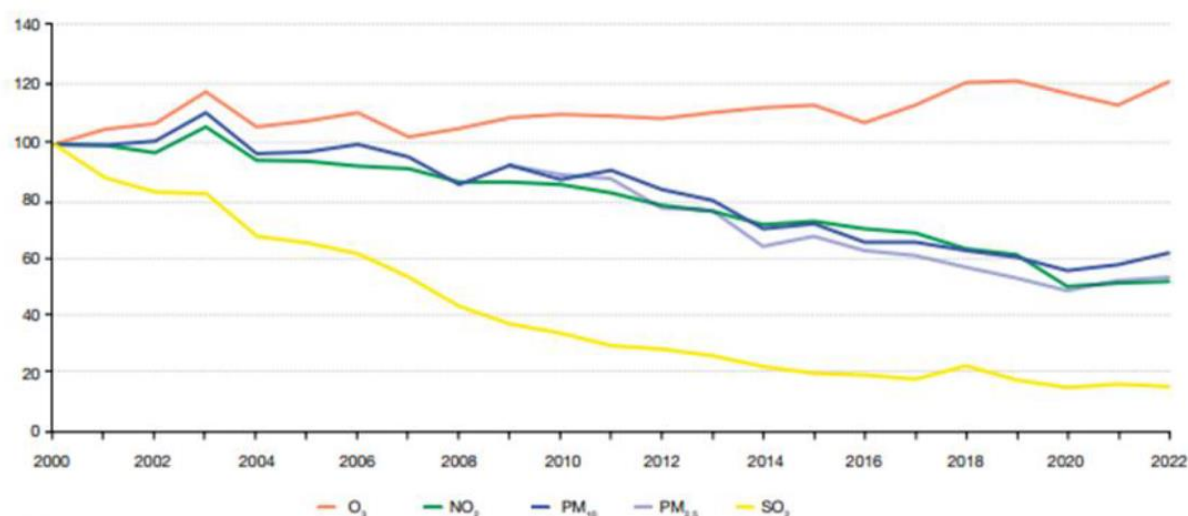




Les concentrations de polluants ont également diminué sur la période 2000-2022, excepté pour les concentrations d'ozone en métropole :

Figure 49 : Evolution des concentrations moyennes annuelles pour les polluants SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> en fond urbain (Citepa)

Note : En indice base 100 des concentrations en 2000 (2009 pour les PM<sub>2,5</sub>).



Malgré l'amélioration globale de la qualité de l'air, des dépassements des normes réglementaires de qualité de l'air, fixées pour la protection de la santé humaine au niveau européen par la directive 2008/50/CE (dont la révision est en cours de finalisation), et transposées en droit français à l'article R. 221-1 du Code de l'environnement, subsistent à court terme (épisodes de pollution notamment) et à long terme dans certaines zones du territoire.

Le non-respect des normes réglementaires de qualité de l'air concerne principalement le NO<sub>2</sub> (valeur limite de concentration), l'O<sub>3</sub> (valeur cible) et les PM<sub>10</sub> (valeurs limites de concentration) et dans une moindre mesure les PM<sub>2,5</sub> (valeur limite de concentration) sur la période 2000-2022. Celles-ci font l'objet d'une préoccupation particulière compte tenu de leurs multiples effets sur la santé qui peuvent intervenir à de faibles niveaux de concentrations.

Les dépassements sont notamment localisés dans les agglomérations, mais sont également fréquents en milieu rural pour l'O<sub>3</sub>. Depuis 2011, le pourcentage d'agglomérations ne respectant pas les normes réglementaires en NO<sub>2</sub> a diminué de façon continue, après avoir connu des fluctuations plus marquées au cours de la décennie précédente. L'année 2020 a connu une baisse importante du pourcentage d'agglomérations avec des dépassements de normes qui résulte des teneurs particulièrement faibles mesurées cette année-là, en lien avec les mesures prises pour lutter contre la pandémie de Covid-19. En 2022, le pourcentage d'agglomérations concernées par des dépassements est de 2,4 %, contre 2,9 % en 2021, et reste nettement inférieur à ceux observés dans la décennie 2000 (12 à 26 % des agglomérations en dépassement selon les années sur la période 2000-2010). Les grandes agglomérations (plus de 250 000 habitants), et dans une moindre mesure, celles de taille moyenne (50 000 à 250 000 habitants), sont les plus concernées par ces dépassements, le plus souvent sur des stations situées à proximité du trafic routier. L'ampleur de ces dépassements a significativement baissé.

Figure 50 : Synthèse des dépassements des seuils réglementaires de concentration fixés pour la protection de la santé en 2022 (Citepa)

|                               | Principales sources primaires d'émissions au niveau national ou principaux précurseurs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Respect de la réglementation en 2022 | Nombre d'agglomérations en dépassement en 2022 |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|
| SO <sub>2</sub>               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ✓                                    | 0                                              |
| NO <sub>2</sub>               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ✗                                    | 4                                              |
| O <sub>3</sub>                |      | ✗                                    | 20                                             |
| PM <sub>10</sub>              |      | ✗                                    | 2                                              |
| PM <sub>2,5</sub>             |                                                                                         | ✓                                    | 0                                              |
| CO                            |                                                                                                                                                                                                                                                               | ✓                                    | 0                                              |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> |                                                                                                                                                                                                                                                               | ✓                                    | 0                                              |
| As                            |                                                                                                                                                                            | ✓                                    | 0                                              |
| Cd                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ✓                                    | 0                                              |
| Ni                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ✗                                    | 1                                              |
| Pb                            |                                                                                                                                                                                                                                                               | ✓                                    | 0                                              |
| B[a]P                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ✓                                    | 0                                              |

 Industrie

 Transports

 Résidentiel/ Tertiaire

 Agriculture/ Sylviculture

 Brumes des sables

Concernant la qualité de l'air intérieur, les polluants concernés ne sont pas exactement les mêmes : monoxyde de carbone (CO), acétaldéhyde, acroléine, benzène, n-décans, n-undecane, 1,4-dichlorobenzène, ethylbenzène, hexaldéhyde, styrène, tétrachloroéthylène, toluène, xylène, trichloroéthylène, particules fines. Les sources d'émission non plus : tabagisme, appareils à combustion, ménage, cuisine, bricolage, etc. Les matériaux de construction, mobiliers, produits de décoration et micro-organismes, etc. La qualité de l'air intérieur (QAI) est donc une préoccupation de santé publique, qui est notamment prise en compte dans le 4<sup>e</sup> plan national santé environnement.



La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite loi Grenelle II, a rendu obligatoire la surveillance de la qualité de l'air intérieur pour le propriétaire ou l'exploitant de certains établissements recevant un public sensible (articles L. 221-8 et R. 221-30 et suivants du Code de l'environnement). Les modalités de surveillance à mettre en œuvre par le propriétaire, ou le cas échéant, l'exploitant de l'établissement ont été précisées par des textes d'application révisés en 2015.

Le retour d'expérience sur cette surveillance, notamment auprès des collectivités, a fait ressortir l'intérêt de rendre les propriétaires et/ou exploitants d'ERP acteurs de la qualité de l'air intérieur à travers des évaluations régulières des moyens d'aération, et des autodiagnostic. Les campagnes de mesures doivent apporter des données quantitatives et objectives pour identifier d'éventuelles problématiques, en particulier à la suite de travaux susceptibles d'impacter la qualité de l'air intérieur des bâtiments, ce que ne permettait pas l'ancien dispositif de surveillance.

Fort des constats sur les avantages et limites de chacune des options proposées par le précédent dispositif de surveillance, le 4<sup>e</sup> Plan national santé environnement (2021-2025) « Un environnement, une santé » a défini le cadre d'une révision de la réglementation de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les ERP.

Cette révision prend également en compte le retour d'expérience de la crise sanitaire liée à la pandémie de SARS-CoV2 (Covid-19). En effet, cette crise sanitaire a mis en évidence l'importance de la mise en place d'une stratégie environnementale de maîtrise de la qualité de l'air dans chaque ERP. Ainsi, la maîtrise du taux de renouvellement de l'air dans les locaux par la mesure de la concentration en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) devient un enjeu majeur, car elle permet la dilution et l'élimination des polluants intérieurs dont les agents infectieux aéroportés. De plus, il est scientifiquement établi qu'une élévation de la concentration en CO<sub>2</sub> est associée à une diminution des performances cognitives des occupants des locaux.

Le dispositif réglementaire entré en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2023 encadrant la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans ces établissements comporte désormais :

- Une évaluation annuelle des moyens d'aération des bâtiments incluant notamment la mesure à lecture directe de la concentration en CO<sub>2</sub> de l'air intérieur ;
- Un autodiagnostic de la QAI au moins tous les quatre ans ;
- Une campagne de mesures de polluants réglementés réalisée à chaque étape clé de la vie des bâtiments (par un organisme accrédité) ;
- Un plan d'actions prenant en compte l'évaluation annuelle des moyens d'aération, l'autodiagnostic et la campagne de mesures précités.

Les établissements soumis à ce dispositif de surveillance réglementaire depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2023 sont ceux accueillant des enfants :

- Les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de 6 ans (crèches, haltes-garderies, etc.) ;
- Les établissements d'enseignement ou de formation professionnelle du premier et du second degrés (écoles maternelles, écoles élémentaires, collèges, lycées d'enseignement général, technologique ou professionnel) ;
- Les centres de loisirs<sup>66</sup>.

---

66 MTECT (2024). La qualité de l'air intérieur. <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/qualite-lair-interieur>

Tableau 12 : Synthèse des menaces et pressions sur la qualité de l'air par secteur

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilisation de véhicules thermiques sources d'émission de NO<sub>x</sub> et de particules fines</li> <li>Les véhicules diesel sont particulièrement problématiques en ce qu'ils émettent une quantité plus importante de polluants atmosphériques que les véhicules essence, et dont l'impact sur la santé est considéré comme très important</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Résidentiel-tertiaire</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>L'utilisation d'appareils de chauffage au bois peu performants est un facteur important de détérioration de la qualité de l'air intérieur et extérieur. Ces types d'appareils produisent une combustion médiocre du combustible et émettent ainsi une quantité importante de particules fines, entre autres, dont l'impact sur la santé est important.</li> <li>Le brûlage à l'air libre des déchets verts est aussi source de pollution importante puisque la combustion est encore moins bonne que dans un appareil de chauffage et que le combustible n'est pas sec</li> <li>La qualité de l'air intérieur peut être altérée par une mauvaise aération des bâtiments et une exposition à des polluants émis par des matériaux de construction et d'ameublement</li> <li>L'utilisation domestique de solvants est source importante de COVNM</li> </ul> |
| <b>Agriculture</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les activités relatives au travail de la terre émettent des particules fines</li> <li>Les déjections animales et les épandages d'engrais sont responsables de la majorité des émissions d'ammoniac</li> <li>Enfin les feux ouverts pratiqués en agriculture (écobuages, brûlis) sont également des sources d'émissions très localisées de particules fines, de composés organiques volatiles et d'autres polluants dangereux pour les mêmes raisons que le brûlage à l'air libre des déchets verts des particuliers</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Forêt – bois – biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le domaine de la sylviculture contribue de manière très marginale à la pollution de l'air. Ce sont uniquement les engins utilisés pour la sylviculture qui seront considérés comme des sources significatives de pollution. Autrement il s'agit des émissions naturelles de composés organiques volatiles</li> <li>Concernant la biomasse, sa combustion est une source majeure de particules fines (voir résidentiel-tertiaire)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Industrie</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le secteur de l'industrie est majoritairement responsable des émissions de dioxyde de soufre dues principalement à la métallurgie des métaux ferreux, à la production de minéraux non métalliques et de matériaux de construction et à l'industrie chimique</li> <li>L'industrie est également responsable des émissions de particules fines (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) dans une moindre mesure</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Production d'énergie</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le raffinage du pétrole et la production d'électricité émettent principalement du dioxyde de soufre (29 % des émissions de SO<sub>2</sub>) et des polluants organiques persistants (l'incinération des déchets domestiques avec récupération d'énergie émet 49 % des hexachlorobenzène – HCB)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Déchets</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le secteur du traitement des déchets est le principal contributeur de polluants organiques</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## Pollution sonore

Pour près de 10 % de Français, les pollutions sonores (voisinage, activités, transport...) sont très préoccupantes. Selon l'Organisation mondiale de la santé, elles sont la deuxième cause de morbidité, derrière la pollution atmosphérique, parmi les facteurs de risques environnementaux en Europe. Le bruit perturbe les communications et dégrade l'acuité auditive. Ses effets peuvent aller jusqu'aux troubles du sommeil, l'hypertension artérielle, la réduction du champ de vision, l'irritation nerveuse et la dépression.

Au-delà des effets auditifs tels que la perturbation des communications ou la dégradation de l'acuité auditive, les nuisances sonores peuvent entraîner des effets extra-auditifs, allant de l'apparition de troubles du sommeil jusqu'à une perturbation du système cardio-vasculaire. Selon l'OMS, le bruit constitue, parmi les facteurs de risques environnementaux, la deuxième cause de morbidité en Europe, derrière la pollution atmosphérique. Au moins un million d'années de vie en bonne santé seraient ainsi perdues chaque année en raison du bruit causé par la circulation.

Résultat d'une émission sonore se propageant en vibration dans l'air, le bruit se caractérise par sa fréquence (mesurée en hertz), son niveau (mesuré en décibels) et sa durée. Fonction à la fois de cette durée, de son intensité, de son origine mais également des perceptions individuelles, la pollution sonore regroupe une grande variété de bruits (bruit de fond ou bruit émergent, bruit répété ou non, etc.). Trois types d'impacts sanitaires du bruit se distinguent :

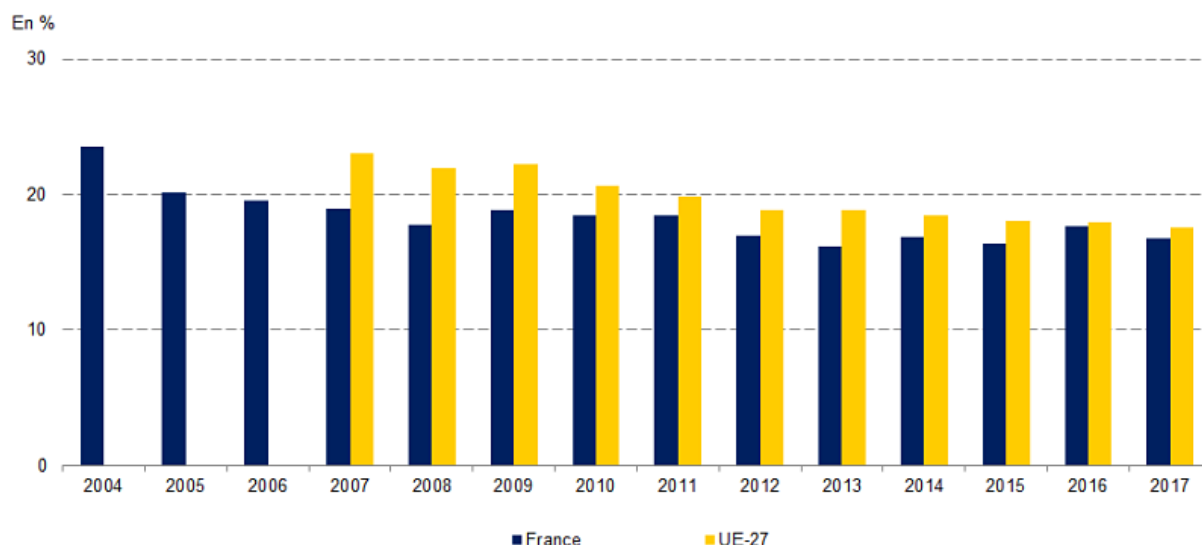
- Les effets auditifs (baisse de l'audition, surdité, etc.), conséquences d'une exposition prolongée à un niveau élevé de bruit généralement en milieu professionnel ou lors des loisirs ;
- Les effets extra-auditifs objectifs (perturbation du sommeil, du système endocrinien, du système cardio-vasculaire, effets sur le système immunitaire, etc.) ;
- Les effets extra-auditifs subjectifs, issus d'une perception individuelle (gêne, effets sur les attitudes et le comportement social).

Les impacts sanitaires extra-auditifs peuvent également survenir à court ou moyen long terme, suite à une exposition chronique à des niveaux sonores parfois faibles. Il est difficile d'attribuer une relation directe de causalité entre l'exposition au bruit et l'apparition de pathologies. Des liens ont toutefois été établis entre l'exposition au bruit des transports et l'apparition de certains symptômes ou pathologies (perturbation du sommeil, maladies cardio-vasculaires, troubles de l'apprentissage).

Une enquête menée auprès de la population française en 2014, pilotée par le ministère en charge de l'environnement, a mis en évidence des disparités importantes de nuisance selon la localisation géographique des logements. Plus d'un habitant sur deux résidant en agglomération parisienne s'estime gêné par le bruit, tandis que cette situation n'affecte que 30 % des sondés vivant en zone rurale. Le voisinage (vie quotidienne, travaux, animaux) puis la circulation des véhicules motorisés constituent les deux premiers facteurs de nuisance cités par les Français. L'ancienneté et l'isolation du bâtiment ont également un impact sur l'intensité des nuisances ressenties par les ménages. L'élaboration de cartes de bruit est imposée par la directive européenne 2002/49/CE du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement aux gestionnaires d'infrastructures

de transport (aérien, routier, ferroviaire) et à certaines agglomérations de plus de 100 000 habitants dont la liste est fixée par le décret n°2006-361 du 24 mars 2006.

*Figure 51 : Part des ménages français et européens estimant souffrir du bruit (Eurostat<sup>67</sup>)*



Les résultats des 25 agglomérations ayant élaboré leur carte de bruit permettent de dresser un bilan de l'exposition des populations urbaines. Au total, plus de 22 millions d'habitants sont exposés au bruit routier, soit 42 % (de jour) et 27 % (de nuit) de la population de ces territoires. L'exposition au bruit ferroviaire touche plus de 2 millions d'habitants dans ces agglomérations. Enfin, 0,8 % de la population est exposée au bruit du trafic aérien, ce qui représente plus de 236 000 personnes.

Le bruit est une cause majeure de morbidité. Selon l'OMS, plus d'un million d'années de vie en bonne santé seraient perdues chaque année en Europe sous l'effet du bruit causé par les transports. D'après l'Agence européenne pour l'environnement, il serait à l'origine de plus de 10 000 cas de mortalité prématurée et 43 000 hospitalisations par an. En France, une étude commandée par l'ADEME et le Conseil national du bruit (CNB) estime à 57 Mds€ par an le coût social des pollutions sonores en 2016 en prenant notamment en compte le coût des troubles et pathologies associées et la perte de productivité

*Tableau 13 : Synthèse des menaces et pressions sur l'environnement sonore par secteur*

67 Notre Environnement (2020). Les bruits et les nuisances sonores. <https://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/sante/article/les-bruits-et-les-nuisances-sonores>

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le transport routier est la source de nuisance sonore à laquelle le plus grand nombre d'habitants est exposé. Ainsi, il existe un enjeu important autour de la planification territoriale afin d'améliorer l'ambiance sonore des zones les plus touchées</li> <li>Le transport aérien est également une source importante de bruit. Même si, le progrès technologique aidant, les avions font moins de bruit, dans certaines zones, les populations subissent jusqu'à 500 survols quotidiennement, avec un bruit quasi continu et plus intense qu'un bruit d'autoroute. Toutefois le nombre d'habitants exposés est moins important que celui des transports routiers</li> </ul> |
| <b>Résidentiel-tertiaire</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les nuisances sonores considérées dans ce secteur sont celles relatives aux troubles de voisinage. L'habitat collectif induit nécessairement une proximité entre les habitants qui peut être une source de gêne importante dans le cas d'un manque d'isolation sonore entre les logements</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Agriculture</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les activités agricoles peuvent être une source de trouble de voisinage dans les zones rurales à cause des engins agricoles ou des bruits d'animaux</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Forêt – bois – biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les activités sylvicoles peuvent être considérées comme des sources de nuisances sonores à cause des engins utilisés. Toutefois pour qu'il y ait une gêne il faut une présence d'habitations à proximité des zones d'exploitation</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Industrie</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>En cas de proximité de zones industrielles avec des zones d'habitation cela peut être source de conflits. Les activités émettent en effet des bruits qui peuvent être gênants pour le voisinage (fonctionnement des installations, circulation de camions pour le transport des matières premières et produits)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Production d'énergie</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Voir Industrie</li> <li>Les éoliennes peuvent avoir des enjeux liés au bruit</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Déchets</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Voir Industrie</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

### *Pollution olfactive*

L'odeur est l'interprétation par le cerveau des signaux fournis par les récepteurs olfactifs lors de leur stimulation par des substances odorantes. Au-delà de ces aspects de toxicité, les nuisances odorantes sont généralement placées dans le cadre de vie comme gêne de la même façon que le bruit sans nier qu'elles puissent provoquer des symptômes somatiques et végétatifs bien réels (nausée, mal de tête, perte d'appétit...) déclenchant aussi parfois du stress.

*Tableau 14 : Synthèse des menaces et pressions sur l'environnement olfactif par secteur*

|                              |                                                                                                                                                           |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les véhicules thermiques participant de manière notable aux odeurs en ville</li> </ul>                             |
| <b>Résidentiel-tertiaire</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les nuisances olfactives peuvent être considérées comme des troubles du voisinage en milieu résidentiel</li> </ul> |

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les véhicules thermiques participant de manière notable aux odeurs en ville</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Agriculture</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'épandage ou le stockage de matières organiques (effluents d'élevage) émettent des odeurs intenses et potentiellement gênantes pour les riverains</li> </ul>                                                                                                                                                                       |
| <b>Forêt – bois – biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sans objet</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Industrie</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Certaines usines émettent des odeurs associées aux produits chimiques qu'elles utilisent, qui ne sont pas nécessairement toxiques pour l'homme mais particulièrement malodorantes</li> </ul>                                                                                                                                        |
| <b>Production d'énergie</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La transformation d'énergie comme le raffinage du pétrole peut émettre des odeurs de soufre</li> <li>• La méthanisation engendre la manipulation et le transport de matières malodorantes en lien avec le stockage de matières organiques dans le cadre des activités agricoles</li> </ul>                                          |
| <b>Déchets</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les stations de pompage, d'épuration des eaux et de traitement des boues peuvent constituer des sources importantes de nuisances olfactives lorsqu'elles sont implantées à proximité de zones résidentielles ou touristiques</li> <li>• Les décharges ou toute manipulation de déchets contenant des matières organiques</li> </ul> |

### *Pollution lumineuse*

L'éclairage artificiel des villes apporte des services appréciables (sécurité de la circulation piétonne et routière la nuit, signalisation, décoration, etc.) à la société. Toutefois, l'éclairage extérieur s'étant considérablement développé depuis la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, les sources de lumières se sont diversifiées et se sont multipliées (apparition de publicités lumineuses par exemple), engendrant des nuisances pour l'homme et l'environnement.

La pollution lumineuse est définie par la loi (article 41 de loi n°2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement) comme « les émissions de lumière artificielle de nature à présenter des dangers ou à causer un trouble excessif aux personnes, à la faune, à la flore ou aux écosystèmes, entraînant un gaspillage énergétique ou empêchant l'observation du ciel nocturne (...) ».

Selon un rapport du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD), « la lumière artificielle constitue un véritable altéragène dégradant l'actif environnemental qu'est le noir. La perte de qualité de cet actif génère ainsi l'appauvrissement des milieux (désertion de niches, modification des équilibres intra- et interspécifiques, perte de biodiversité, ou du point de vue de la santé, la perturbation de plusieurs fonctions métaboliques par le biais de désynchronisations hormonales »<sup>68</sup>.

Les impacts de la pollution lumineuse sur la biodiversité sont multiples. D'une manière générale les changements brutaux de luminosité peuvent éblouir ou aveugler les individus avec pour

68 CGEDD (2014). Législations et réglementations étrangères en matière de lutte contre les nuisances lumineuses. [https://igedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/Affaires-0008135/009196-01\\_rapport.pdf](https://igedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/Affaires-0008135/009196-01_rapport.pdf)

conséquence l'augmentation des risques de collision et de leur vulnérabilité face aux prédateurs. La pollution lumineuse induit également le déplacement de certaines espèces animales lucifuges qui fuient les sources lumineuses, comme certaines espèces de chauve-souris par exemple. La lumière artificielle peut perturber également l'orientation des oiseaux migrateurs. De même l'éclairage à proximité des plages combiné à l'aménagement des côtes réduit les zones de pontes pour les tortues.

L'éclairage public représente une part importante de la consommation d'électricité des collectivités. En 2017 (source enquête ADEME), la consommation d'éclairage public, bien qu'en réduction d'un tiers par rapport à 2012, représentait encore 32 % de la consommation d'électricité d'une collectivité, soit 12 % de la consommation toutes énergies confondues et 18 % de la facture énergétique. Avec la crise de l'énergie de 2022 et la flambée des prix qui l'a accompagnée, la facture de l'éclairage public a amplement augmenté. Ce parc, composé de 9 millions de points lumineux, consomme 7 TWh d'énergie par an selon le Syndicat de l'éclairage<sup>69</sup>, qui estime que 75 % des luminaires en service ont plus de 25 ans. Le rythme global des rénovations se situe entre 2 et 4 %, ce qui offre au parc public français un vaste potentiel de réduction des nuisances lumineuses et des consommations d'énergie grâce notamment à l'utilisation de lampes plus efficaces, d'une lumière mieux orientée vers les zones à éclairer et par la mise en place de systèmes de gradation de la lumière, qui permettent d'adapter la quantité de lumière émise aux besoins, et éventuellement d'extinction de l'éclairage en pleine nuit dans certaines zones.

*Tableau 15 : Synthèse des menaces et pressions sur l'environnement nocturne par secteur*

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'éclairage des voies de circulation contribue fortement à la pollution lumineuse perturbation de l'environnement nocturne</li> <li>• Considérant les caractéristiques de diffusion de la lumière, les éclairages des voies de circulation le long des côtes littorales peuvent perturber l'environnement sur un périmètre assez large au-delà des côtes</li> </ul> |
| <b>Résidentiel-tertiaire</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'éclairage des commerces et des bureaux inoccupés la nuit, contribue à la pollution lumineuse et à la perturbation de l'environnement nocturne</li> </ul>                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Agriculture</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sans objet</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Forêt – bois – biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sans objet</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Industrie</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'éclairage de certaines installations industrielles pendant la nuit contribue à la pollution lumineuse et à la perturbation de l'environnement nocturne</li> </ul>                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Production d'énergie</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voir Industrie. Les éoliennes sont notamment concernées</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Déchets</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sans objet</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## Tendances et perspectives d'évolution

### Pollution atmosphérique

<sup>69</sup> Syndicat de l'éclairage (2013). Eclairage et chiffres clefs. <https://www.syndicat-eclairage.com/presentation/les-chiffres-clefs/>



Les émissions de polluants atmosphériques sont réglementées au niveau international par la convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance et plus spécifiquement par le protocole de Göteborg. Cette convention est retranscrite au niveau européen par la directive 2016/2284/UE du 14 décembre 2016 qui fixe de nouveaux objectifs en termes d'émissions de polluants atmosphériques (NO<sub>x</sub>, COVNM, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> et PM<sub>2,5</sub>) pour la période 2020-2029 et à partir de 2030. La directive impose les engagements de réduction des émissions du Protocole de Göteborg amendé en 2012 pour 2020 et des objectifs plus ambitieux pour 2030.

La réglementation relative aux concentrations de polluants est encadrée par la directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe. Cette directive a établi des seuils réglementaires de différentes natures afin de réduire les concentrations de polluants dans l'air. Le respect de ces seuils est significatif de la qualité de l'air. Tout manquement à l'obligation de résultat induite par cette directive peut être sanctionné. L'Union européenne fait également évoluer les performances environnementales des véhicules routiers (normes EURO) et des navires (directive 2012/33/UE du 21 novembre 2012 modifiant la directive 1999/32/CE en ce qui concerne la teneur en soufre des combustibles marins). Les installations industrielles manufacturières et de production-transformation d'énergie sont soumises à la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) leur imposant des seuils d'émissions de polluants atmosphériques. Concernant les émissions du secteur agricole, certaines installations sont également soumises à la réglementation ICPE. Pour ce qui est des pesticides l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation et du travail (ANSES) a récemment proposé, à la demande des ministères de l'agriculture, de la transition écologique et de la santé, une liste de 90 substances prioritaires à surveiller dans l'air ambiant qui permettra d'harmoniser la mesure des pesticides dans l'air<sup>70</sup>.

La France a également mis en place plusieurs plans d'action au niveau national, soit le plan de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PRÉPA) et le plan d'action pour les mobilités actives, déclinés au niveau local : Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE), Plan de protection de l'atmosphère (PPA) et Plan climat-air-énergie territorial (PCAET) afin de contribuer à l'amélioration de la qualité de l'air. Les documents d'urbanisme (Schéma de cohérence territoriale (SCoT), Plan local d'urbanisme (PLU), et Plan de déplacement urbain (PDU) sont également concernés par les exigences en termes de qualité de l'air. Le PDU doit notamment décliner les objectifs de réduction d'émission de polluants du PPA, le cas échéant.

L'ensemble de cet arsenal législatif et politique contribue de manière significative à la réduction des émissions et des concentrations de polluants atmosphériques même si plusieurs zones françaises souffrent encore de dépassements de valeurs limites en NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> et O<sub>3</sub>. La qualité de l'air a tendance à s'améliorer sur l'ensemble du territoire français comme le montre l'évolution des émissions et des concentrations depuis 2000.

### *Pollution sonore*

La directive européenne n°2002-49-CE du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement est transposée en droit français dans le Code de l'environnement. Elle vise, au moyen de Cartes Stratégiques de Bruit, à évaluer de façon harmonisée l'exposition au bruit dans l'ensemble des états-membres. Elle a pour objectif de prévenir et de réduire les effets du bruit dans l'environnement en mettant en place les Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement, dits PPBE. Sont ainsi concernés au titre de l'article R572-2 du Code de l'environnement :

- Les voiries supportant un trafic supérieur à 3 000 000 de véhicules par an ;

---

70 Anses (2017). Proposition de modalités pour une surveillance des pesticides dans l'air ambiant. <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2014SA0200Ra.pdf>

- Les voies ferrées supportant un trafic annuel supérieur à 30 000 trains ;
- Les agglomérations de plus de 250 000 habitants ;
- Les agglomérations avec une population comprise entre 100 000 et 250 000 habitants ;
- Les aérodrômes faisant l'objet d'un trafic annuel de plus de 50 000 mouvements.

Pour les agglomérations dont la population est comprise entre 100 000 et 250 000 habitants et dont les cartes de bruit ont été élaborées, la source sonore prépondérante s'avère également être le transport routier et dans une moindre mesure le transport ferroviaire.

De plus, des seuils réglementaires ont été fixés pour limiter le bruit :

- En milieu professionnel, une exposition à des niveaux de 80 dB pendant 8 heures par jour est considérée comme le seuil d'apparition de la fatigue auditive. En cas d'impossibilité d'éviter les risques dus à l'exposition au bruit par d'autres moyens, la réglementation prévoit alors la mise à disposition de protections individuelles (casque, bouchons d'oreille). Lorsque le niveau d'exposition dépasse 85 dB pendant 8 heures, le travailleur a l'obligation de porter ces protections. Une valeur limite d'exposition de 87 dB sur 8 heures a également été fixée : il s'agit du niveau d'exposition quotidienne, compte tenu de l'atténuation assurée par les protecteurs auditifs individuels, au-delà duquel un travailleur ne doit en aucun cas être exposé. Pour les sons impulsionnels (chute de tôle, tirs de mines, tirs, etc.), la mise à disposition de protecteurs est demandée à l'employeur à partir de 135 dB et le port est obligatoire pour les travailleurs au-dessus de 137 dB. La valeur limite d'exposition professionnelles est quant à elle fixée à 140 dB ;
- Pour les activités impliquant la diffusion de sons amplifiés, la réglementation a également édicté des dispositions destinées à protéger l'audition du public. En aucun endroit accessible au public, le niveau sonore ne doit ainsi excéder 102 dB ou 118 dB sur 15 minutes et des mesures de prévention des risques et d'information du public doivent être mises en place par les exploitants.

### *Pollution olfactive*

Il n'existe pas d'évaluation nationale ni d'observatoire national des odeurs permettant de rendre compte de la limitation des odeurs par les activités concernées. Toutefois, la limitation des odeurs peut être assurée par la réglementation et les bonnes pratiques. En effet, la limitation des odeurs des installations industrielles et de certaines exploitations agricoles est garantie par la réglementation ICPE. Ainsi les activités odorantes sont soumises à des prescriptions permettant de réduire au maximum les nuisances odorantes. Des bonnes pratiques agricoles comme la couverture des fosses à lisier par exemple permettent de limiter à la fois les émissions de polluants atmosphériques et d'odeurs. Afin d'assurer la mise en œuvre des prescriptions réglementaires, des initiatives locales ont vu le jour sous l'égide d'Air Normand ou du SPPPI Estuaire de l'Adour, qui ont mis en place un système d'alerte à disposition des citoyens afin d'alerter les industriels des nuisances odorantes ressenties par les riverains.

### *Pollution lumineuse*

La loi prévoit que le ministre peut interdire ou limiter le fonctionnement par arrêté, à titre temporaire ou permanent, de certaines sources lumineuses au regard de leur nature ou des caractéristiques locales. Ces arrêtés sont pris après avis du Conseil national de la protection de la nature et ne peuvent concerner que :

- Les installations lumineuses telles que les « skytracers », dont le flux est supérieur à 100 000 lumens, ou les faisceaux de rayonnement laser ;

- Les installations lumineuses situées dans les espaces naturels protégés et les sites d'observation astronomique exceptionnels.

L'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses reprend les obligations de l'arrêté du 25 janvier 2013 abrogé par l'arrêté du 27 décembre 2018, et les complètent en étendant son champ à toutes les installations d'éclairage défini à l'article R583-1 et ajoute aux prescriptions de temporalité des prescriptions techniques.

Pour la temporalité, l'arrêté du 27 décembre 2018 reprend les plages horaires existantes mais précise un certain nombre de cas particuliers sur la temporalité :

- Les lumières éclairant le patrimoine et les parcs et jardins accessibles au public devront être éteintes au plus tard à 1 h du matin ou 1 h après la fermeture du site ;
- Les éclairages intérieurs de locaux à usage professionnel doivent être éteints une heure après la fin d'occupation desdits locaux ;
- Les éclairages des vitrines de magasins de commerce ou d'exposition sont éteints au plus tard à 1 heure ou une heure après la fin d'occupation desdits locaux si celle-ci intervient plus tardivement. Elles peuvent être allumés à partir de 7 heures ou une heure avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt ;
- Les parkings desservant un lieu ou une zone d'activité devront être éteints 2 h après la fin de l'activité, contre 1 h pour les éclairages de chantiers en extérieur ;
- Les éclairages extérieurs destiné à favoriser la sécurité des déplacements, des personnes et des biens, liés à une activité économique et situés dans un espace clos non couvert ou semi-couvert, sont éteints au plus tard 1 heure après la cessation de l'activité et sont rallumés à 7 heures du matin au plus tôt ou 1 heure avant le début de l'activité si celle-ci s'exerce plus tôt.

Ces mesures (sauf les éclairages des chantiers) peuvent être adaptées si ces installations sont couplées avec des dispositifs de détection de présence ou avec un dispositif d'asservissement à l'éclairement naturel.

### 2.4.3. La santé humaine

#### État initial

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité. Ses aspects physique, mental et social sont liés aux facteurs biologiques et génétiques de chaque individu mais aussi aux facteurs environnementaux et socio-économiques de l'individu. Le tableau ci-dessous présente les principales causes de mortalité et de morbidité en France en 2021 d'après les dernières données disponibles.

*Tableau 16 : Effectifs de décès par cause entre 2016 et 2021 (Inserm<sup>71</sup>)*

71 Inserm CépiDc (2023). Grandes causes de décès en 2021 et tendances récentes. <https://www.cepidc.inserm.fr/donnees-et-publications/grandes-causes-de-deces-en-2021-et-tendances-recentes>

| Causes<br>de décès                                                        | Ensemble |         |         |         |         |         |
|---------------------------------------------------------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                                                           | 2016     | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    |
| Toutes causes                                                             | 592 072  | 604 298 | 607 820 | 611 413 | 667 497 | 660 168 |
| Covid-19 +                                                                | -        | -       | -       | -       | 69 249  | 60 895  |
| Maladies infectieuses et parasitaires +                                   | 10 504   | 11 605  | 11 304  | 11 853  | 11 056  | 11 054  |
| Tumeurs +                                                                 | 171 202  | 171 217 | 170 291 | 171 073 | 170 805 | 169 910 |
| Maladies endocriniennes, nutritionnelles et métaboliques +                | 21 255   | 22 116  | 21 936  | 22 405  | 23 597  | 23 844  |
| Troubles mentaux et du comportement +                                     | 26 014   | 25 918  | 28 014  | 27 842  | 25 386  | 24 256  |
| Maladies du système nerveux et des organes des sens +                     | 38 881   | 39 570  | 39 644  | 38 808  | 37 615  | 36 090  |
| Maladies de l'appareil circulatoire +                                     | 143 530  | 143 622 | 143 653 | 138 628 | 134 761 | 137 716 |
| Maladies de l'appareil respiratoire +                                     | 41 333   | 44 757  | 45 108  | 45 510  | 38 708  | 36 349  |
| Maladies de l'appareil digestif +                                         | 24 177   | 24 170  | 24 398  | 24 885  | 24 977  | 25 688  |
| Maladies de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané                    | 1 489    | 1 623   | 1 519   | 1 656   | 1 639   | 1 623   |
| Maladies du système ostéo-articulaire, des muscles et du tissu conjonctif | 4 154    | 4 002   | 3 779   | 3 987   | 4 023   | 4 388   |
| Maladies de l'appareil génito-urinaire +                                  | 10 122   | 10 857  | 10 645  | 11 456  | 12 090  | 12 662  |
| Complications de grossesse, accouchement et puerpéralité                  | 40       | 41      | 39      | 32      | 41      | 49      |
| Certaines affections dont l'origine se situe dans la période périnatale   | 1 501    | 1 685   | 1 622   | 1 558   | 1 443   | 1 519   |
| Malformations congénitales et anomalies chromosomiques                    | 1 675    | 1 624   | 1 489   | 1 600   | 1 502   | 1 509   |
| Symptômes et états morbides mal définis                                   | 55 443   | 59 519  | 62 011  | 67 316  | 67 770  | 69 148  |
| Causes externes de morbidité et mortalité +                               | 38 460   | 39 402  | 39 492  | 40 020  | 40 032  | 40 904  |

Les principales causes de décès en France en 2021 sont les tumeurs malignes (26 % du total, dont trachée, bronches, poumons, côlon, rectum, anus, pancréas, sein et prostate), les maladies de l'appareil circulatoire (cardiopathies ischémiques, autres maladies du cœur et maladies cérébrovasculaires). Cependant, on peut noter une surmortalité due à certains facteurs environnementaux, tels que la canicule, la pollution de l'air et les maladies vectorielles.

A l'été 2023, le nombre de décès toutes causes attribuables à la chaleur s'élève à près de 1 500 décès pendant les 4 épisodes de canicule et à plus de 5 000 décès durant toute la période de surveillance de l'été<sup>72</sup>. Entre le 1<sup>er</sup> juin et le 15 septembre, près de 20 000 recours aux soins d'urgence en lien avec la chaleur ont été observés. Ces chiffres soulignent l'impact des fortes chaleurs lors des épisodes de canicule mais également lors de périodes chaudes tout au long de l'été. Ce bilan confirme la nécessité de mesures de prévention sur tout le territoire et d'une stratégie d'adaptation au changement climatique renforcée afin de diminuer l'impact de la chaleur sur la santé des Français.

72 Santé publique France (2024). Bilan canicule et santé : un été 2023 marqué par 4 épisodes de canicule, avec un impact sanitaire important. <https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2024/bilan-canicule-et-sante-un-ete-2023-marque-par-4-episodes-de-canicule-avec-un-impact-sanitaire-important>

Santé publique France a évalué le fardeau que représente la pollution atmosphérique sur la mortalité annuelle en France métropolitaine pour la période 2016-2019. Il ressort que près de 40 000 décès seraient attribuables chaque année à une exposition des personnes âgées de 30 ans et plus aux particules fines (PM<sub>2,5</sub>). Ainsi, l'exposition à la pollution de l'air ambiant représente en moyenne pour les personnes âgées de 30 ans et plus une perte d'espérance de vie de près de 8 mois pour les PM<sub>2,5</sub>. La pollution de l'air ambiant demeure ainsi un facteur de risque pour la santé en France bien que l'EQIS 2016-2019 suggère une tendance à la baisse de la mortalité en lien avec la pollution de l'air ambiant (7 % de la mortalité totale de la population française attribuable à une exposition aux PM<sub>2,5</sub> versus 9 % sur la période 2007-2008). De plus, de nombreuses études épidémiologiques montrent également l'impact de l'ozone sur la santé. Ce polluant est issu de la transformation physico-chimique entre des composés organiques volatiles et des oxydes d'azote au contact des rayons UV et de la chaleur. Ainsi, des pics de pollution à l'ozone sont très fréquents pendant l'été et se conjuguent aux épisodes de canicule. L'exposition aiguë aux fortes concentrations d'ozone peut provoquer la survenue supplémentaire de décès pour cause respiratoire ou cardiovasculaire.

La colonisation progressive du territoire métropolitain par le moustique tigre (*Aedes albopictus*) est un vecteur notoire de la transmission des virus et nécessite un renforcement des liens entre santé humaine, santé animale et gestion de l'environnement. Cela suppose également un dispositif adapté de lutte antivectorielle où ces maladies auront plus de probabilité d'occurrence du fait du réchauffement climatique.

*Tableau 17 : Synthèse des menaces et pressions sur la santé humaine par secteur*

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les différents modes de transport utilisant la combustion de ressources fossiles ont un impact sanitaire important sur la santé en termes de maladies respiratoires et cardiovasculaires comme évoqué précédemment pour la pollution de l'air</li> <li>• Le manque d'activité physique régulière lié à l'utilisation de la voiture pour les déplacements quotidiens (associé à un travail sédentaire) peut avoir un impact sur la santé mentale, la qualité du sommeil, les maladies cardiovasculaires et le diabète</li> </ul> |
| <b>Résidentiel-tertiaire</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le logement est source d'une multitude de nuisances comme évoqué précédemment : qualité de l'air intérieur, bruit du voisinage, qualité de l'eau, dispositifs de sécurité disponibles, etc.</li> <li>• La forte densité des logements associée à une faible densité d'espaces verts, ainsi qu'à des logements de mauvaise qualité engendrent des niveaux élevés de détresse psychologique des habitants</li> </ul>                                                                                                              |
| <b>Agriculture</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• De nombreuses études épidémiologiques mettent en évidence une association entre les expositions aux pesticides et certaines pathologies chroniques (cancers, maladies neurologiques, certains troubles de la reproduction et du développement) avec des niveaux faibles à très fort<sup>73</sup></li> <li>• Ces risques sanitaires concernent notamment les agriculteurs qui appliquent ces pesticides sur leurs cultures ainsi que les familles de ces</li> </ul>                                                              |

73 Anses (2016). Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture. <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2011SA0192Ra.pdf>

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>agriculteurs</li> <li>L'exposition de la population générale aux pesticides se caractérise par des expositions à faibles doses répétées dans le temps. Selon l'OMS, l'alimentation est la principale source d'exposition aux pesticides. Toutefois les autres sources d'exposition ne sont pas à négliger et il est donc difficile de déterminer la part des pesticides dans l'exposition globale<sup>74</sup></li> </ul> |
| <b>Forêt – bois – biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>La combustion de biomasse peut-être une source majeure de particules fines, connues pour leur impact sanitaire important</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Industrie</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les rejets industriels peuvent avoir un impact sanitaire notamment dû aux rejets atmosphériques (voir 3.3.2) et à la contamination des milieux voir 3.1 et 3.2)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Production d'énergie</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Voir Industrie</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Déchets</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Voir Industrie</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

### Tendances et perspectives d'évolution

Il est difficile de démontrer une tendance de l'évolution de l'état de santé de la population nationale car cela dépend d'un nombre important de facteurs. Il est toutefois possible d'évoquer l'évolution des impacts sanitaires liés au changement climatique en l'absence de mise en œuvre de nouvelles mesures.

La France fait face à des vagues de chaleur de plus en plus fréquentes et intenses, tandis que les tempêtes, cyclones et inondations représentent une menace de plus en plus importante pour la sécurité et la santé des populations. L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre pourrait également avoir un effet sur les niveaux de concentrations de polluants atmosphériques. La planification des villes joue ainsi un rôle très important dans l'adaptation des infrastructures au réchauffement, et notamment par la limitation des îlots de chaleur urbains, la mise en œuvre de règles de performance environnementale des bâtiments, la gestion de l'eau et celle de la pollution atmosphérique urbaine.

Afin de répondre à ces nouveaux enjeux sanitaires, le plan national santé environnement (PNSE) ainsi que le plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) prévoient des mesures d'adaptation afin de limiter ces effets du changement climatique sur la santé. Le PNSE intègre la prise en compte des risques accrus d'épidémies de maladies transmises par des vecteurs dans un contexte de changement climatique. Le PNACC en cours de révision prévoit un renforcement de la prévention et de la résilience des territoires dont une meilleure prise en compte des effets sanitaires du changement climatique : lutte contre l'effet d'îlot de chaleur urbain, renforcement du confort du bâti, approfondissement des travaux exploratoires sur le thème « chaleur en ville ».

## 2.4.4. Patrimoine architectural, culturel et archéologique, paysages et biens matériels

### État initial

<sup>74</sup> Anses (2014). Avis relatif à l'actualisation des indicateurs de risque alimentaire lié aux résidus de pesticides. <https://www.anses.fr/fr/content/avis-de-l%E2%80%99anses-relatif-%C3%A0-l%E2%80%99actualisation-des-indicateurs-de-risque-alimentaire-li%C3%A9-aux>



Dans le cadre de cet état initial relatif à l'évaluation environnementale de la PPE, il semble prioritaire de s'intéresser au patrimoine architectural. L'implication du patrimoine culturel et archéologique, des paysages et biens matériels sera étudiée à travers l'état du patrimoine architectural.

La France possède de nombreux monuments historiques. En 2022, sont protégés au titre des monuments historiques 45 648 immeubles dont 14 808 classés et 30 840 inscrits, et plus de 280 000 objets mobiliers dont près de 125 000 classés (depuis 1891) et plus de 150 000 inscrits (depuis 1970). Les deux périodes les plus denses en mesures de protection ont été les années 1910-1930, période de reconstruction à la suite de la Première Guerre mondiale et les décennies 1980-2000, du fait notamment de la déconcentration des décisions d'inscription, prises depuis 1985 par les préfets de région, et de l'élargissement du champ patrimonial à de nouvelles catégories d'immeubles. Depuis le milieu des années 2000, le rythme des décisions de protection s'est stabilisé entre 200 et 300 mesures par an. En 2022, 294 décisions de protection ont été prises, dont 36 décisions de classement et 258 décisions d'inscription.

La moitié des immeubles protégés appartiennent aux collectivités territoriales. 51 % des immeubles protégés appartiennent à des propriétaires publics, dont près de 48 % aux collectivités territoriales et 3 % à l'État. Ces sites sont le plus souvent domestiques ou religieux, avec respectivement 39 % et 34 % du total. On retrouve également une faible proportion de sites administratifs, militaires, funéraires ou archéologiques.

### Mesures et actions précédant la PPE 3

D'une part, l'enjeu de concilier deux politiques publiques majeures : la protection du patrimoine culturel et des paysages et le développement des énergies renouvelables. Les mesures visent alors à améliorer la prise en compte du patrimoine dans le cadre des projets.

L'installation des éoliennes doit se faire dans le respect des monuments historiques et des sites patrimoniaux. Si l'installation d'éoliennes est généralement située en dehors des sites protégés pour leur intérêt patrimonial, les directions régionales des affaires culturelles (DRAC), et en particulier les unités départementales de l'architecture et du patrimoine (UDAP), peuvent être consultées, et apporter leurs conseils pour favoriser la préservation du patrimoine et des paysages.

L'installation de panneaux photovoltaïques est soumise à une autorisation préalable de l'architecte des Bâtiments de France, chargé de s'assurer du respect de l'intérêt public attaché au patrimoine, à l'architecture, au paysage naturel ou urbain, à la qualité des travaux et à leur insertion harmonieuse dans le milieu environnant.

À titre d'exemple, dans le périmètre des sites patrimoniaux remarquables, dans les abords des monuments historiques, mais également dans un site classé au titre du Code de l'environnement, l'installation sur le sol d'ouvrages de production d'électricité à partir de l'énergie solaire dont la puissance de crête est inférieure à 3 kW doit être précédée d'une déclaration préalable soumise à l'expertise de l'architecte des Bâtiments de France. Lorsque la puissance de crête est supérieure à 3 kW, un permis de construire est nécessaire. En site inscrit au titre du Code de l'environnement, une autorisation sera nécessaire, à soumettre à l'expertise de l'architecte des Bâtiments de France.

Dans le cas des panneaux posés au sol, les prescriptions de l'architecte des Bâtiments de France ont pour objectif de préserver le patrimoine architectural, urbain et paysager, en adaptant, notamment, les projets à la topographie du terrain.

D'autre part, l'enjeu de l'entretien des façades. Si l'isolation thermique par l'extérieur de bâtiments anciens peut altérer leur aspect visuel, une isolation par l'intérieur des murs, des toits et combles et du plancher peut être privilégiée pour l'éviter.



La plupart des émissions de polluants sont en forte baisse depuis 1990, ce qui devrait réduire le noircissement des façades. Cela est notamment le résultat des mesures réglementaires mises en place et des moyens de réduction adoptés. Jusqu'à présent, la France a respecté ses objectifs de réduction d'émissions de polluants atmosphériques, et seuls les objectifs visant les NO<sub>x</sub> pour 2010 n'ont été atteints qu'avec quelques années de retard. Cette pollution, provenant notamment des véhicules thermiques, du chauffage au bois et d'activités industrielles, est donc en diminution, ce qui devrait limiter le dépôt et l'incrustation de particules dans les façades.

Enfin, l'importance de protéger et valoriser la biodiversité. Les chantiers de restauration des monuments historiques intègrent, dès la phase de diagnostic et dans le cours des interventions, la sauvegarde des espèces protégées présentes, en lien avec les associations spécialisées telles que la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO). Des conventions de partenariat sont établies afin de bénéficier des compétences des spécialistes, tout au long du chantier y compris dans les phases d'entretien. De nombreuses opérations participent au Plan national d'actions chiroptères validé en 2017.

Les parcs et jardins protégés au titre des monuments historiques ou labellisés « jardin remarquable » sont de véritables réservoirs de biodiversité (faune, flore et arbres...) et le ministère de la Culture a mis au point, en particulier pour les domaines propriété de l'État, un modèle d'élaboration d'un plan de gestion qui intègre des recommandations sur la préservation de la biodiversité, la préservation de la ressource en eau et la conservation des sols.

*Tableau 18 : Synthèse des menaces et pressions sur la qualité du patrimoine architectural*

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le noircissement des bâtiments peut être dû à la pollution générée par les véhicules thermiques de par leurs émissions de particules fines et d'oxydes d'azote.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Résidentiel-tertiaire</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le noircissement des bâtiments peut être dû à la pollution générée par les logements de par leurs émissions de particules fines (carbone de suie notamment) issues du chauffage au bois peu performants liées au chauffage.</li> <li>La loi de transition énergétique pour une croissance verte a introduit un objectif de 500 000 rénovations lourdes par an. Ce type de rénovation pouvant altérer le patrimoine historique architectural, la loi prévoit que les monuments historiques classés ou inscrits à l'inventaire ne sont pas tenus de respecter la réglementation thermique lorsque celle-ci aurait pour effet de modifier leur caractère ou leur apparence de manière inacceptable. Toutefois il existe un patrimoine important qui ne relève pas des monuments historiques comme les bâtiments non protégés mais repérés dans les PLU Patrimoine ou faisant l'objet d'un dossier Fondation du patrimoine ou aux abords d'un monument historique ou appartenant à un quartier protégé. C'est surtout ce patrimoine pour lequel un conflit potentiel peut émerger avec les opérations de rénovation énergétique.</li> </ul> |
| <b>Agriculture</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Suite à une période d'exposition prolongée à l'ozone, un affaiblissement des organismes et un fort ralentissement de la croissance est observé. A terme cela peut également impacter les cultures agricoles</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Forêt – bois</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sans objet.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Industrie</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les émissions de dioxyde de soufre du secteur industriel contribuent au noircissement des façades des bâtiments ainsi qu'à la perte de</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le noircissement des bâtiments peut être dû à la pollution générée par les véhicules thermiques de par leurs émissions de particules fines et d'oxydes d'azote.</li> </ul>                                                                                                      |
|                             | transparence du verre et la perte superficielle des vitraux anciens en potassium et en calcium (pluies acides), toutefois ce type de phénomène est beaucoup moins fréquent de nos jours.                                                                                                                               |
| <b>Production d'énergie</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Voir Industrie.</li> <li>L'intégration des installations de production d'énergie dans le paysage peut également poser problème dans le cadre de la conservation du patrimoine paysager (notamment les éoliennes, avec un volet « paysage » dans les études d'impact)</li> </ul> |
| <b>Déchets</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sans objet</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                           |

### Tendances et perspectives d'évolution

Il est difficile de définir une tendance claire. Outre le vieillissement naturel du patrimoine qui continuera d'impacter son état, les précautions liées à la production énergétique sur des sites patrimoniaux devraient limiter leur incidence, et la mise en œuvre de la PPE 3 devra réduire les émissions de particules fines, ce qui ralentira in fine le noircissement des façades.

### 3. Exposé des motifs ayant guidé la décision

La loi fixe les objectifs de la politique énergétique française. Un des objectifs est de lutter contre le changement climatique en réduisant les émissions de GES. En la matière, la France s'est fixée l'objectif d'atteindre la neutralité carbone en 2050. La PPE doit permettre de mettre la France sur la trajectoire permettant d'atteindre cet objectif qui sert donc de ligne directrice à l'élaboration de la prospective énergétique.

**L'élaboration de cette programmation énergétique se fonde sur un scénario prospectif énergie-climat, préparé par la DGEC**, qui permet de donner une vision quantifiée et cohérente de l'évolution du système jusqu'à l'atteinte des objectifs fixés pour 2030 et de la neutralité carbone en 2050 (voir Partie 5.1).

**Ce travail n'est pas un exercice de prévision mais bien de planification complète et intégrée** : il s'agit pour l'Etat de proposer, parmi les différentes trajectoires possibles, un scénario-cible permettant l'atteinte des cibles climatiques en coordonnant les différents objectifs sectoriels et en tenant compte de l'ensemble des contraintes sociales, économiques, et environnementales.

**Ce scénario se nourrit des scénarios variés** : plusieurs scénarios ont été produits par les pouvoirs publics ou à leur demande. Ces scénarios illustrent différents chemins d'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050 qui respectent également les différents objectifs français et européens sur l'énergie et le climat, avec à l'horizon 2050 un recours plus ou moins important aux puits de carbone (pour compenser les émissions résiduelles), des niveaux de consommation finales plus ou moins élevés, etc. Cette présentation permet d'illustrer et de mesurer l'impact des choix de société concernant certains aspects de nos vies sur les trajectoires prévisibles de consommation énergétique et électrique.

Parmi les scénarios étudiés, les suivants ont occupé une place centrale au cours de l'exercice de révision de la PPE :

- Le scénario ayant servi de base à l'élaboration de la SNBC en vigueur (SNBC-2), appelé scénario « AMS SNBC 2 » (avec mesures supplémentaires). Il s'agit du scénario objectif de référence actuel pour l'atténuation ;
- Les 3 scénarios de consommation issus de l'étude « Futurs énergétiques 2050 » de RTE, appelés Trajectoire de référence, Scénario « Réindustrialisation profonde », Scénario « Sobriété » ;
- Les 4 scénarios issus de l'étude « Transition(s) 2050 » de l'ADEME, appelés S1 Génération frugale, S2 Coopérations territoriales, S3 Technologies vertes, S4 Pari réparateur.

L'élaboration de la stratégie française pour l'énergie et le climat s'est appuyé sur l'analyse de ces scénarios, mais également sur le débat public et la concertation avec l'ensemble des parties prenantes.

**L'exercice de modélisation conduit par la DGEC est complété par une vérification spécifique pour s'assurer de la cohérence des résultats entre eux (« bouclage »)**. Il incombe en effet, à chaque horizon temporel, et pour chacun des vecteurs énergétiques, de vérifier l'adéquation des ressources aux besoins qui se dégagent du scénario-cible, de contrôler ses incidences économiques et leur

acceptabilité, et de confirmer la stabilité globale du modèle et sa robustesse, en s'appuyant sur les travaux de l'Etat, et de l'ensemble des parties prenantes (e.g. étude « futurs énergétiques 2050 » de RTE, etc.).

Certains des points de bouclage sont particulièrement délicats, par exemple la vérification de l'adéquation offre/demande en électricité, qui suppose un contrôle fin de cet équilibre à chaque heure de l'année sur la base des moyens disponibles et de l'évolution de la demande électrique, ou encore la vérification de la ressource en biomasse et de sa mobilisation, compte tenu de la diversité des formes de biomasse et de leurs enjeux économiques, imbriqués dans une économie agricole en profonde transformation.

Afin de mettre en œuvre ces objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre, la stratégie française pour l'énergie et le climat, qui repose notamment sur la SNBC et la PPE, s'appuie ainsi sur deux piliers indissociables. D'une part, la sobriété et l'efficacité énergétiques, qui doivent se traduire par une baisse de la consommation d'énergie finale de 50 % à horizon 2050 par rapport à 2012. D'autre part, une accélération massive dans la production d'énergie décarbonée, en particulier d'énergie électrique : les énergies renouvelables et l'énergie nucléaire. Ces mesures ont pour conséquence indirecte d'améliorer la qualité de l'air en réduisant également les rejets de polluants atmosphériques.

## 3.1. La maîtrise de la demande

### 3.1.1. Des objectifs ambitieux de maîtrise de la demande

La maîtrise de la demande en énergie permet d'éviter les émissions de GES liés à la production et à la consommation de l'énergie.

La PPE fixe comme objectif de tendre vers une réduction de 30 % de sa consommation d'énergie finale en 2030 par rapport à celle de 2012, ce qui se traduit concrètement par les objectifs de consommations suivants à horizon 2030 :

- Consommation d'énergie finale : 1 243 TWh (106,9 Mtep) ;
- Consommation d'énergie primaire : 1 844 TWh (158,6 Mtep).

Les trajectoires modélisées à ce stade reposent sur des mesures identifiées, secteur par secteur, sur la base d'une analyse de la progression potentielle compatible avec les efforts que peuvent réaliser les différents acteurs économiques. Ces mesures servent de base de réflexion pour la définition d'un scénario ambitieux, mais atteignable, au regard de la dynamique comportementale constatée, des possibilités de nos acteurs économiques de mettre en œuvre les actions, et des coûts. Elles conduisent à une consommation énergétique finale de la France en 2030 de 1 381 TWh, ce qui souligne la nécessité de consentir à un effort complémentaire pour sécuriser l'objectif visé par la France de 1 243 TWh.

Il faut noter toutefois à propos des modélisations :

- Elles intègrent des hypothèses de réindustrialisation ambitieuses, qui permettent de baisser l'empreinte carbone française et européenne mais augmentent aussi mécaniquement les consommations d'énergie sur le territoire national, de l'ordre de 50 TWh. La réindustrialisation de

la France conduit à des effets positifs sur l'emploi et sur le climat, puisque le bouquet électrique en France est largement décarboné ;

- Elles intègrent de manière indirecte l'ensemble des mesures de politique publique découlant de la directive relative à l'efficacité énergétique (par exemple l'application du principe de primauté de l'efficacité énergétique, la valorisation de la chaleur fatale obligatoire pour les datacenters etc...) et plus généralement du paquet « Fit for 55 » et d'autres règlements européens comme ceux liés à l'éco-conception des produits. Ces mesures sont considérées comme « en soutien » des autres politiques modélisées (aides à la rénovation énergétique, décret tertiaire, développement de la chaleur fatale...) étant donné que leur impact individuel est difficile à estimer ; il pourrait en fait s'avérer additionnel par rapport aux autres politiques ;
- Enfin, la consommation d'énergie finale en 2023 (1510 TWh, données provisoires) est inférieure au niveau de consommation d'énergie finale projeté dans les modélisations pour l'année 2025 (1 530 TWh). Cette différence résulte notamment de la crise énergétique consécutive à l'invasion de l'Ukraine qui a conduit à une forte augmentation du coût de l'énergie et au déploiement massif de plans de sobriété énergétique au cours de l'année 2022 – 2023. Ainsi, la trajectoire réelle de consommation d'énergie française est actuellement plus favorable que les modélisations.

La PPE fixe donc l'objectif de tendre vers une baisse de l'ordre de 30 % de la consommation d'énergie en France en 2030 par rapport à 2012.

### 3.1.2. La réduction des énergies fossiles

Une des principales sources d'émissions de GES est la combustion d'énergies fossiles. La loi (L. 100-4 du Code de l'énergie) fixe pour objectif de réduire de 30 % la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles entre 2012 et 2030.

Afin de réduire au plus vite les émissions du parc thermique fossile, il a été décidé de prioriser la fermeture des centrales en fonction de la quantité de rejets. Ainsi, la PPE 3 prévoit l'arrêt de la production d'électricité à partir de charbon d'ici 2027 et au fioul d'ici 2030. Des actions complémentaires sont prévues pour encourager la sortie du charbon des particuliers ainsi que des entreprises en veillant à préserver leur compétitivité. La baisse de la consommation de charbon aura un impact positif significatif à la fois sur les émissions de gaz à effet de serre et sur la pollution de l'air.

L'objectif est ensuite de réduire l'utilisation du pétrole principalement utilisé dans les transports. Ceci passe notamment par la substitution des carburants décarbonés et de l'électricité au diesel et à l'essence.

L'objectif est enfin d'encourager la baisse de la consommation en gaz, qui est l'énergie fossile la moins carbonée mais reste responsable d'émissions de GES. Cela passe notamment par la suppression des incitations financières aux chaudières gaz qui subsistent aujourd'hui, et par le développement massif des systèmes de chauffage décarbonés. Elle devrait en outre résulter des actions de maîtrise de la demande non ciblées sur un vecteur énergétique spécifique, notamment la rénovation des bâtiments. Par ailleurs, le gaz naturel carboné devra être remplacé par du biogaz dont le bilan carbone est neutre.

Les efforts de réduction sont donc définis de sorte à permettre la baisse la plus rapide de la quantité d'émissions de gaz à effet de serre. La PPE 3 vise un objectif plus ambitieux de -45 % de baisse des consommations fossiles entre 2012 et 2030.

## 3.2. La décarbonation du mix énergétique

Comme dans la plupart des grands pays industrialisés, le mix énergétique de la France reste encore dominé par les énergies fossiles, avec en 2022 37 % de pétrole et 21 % de gaz naturel dans sa consommation d'énergie finale. Cela engendre, pour la France, une dépendance délétère. A la fois pour le climat, en raison des conséquences en termes d'émissions de gaz à effet de serre, mais également en termes économiques, en mettant la France et les Français à la merci des aléas géopolitiques et de marché.

Ce contexte justifie l'engagement porté par l'Etat de faire de la France le premier grand pays industriel à sortir des énergies fossiles. Cet objectif s'inscrit en cohérence avec l'objectif français et européen de neutralité carbone en 2050. Cette sortie des énergies fossiles va nécessiter un effort inédit dans notre histoire énergétique, à la fois de réduction de la consommation, mais aussi de production énergétique. Cet effort s'insère dans un contexte où le système énergétique français devra, dans les trente prochaines années, être quasi intégralement renouvelé, qu'il s'agisse des installations nucléaires, des capacités d'énergies renouvelables, des réseaux ou des dispositifs de flexibilité (comme l'effacement de consommation électrique ou le stockage) de la consommation énergétique.

La PPE 3 fixe ainsi des objectifs ambitieux de développement de l'ensemble des vecteurs énergétiques décarbonés. Les objectifs correspondent au potentiel maximum de développement de chaque filière en tenant compte de critères environnementaux, sociaux, techniques et économiques.

### 3.2.1. La détermination des gisements disponibles en fonction de la contrainte environnementale et des réalités des filières

Le potentiel de développement d'une filière correspond généralement au gisement exploitable. La détermination de ce gisement prend en compte la contrainte environnementale lorsque son exploitation est susceptible d'augmenter la pression sur les milieux. Les gisements sont donc déterminés de sorte à maîtriser les enjeux environnementaux liés au déploiement des filières (occupation des sols, biodiversité...). Le choix de diversifier les sources d'énergies permet de ne pas saturer un type de milieu.

Mise à part pour l'exploitation de la biomasse, l'enjeu quantitatif des ressources épuisables mobilisées par ces différentes filières n'a pas été un critère déterminant dans les choix opérés pour cette Programmation Pluriannuelle de l'Énergie car n'étant pas encore critique. Il fait toutefois l'objet d'une attention particulière, dans le contexte d'une augmentation croissante des besoins à l'échelle mondiale. Un travail est engagé pour rationaliser l'utilisation de ces ressources, en application de l'article 26 du règlement UE 2024/1252.

S'agissant plus particulièrement de la biomasse, un travail de hiérarchisation des usages est en cours, afin d'adapter l'utilisation de cette ressource au juste besoin.

#### Mix électrique

A l'horizon 2050, la neutralité carbone va nécessiter l'électrification de nombreux usages.

*Le déploiement des énergies électriques décarbonées tout en garantissant la sécurité d'approvisionnement se poursuivra pendant toute la PPE en s'accéléralant sur la 2<sup>ème</sup> période*

L'objectif est de sortir des énergies fossiles, et pour cela nous allons avoir besoin de plus d'électricité pour décarboner nos usages. Cela s'appuiera sur deux leviers : la production nucléaire et la production renouvelable.

Compte-tenu des délais associés à la construction de nouveaux réacteurs nucléaires, la France ne disposera pas de moyens de production supplémentaires de nucléaire avant 2035, hors augmentation de puissance des réacteurs nucléaires existants. Le développement des énergies renouvelables en complément du nucléaire est donc essentiel pour permettre de répondre à l'augmentation très forte des besoins en électricité à l'horizon 2035 puis 2050 et sortir des énergies fossiles.

*La production d'énergies renouvelables électriques sera soutenue sur toute la période à un rythme accéléré en préparant le renouvellement des moyens de production électriques et en maîtrisant l'empreinte foncière des projets*

La part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie en France, calculée selon les conventions de la directive européenne (UE) 2018/2001 relative à la promotion de l'utilisation des énergies renouvelables, s'élève à 22,2 % en 2023, selon les données provisoires. Elle progresse de 1,7 point par rapport à 2022. Cette hausse s'explique par l'accroissement des capacités de production dans plusieurs filières renouvelables (éolien, photovoltaïque et pompes à chaleur) alors même que la consommation finale brute d'énergie recule en 2023.

Les filières qui seront les plus contributrices à la production d'électricité décarbonée à l'horizon 2035 seront par ordre décroissant le photovoltaïque, l'éolien terrestre, l'éolien en mer et l'hydroélectricité. Les fortes baisses de coûts observées dans ces filières permettent des développements importants avec des soutiens publics limités. Elles sont compétitives et décentralisées. Leur rythme de déploiement visé sera en croissance par rapport aux niveaux actuels.

Les sources dont les coûts sont très élevés pour la production d'électricité (biomasse, géothermie) seront orientées prioritairement vers la production de chaleur et aucun soutien à la production d'électricité pour ces filières ne sera mis en œuvre (sauf dans le cas de l'autoconsommation pour certaines industries de la filière bois).

Le PV devra se développer majoritairement en toiture et sur terrains anthropisés, les possibilités de développer du photovoltaïque au sol sur espaces agricoles, naturels et forestiers étant considérablement réduites depuis les lois « Climat et Résilience » ou « Accélération de la production d'énergies renouvelables » et de fortes obligations de solarisation sur les bâtiments et parkings. Par ces dispositions, l'Etat entend limiter les conflits d'usage. L'accent sera également mis sur l'agrivoltaïsme, qui permet d'apporter un service direct à une activité agricole située en deçà des panneaux.

Le développement de l'éolien se fera en partie par des rénovations de parcs existants arrivant en fin de vie, avec des augmentations de puissance, ce qui permet d'augmenter l'énergie produite tout en conservant un nombre de mats identique ou inférieur. Une attention particulière devra être portée à l'offre industrielle en matière de hauteur de mâts d'éoliennes. En effet, des mâts de plus petite taille sont certes moins visibles, mais nécessitent d'être plus nombreux pour atteindre la même puissance, ce qui résulte in fine sur un impact potentiellement plus important (en matière de paysage ou de biodiversité). De plus, l'offre industrielle de « petits mats » est de plus en plus réduite. Ce point devra être pris en compte pour le développement de cette filière.

S'agissant de l'éolien, la PPE 3 prévoit par ailleurs de maintenir le rythme de développement de l'éolien terrestre à 1,5 GW/an avec l'objectif d'une répartition plus équilibrée entre les territoires et d'organiser un plan de « repowering » pour préparer un renouvellement efficace des parcs renouvelables existants sur la période 2025-2035 en étudiant la possibilité d'augmenter la taille des mâts pour rehausser la production tout en limitant le nombre de mâts. La maîtrise des impacts sur l'environnement sera également pleinement prise en compte, en particulier à travers la réalisation d'investissements dans des programmes de recherche et d'innovation sur la réduction de l'impact



des éoliennes sur l'avifaune, notamment par l'étude et l'amélioration de l'efficacité des systèmes de détection – réaction, et la mise en place d'un système de réduction des nuisances lumineuses, par exemple par le balisage circonstancié en fonction de la présence d'aéronefs à proximité des éoliennes.

Les énergies marines apporteront un complément important, d'autant que leur disponibilité (>4 000 h/an) permettra de stabiliser le réseau électrique, en particulier dans la péninsule bretonne. D'ici 2030, 4 nouveaux parcs éoliens en mer supplémentaires issus des appels d'offres 1 à 3 seront mis en service (les parcs de Saint-Nazaire, Fécamp et Saint-Brieuc le sont déjà), ce qui portera à 7 le nombre total de parcs éoliens en mer. Entre 2030 et 2035, la mise en service des parcs éoliens en mer actuellement en développement, en cours d'attribution, planifiés ou qui seront issus de l'exercice de planification en cours apportera une contribution complémentaire significative, avec une quinzaine de parcs éoliens supplémentaires mis en service.

L'hydroélectricité représente toujours la majeure partie de l'électricité renouvelable produite en France. Le développement de capacités hydroélectriques est possible (de façon toutefois limitée en l'absence de renouvellement des concessions) et nécessaire : même si l'énergie totale produite n'augmentera pas nécessairement du fait de l'impact probable du dérèglement climatique sur la ressource en eau (baisse de débit), le développement de la puissance totale installée constituera un précieux levier pour l'équilibre du système électrique tant pour les pointes de consommation que pour le volume total de production. Sur les autres énergies marines renouvelables, deux premiers appels d'offres commerciaux hydroliens de 250 MW seront lancés d'ici à [2028-2030] au Raz Blanchard avec une valeur cible de 150 €/MWh. La temporalité sera précisée en fonction des études réseaux lancées par RTE pour le raccordement de ces projets. Des appels d'offres commerciaux complémentaires de 500 MW (au Raz de Blanchard) et au Fromveur (125 MW) pourront être lancés d'ici à 2035, sous réserve de l'évolution des coûts de la technologie.

Compte-tenu du coût de la production d'électricité par géothermie ou à partir de biomasse, afin d'optimiser le coût global d'atteinte des objectifs d'énergies renouvelables et de favoriser la plus grande efficacité énergétique, le soutien à ces filières sera réservé à la production de chaleur. Des projets innovants pourront, le cas échéant être soutenus dans le cadre de dispositifs à la R&D.

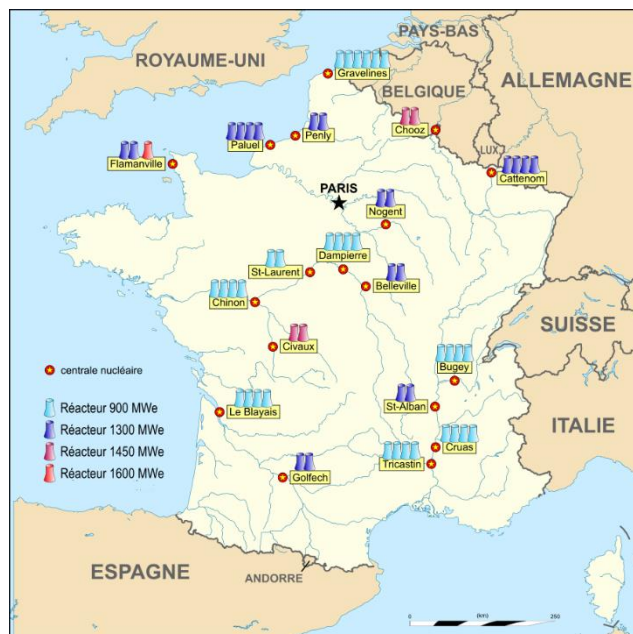
*Le soutien au développement de l'ensemble des vecteurs énergétiques décarbonés s'appuiera également sur la relance du nucléaire*

Le parc nucléaire français est constitué de 57 réacteurs de production d'électricité répartis sur 18 sites différents, pour une puissance installée de 62,9 GWe. Ces réacteurs, exploités par EDF, reposent tous sur la même technologie dite « à eau sous pression » et se répartissent en différents paliers standardisés selon la puissance des réacteurs :

- 34 réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe) ;
- 20 réacteurs de 1 300 MWe ;
- 4 réacteurs de 1 450 MWe ;
- 1 réacteur de 1 650 MWe, à savoir le réacteur de technologie EPR de Flamanville 3, mis en service en mai 2024.

Le parc nucléaire a assuré en 2023 la production de 320 TWh, soit 65 % de la production électrique française totale.

Figure 52 : Les réacteurs électronucléaires français en fonctionnement en 2024 (DGEC)



L'autorisation d'exploitation délivrée pour chaque réacteur nucléaire n'est pas limitée dans le temps. Au-delà des arrêts réguliers pour maintenance et rechargement du combustible, l'exploitant EDF doit procéder tous les dix ans à une visite décennale de chaque réacteur, au cours de laquelle la conformité au référentiel d'autorisation initial est vérifiée. Dans ce contexte également, des améliorations de sûreté sont mises en œuvre pour atteindre un niveau d'exigence renforcé. Ce niveau est revu continuellement par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en fonction du retour d'expérience, des meilleures pratiques et des travaux de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). L'ASN se prononce à l'issue de chaque visite décennale sur la poursuite du fonctionnement du réacteur concerné.

Un total de 52 réacteurs en fonctionnement en 2024 a été mis en service au cours d'une période de 15 années environ entre 1979 et 1994. A la fin de l'année 2023, la durée de fonctionnement des réacteurs en fonctionnement en France était comprise entre 21 ans (Civaux 2) et 44 ans (Bugey 2), pour une moyenne de 37 ans. Le choix d'une stratégie de gestion du calendrier des arrêts définitifs des réacteurs les plus anciens constitue un enjeu important et doit tenir compte de deux facteurs :

- La mise en œuvre de nombreux arrêts définitifs au cours d'une période relativement brève, de l'ordre d'une quinzaine d'années, nécessiterait de disposer d'un niveau suffisant de production électrique pour assurer dans le même temps la sécurité d'approvisionnement ; cela entraînerait de devoir mettre en service avec suffisamment d'anticipation de nouveaux moyens de production pour faire face à cet effet falaise, et pourrait conduire à une surproduction d'électricité décarbonée dans les années précédant les fermetures qu'il conviendrait d'anticiper ;
- Le rapport « Futurs énergétiques 2050 » publié en octobre 2021 par RTE, gestionnaire du réseau de transport d'électricité, indique qu'une réduction marquée des capacités de production nucléaire à l'horizon de l'année 2050 ferait reposer la sécurité d'approvisionnement sur des paris technologiques et industriels risqués ; maintenir l'option de conserver une part significative d'électricité d'origine nucléaire dans le mix français à l'horizon de l'année 2050 nécessite de

prévoir un calendrier d'arrêt des réacteurs existants compatible avec la mise en service de nouvelles capacités de production, afin de garantir la couverture des besoins.

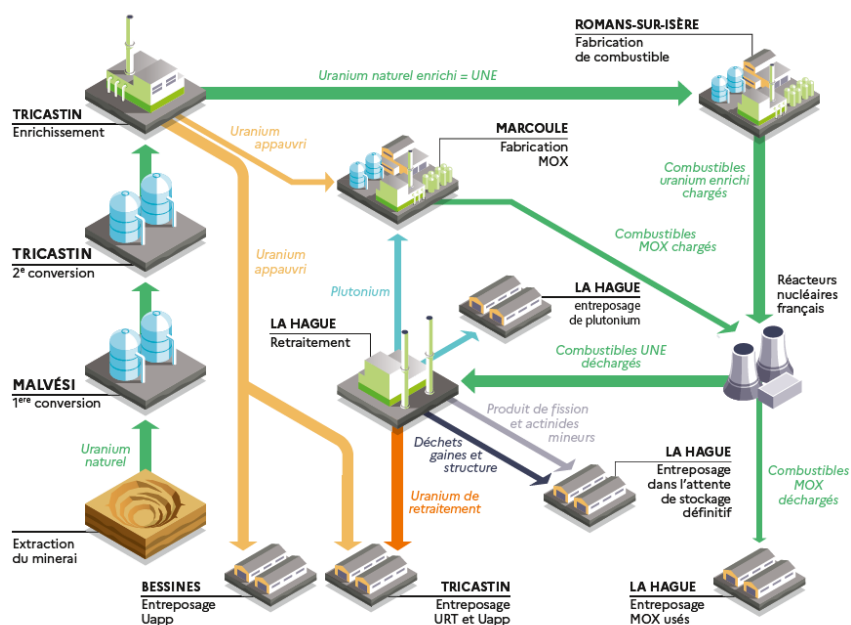
De façon complémentaire dans la perspective de la mise à l'arrêt, dans les deux décennies à venir, sur une période relativement brève, d'une majorité des réacteurs actuellement en fonctionnement, la programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2028 (PPE 2) a demandé à la filière nucléaire d'étudier les modalités de production de nouvelles capacités :

- Le réacteur de type EPR2, développé par EDF, constitue la technologie disponible à court terme sur le segment de forte puissance (environ 1 650 MW). Il est adapté aux caractéristiques du réseau électrique français ;
- Le développement de petits réacteurs modulaires (SMR – Small Modular Reactors), d'une puissance plus faible inférieure à 300 MW, a également été engagé à des phases de maturité moins avancées, avec notamment le soutien des plans France Relance et France 2030. Cette offre de faible puissance pourrait venir compléter celle des réacteurs de forte puissance et serait également destinée à l'export.

Enfin la loi n°2023-491 du 22 juin 2023 relative à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires à proximité de sites nucléaires existants et au fonctionnement des installations existantes a abrogé l'objectif d'atteindre une part du nucléaire au sein du mix électrique de 50 % à l'horizon 2035.

La France dispose par ailleurs d'une industrie couvrant les opérations de fabrication et de fourniture de combustible aux réacteurs puis de gestion du combustible utilisé, depuis l'extraction du minerai jusqu'à la gestion des déchets, en passant par le retraitement et la valorisation des combustibles nucléaires utilisés.

Figure 53 : Les installations françaises du cycle du combustible nucléaire en 2024 (DGEC)



Les combustibles utilisés dans les réacteurs nucléaires sont le plus souvent composés d'oxyde d'uranium naturel enrichi (UNE). Les combustibles UNE utilisés peuvent être retraités à l'échelle

industrielle dans les usines de La Hague (Manche). Le plutonium issu du retraitement est utilisé, dans l'usine Mélox de Marcoule (Gard), pour la fabrication de combustibles MOx<sup>75</sup>, tandis que l'uranium issu du retraitement (URT) a vocation à être utilisé pour la fabrication de combustibles à l'uranium de retraitement enrichi (URE). Les déchets radioactifs résiduels ont vocation à être stockés en couche géologique profonde dans l'installation Cigéo en projet (Meuse). Les combustibles MOx et URE usés sont entreposés dans l'attente d'une valorisation ultérieure.

Cette stratégie, dite de mono-recyclage des combustibles usés, a été mise en place en France comme première étape vers la fermeture du cycle du combustible, laquelle repose sur l'utilisation par des réacteurs à neutrons rapides (RNR) de substances issues des réactions nucléaires qui ne sont actuellement pas valorisées de façon industrielle. La stratégie actuelle est déjà de nature à répondre aux objectifs d'indépendance et de souveraineté énergétique dès lors qu'elle offre un potentiel de réduction de 10 % du besoin français d'uranium naturel grâce à la filière MOx et de 15 % supplémentaires grâce à la filière URE, soit un total de 25 % de réduction. Ces économies réduisent d'autant l'exposition de la France aux aléas géopolitique et pourraient s'avérer précieuses dans l'hypothèse d'une croissance mondiale de la demande en combustible. Cette stratégie contribue également à réduire les impacts environnementaux du secteur nucléaire, au développement économique des territoires d'implantation des usines et à la balance commerciale française.

De façon complémentaire, Orano, EDF, le CEA et Framatome participent à un programme soutenu par France 2030 de R&D et d'études de faisabilité industrielle associée afin d'étudier l'intérêt du multi-recyclage en REP (MRREP) de l'uranium et du plutonium en matière de compétitivité économique et de gestion des matières et des déchets, conformément aux prescriptions de la précédente PPE. Le multi-recyclage du plutonium et de l'URT pourrait constituer, à moyen terme, une étape supplémentaire dans la valorisation des combustibles usés et l'économie des ressources en uranium, à hauteur de 40 % par rapport à un cycle ouvert.

La PPE 3 fixe un objectif de relance du nucléaire :

- Suppression de l'objectif de fermeture de réacteurs nucléaires avant leur fin de vie ;
- Poursuite de l'exploitation des réacteurs électronucléaires existants en prenant en compte les meilleures pratiques internationales, pour leur permettre de fonctionner après 50 ans ou 60 ans d'exploitation, dans le respect de toutes les exigences applicables en matière de sûreté nucléaire ;
- Engagement du programme de travaux, porté par EDF, visant à augmenter la puissance disponible (Uprating) et la production annuelle des réacteurs existants, dans le respect de toutes les exigences applicables en matière de sûreté nucléaire ;
- Confirmation du programme de construction de 6 réacteurs nucléaires de type EPR2, porté par EDF, dans la perspective d'une décision finale d'investissement par le Conseil d'administration d'EDF en vue de son lancement à l'horizon de l'année 2025 ;
- Poursuite de l'étude d'un éventuel second palier d'au moins 13 GW, correspondant à la capacité de 8 EPR2 dans leur conception actuelle ;

---

75 Mélange d'oxyde de plutonium et d'oxyde d'uranium appauvri issu de l'enrichissement de l'uranium naturel

- Soutien au projet Nuward, porté par EDF, de développement d'un modèle de petit réacteur modulaire ;
- Soutien à l'innovation de rupture à travers le plan France 2030, en visant une décision de lancement d'au moins un prototype de petit réacteur nucléaire innovant à l'horizon de l'année 2030 ;
- Confirmation de la stratégie française de traitement et de valorisation des combustibles nucléaires usés et, dans cette perspective, de la poursuite des travaux en vue de renouveler les installations industrielles qui permettent sa mise en œuvre, en vue d'une prise de décision d'ici fin 2026, tout en veillant à prendre les mesures permettant d'assurer l'adéquation aux besoins des infrastructures existantes d'ici 2035 et au-delà.

### Mix chaleur

La chaleur représente aujourd'hui un peu moins de la moitié (43 %) de la consommation d'énergie finale<sup>76</sup> en France dont seulement environ un quart est d'origine renouvelable. La France mise sur une forte augmentation de la production de chaleur d'origine renouvelable et le développement accéléré des réseaux urbains de distribution de chaleur et de froid pour sortir rapidement des énergies fossiles.

Ainsi, les objectifs de la PPE 3 devront permettre de porter la consommation de chaleur renouvelable et de récupération de 172 TWh en 2022 à au moins 330 TWh en 2035. Plus précisément, le développement de la chaleur renouvelable, avec plus de 280 TWh en 2030 (contre un objectif compris entre 219 et 247 TWh en 2028 dans la précédente PPE) et de récupération (20 TWh en 2030 contre un objectif compris entre 7,6 et 9,9 TWh dans les réseaux en 2028 dans la précédente PPE) conduit à une multiplication par plus de deux de la consommation de chaleur renouvelable et de récupération d'ici 2035 par rapport à aujourd'hui.

Pour accompagner cette augmentation de la consommation de chaleur renouvelable, toutes les filières de production de chaleur renouvelable sont sollicitées, de même qu'un recours accru à la récupération de chaleur fatale. La PPE 3 fixe ainsi des objectifs pour chacune des filières de production de chaleur renouvelable ainsi que pour la récupération de chaleur fatale utilisées dans les réseaux de chaleur. La hausse la plus importante est due au déploiement des pompes à chaleur. Toutefois, proportionnellement, le développement du solaire thermique, du biogaz et de la géothermie représentent les défis les plus importants.

Le gisement du solaire thermique est concurrent du gisement du solaire photovoltaïque sur toiture. Il dépend donc également des conditions d'ensoleillement, mais ne soulève aucun enjeu environnemental. En revanche, aucune limitation de gisement particulière ne limite le développement des pompes à chaleur aérothermiques, hormis en ce qui concerne la consommation d'électricité, qui est toutefois inférieure à un chauffage électrique à effet Joule ou à la consommation d'une chaudière à gaz.

### Le gaz

Le gaz naturel est aujourd'hui une énergie nécessaire au système énergétique français. Sa capacité de stockage contribue au passage des pointes d'hiver de chauffage et d'électricité. Par ailleurs, le gaz naturel est l'énergie fossile la moins carbonée et permet donc de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> et de polluants atmosphériques quand elle se substitue à du pétrole, par exemple dans les transports. Le

---

<sup>76</sup> L'énergie finale ou disponible est l'énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au foyer, etc.).

gaz naturel n'en reste pas moins une énergie fossile, et il est par conséquent nécessaire de prévoir des mesures visant à en diminuer significativement la consommation, et à remplacer les consommations résiduelles par du biogaz.

Dès aujourd'hui, le biogaz est porteur de nombreux atouts, c'est une énergie renouvelable qui :

- Se stocke facilement ;
- Peut être produite par des agriculteurs, leur offrant ainsi une opportunité de revenus complémentaires ;
- Permet de traiter les déchets avant épandage ;
- Permet d'utiliser un réseau énergétique existant sur l'ensemble du territoire qui dessert les industries et les transports.

Les coûts de production du biométhane restent trois à quatre fois plus élevés que le coût du gaz naturel, mais il bénéficie directement à l'agriculture (achat de biomasse), ainsi qu'aux entreprises françaises bien positionnées sur le secteur. Ceci est à mettre en comparaison du gaz fossile qui est importé et qui dégrade donc la balance commerciale française, en présentant par ailleurs des enjeux climatiques et de souveraineté énergétique. Par ailleurs, des perspectives de baisse de coûts sont indiquées par les acteurs de ces filières. Le développement des capacités de production devrait permettre de matérialiser ces baisses de coûts, notamment par le biais d'économies d'échelle.

L'objectif de la PPE est que le biogaz atteigne 15 % de la consommation de gaz en 2030.

### Les carburants liquides

Les combustibles liquides, dérivés du pétrole, représentent une part significative des émissions françaises de CO<sub>2</sub> dans des usages souvent peu substituables : les transports en particulier présentent une forte dépendance au pétrole. Les 10 années de la PPE sont clés pour développer des énergies alternatives au pétrole et au fioul dans les transports. La baisse de consommation et la substitution des carburants liquides par d'autres vecteurs énergétiques (électricité, gaz) sera le principal levier mais il n'est pas suffisant à court terme ni pour certains usages spécifiques comme les transports aérien ou maritime longue distance : il faut aussi développer les biocarburants les plus respectueux de l'environnement.

Actuellement, la consommation de biocarburants provient majoritairement de biocarburants de première génération (dits « 1G »), qui sont produits à partir de ressources agricoles pouvant aussi avoir des usages alimentaires, pour partie importés. Afin de limiter l'impact de la production de ces biocarburants de première génération sur les cultures alimentaires, leur utilisation est plafonnée à 7 % par les textes européens. La production de biocarburants de première génération est intégrée aux filières agricoles/agroalimentaires françaises, et permet la production de coproduits valorisés dans l'élevage et assure de l'agilité aux entreprises dans des marchés alimentaires mondiaux très concurrentiels, notamment du sucre, grâce à la substituabilité des usages.

L'enjeu actuel est donc de développer la production de biocarburants dits « avancés », issus principalement des coproduits, résidus et déchets n'étant pas en concurrence avec l'alimentation ou s'intégrant dans la gestion durable forestière. Les biocarburants accompagneront la trajectoire de décarbonation de la mobilité.

En 2030, le besoin en biocarburants pour les transports terrestres, aériens et maritimes est estimé à 50-55 TWh dans l'hexagone.

Une attention forte sera portée au respect des critères de durabilité et à la traçabilité des matières premières pour atteindre les objectifs fixés. Conformément au cadre européen, les biocarburants produits à partir de matières au fort risque d'impact sur le changement d'affectation des sols seront

plafonnés puis réduits jusqu'à atteindre un niveau nul.

### **3.2.2. Une appréciation en termes de coûts des technologies et de service rendu au réseau**

Le choix du mix électrique se fait également sur une logique économique afin de limiter le coût de l'électricité produite et les charges pour la collectivité. Depuis 2017, RTE réalise une analyse économique de ses différents scénarios dans le cadre du Bilan prévisionnel, permettant notamment d'estimer les coûts complets du système électrique associés à différents scénarios de mix de production électrique. Cette analyse en coût complet permet de prendre en compte les coûts qui ne sont pas reflétés dans les coûts actualisés des différents moyens de production, notamment les coûts de raccordement au réseau et le besoin en flexibilités qui leur est associé.

S'agissant du parc nucléaire, RTE pointe la rentabilité économique du réinvestissement dans le nucléaire que ce soit à travers la prolongation des nucléaires existants ou bien la construction de nouvelles unités de production nucléaire. Les analyses passées de RTE (notamment Futurs énergétiques 2050) montrent en effet l'intérêt économique de la poursuite de l'exploitation des réacteurs existant à l'horizon 2030-40, une conclusion qui a été confirmée dans le Bilan prévisionnel 2023 malgré une réévaluation à la hausse du coût complet du nucléaire existant.

Par ailleurs, l'analyse réalisée par RTE dans Futurs énergétiques 2050 montre l'avantage économique des scénarios incluant de nouveaux réacteurs nucléaires même en comparaison avec des mix de production renouvelable totalement optimisés sur le plan économique. Cette analyse est confirmée malgré le coût de production supérieur à long terme du nouveau nucléaire par rapport à celui des énergies renouvelables matures, du fait de son caractère pilotable qui réduit le besoin de flexibilité du système électrique.

Concernant l'électricité renouvelable, tous les scénarios de RTE s'appuient sur l'éolien terrestre, l'éolien en mer posé, le photovoltaïque au sol, et les suréquipements de la grande hydroélectricité considérées comme les technologies les moins coûteuses, et ce, quel que soit la capacité nucléaire développée.

Toutefois, certaines technologies dont le coût unitaire est identifié comme plus élevé, tels que le photovoltaïque sur toiture et l'éolien en mer flottant, doivent également être mobilisées afin de limiter les impacts environnementaux et les contraintes techniques de la production d'électricité. Elles permettent de prendre en compte l'espace limité des zones de faible profondeur favorables à l'installation d'éolien en mer, d'utiliser les surfaces déjà artificialisées et de diffuser des productions renouvelables facilitant une appropriation citoyenne. De plus, les possibilités de développement du photovoltaïque au sol ont été considérablement restreintes depuis les dernières estimations de RTE, notamment du fait de l'article 54 de la loi APER. Une mobilisation des autres filières, telles que le photovoltaïque sur toitures et ombrières ainsi que l'agrivoltaïsme sera nécessaire.

**A l'aune de ces éléments, la France a choisi de développer en priorité l'éolien terrestre, l'éolien en mer et le photovoltaïque, tout en continuant de soutenir une part résiduelle de production diffuse,**



et en renforçant ses outils de concertation pour prendre en compte au mieux les questions relatives à l'occupation du territoire, aux aléas industriels et à l'acceptabilité sociale et locale des projets.

*Tableau 19 : Représentation synthétique des considérations environnementales, sociales, économiques et techniques ayant mené au choix des objectifs du mix électrique et de développement des filières de chaleur renouvelable et de récupération de la PPE*

*Note : Les coûts sont indiqués à horizon 2030 pour les filières électriques et à date pour les filières thermiques, dans une fourchette prenant en compte les différentes technologies existantes. Des baisses importantes sont attendues notamment sur l'éolien en mer, le PV et le solaire thermique. S'agissant de l'énergie nucléaire, le coût indiqué est celui estimé pour le parc nucléaire existant par la Cour des comptes pour la période 2011-2020 dans son rapport sur « L'analyse des coûts du système de production électrique en France ». S'agissant du programme de construction de 6 réacteurs de technologie EPR2 porté par EDF, Le rapport « Travaux relatifs au nouveau nucléaire – PPE 2019-2028 » publié par le gouvernement en février 2022 faisait état d'une estimation du coût du programme de nouveau nucléaire de 51,7 Mds€<sub>2020</sub>. L'estimation du coût du programme doit être affirmée à la suite de la revue de programme menée par la maîtrise d'ouvrage du programme de nouveau nucléaire. Le coût actualisé de l'énergie produite par trois paires d'EPR2, à devis et calendriers de construction respectés, dépend en tout état de cause principalement du coût moyen pondéré du capital investi pour leur construction, dont l'évaluation est en cours d'instruction.*

|                                  | Enjeux            |                                                                                            |                            |                                   |                                                                                                                                  |
|----------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | Financier (€/MWh) | Environnemental et social                                                                  | Faisabilité                | Intégration au système électrique | Gisement restant à développer                                                                                                    |
| Mix électrique                   |                   |                                                                                            |                            |                                   |                                                                                                                                  |
| Hydroélectricité                 | 30-170            | Pressions hydromorphologiques sur les écosystèmes aquatiques                               | Technologie mature         | Énergie pilotable                 | Non limitant à moyen terme en stockage par pompage (mais limité en site vierge et par les impacts liés au changement climatique) |
| Éolien terrestre                 | 42                | Impact paysager et sur la biodiversité, impacts liés à l'extraction de ressources minières | Contrainte d'acceptabilité | Production variable               | Limité à moyen terme (contraintes militaires)                                                                                    |
| Éolien en mer posé               | 65-75             | Impacts sur les milieux marins, impacts liés à l'extraction de ressources minières         | Contrainte d'acceptabilité | Production variable               | Non limitant                                                                                                                     |
| Éolien en mer flottant           | 106-116           | Impacts sur les milieux marins, impacts liés à l'extraction de ressources minières         | Contrainte d'acceptabilité | Production variable               | Non limitant                                                                                                                     |
| Photovoltaïque au sol            | 75                | Impact sur l'utilisation des sols, impacts liés à l'extraction de ressources minières      | Bonne acceptabilité        | Production variable               | Limité à moyen terme (article 54 loi APER)                                                                                       |
| Photovoltaïque en grande toiture | 94                | Impacts liés à l'extraction de ressources minières                                         | Bonne acceptabilité        | Production variable               | Non limitant à moyen terme                                                                                                       |
| Photovoltaïque en résidentiel    | 155               | Impacts liés à l'extraction de ressources minières                                         | Bonne acceptabilité        | Production variable               | Non limitant à moyen terme                                                                                                       |
| Nucléaire existant               | 43-64             | Encadrement strict des impacts et risques environnementaux par le                          | Technologie mature         | Énergie pilotable                 | Non applicable                                                                                                                   |

|                                                            |                                                                    |                                                                                            |                                                                         |                   |                            |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------|
|                                                            |                                                                    | droit spécifique aux installations nucléaires de base                                      |                                                                         |                   |                            |
| <b>Géothermie</b>                                          | 170-340                                                            | Impacts liés au forage                                                                     | Recherche difficile des gisements                                       | Énergie pilotable | Limité                     |
| <b>Biomasse solide</b>                                     |                                                                    | Émissions de particules fines                                                              | Contraintes de faisabilité moyennes                                     | Énergie pilotable | Limité à long terme        |
| <b>Biocarburants</b>                                       |                                                                    | Appauvrissement des sols                                                                   | Contraintes de faisabilité moyennes                                     | Énergie pilotable | Limité à long terme        |
| <b>Méthanisation</b>                                       | 160-210                                                            | Priorisation des usages                                                                    | Contrainte d'acceptabilité                                              | Énergie pilotable | Limité à long terme        |
| <b>Filières de chaleur renouvelable et de récupération</b> |                                                                    |                                                                                            |                                                                         |                   |                            |
| <b>Biomasse solide</b>                                     | 89-187 (individuel)<br>83-117 (collectif)<br>45-58 (industriel)    | Émissions de particules fines, priorisation des usages et qualité de la gestion forestière | Développement limité en zone urbaine pour limiter la pollution de l'air | Non applicable    | Limité à long terme        |
| <b>Pompes à chaleur</b>                                    | 117-221 (individuel)                                               | Faible impact environnemental (lié au mix électrique national)                             | Faisabilité forte sauf en bâtiment résidentiel collectif                | Non applicable    | Non limitant               |
| <b>Géothermie de surface</b>                               | 77-139                                                             | Faible impact environnemental                                                              | Bonne intégration pour le résidentiel et le tertiaire                   | Non applicable    | Non limitant               |
| <b>Géothermie profonde</b>                                 | NC                                                                 | Recherche difficile des gisements                                                          | Bonne intégration dans les réseaux de chaleur                           | Non applicable    | Non limitant à moyen terme |
| <b>Solaire thermique</b>                                   | 125-188 (individuel)<br>135-200 (collectif)<br>57-106 (industriel) | Impacts liés à l'extraction de ressources minières                                         | Concurrencé par les PAC et le PV sur les superficies de toitures        | Non applicable    | Non limitant à moyen terme |
| <b>Biogaz</b>                                              | 70-190                                                             | Contraintes de priorisation des usages                                                     | Forte demande agricole                                                  | Non applicable    | Limité à long terme        |



## 4. Les enjeux environnementaux liés à l'action de la PPE et de la SDMP : effets notables probables

### 4.1. Mise en œuvre de la Programmation pluriannuelle de l'énergie

**Dans la lutte contre le changement climatique, notre pays, comme le reste du monde, fait face à une véritable course contre-la-montre.** Dans le combat écologique, chaque minute de perdue renchérit le coût humain, économique, social et financier de la transition.

**L'accélération rendue nécessaire impose des efforts de tous et des transformations dans toute notre économie** (transports, agriculture, industrie, bâtiments et énergie, sachant que la décarbonation du secteur de l'énergie et l'électrification des usages sont des leviers importants de décarbonation des différents secteurs).

Le triple impératif, politique, économique et climatique, justifie l'engagement porté par l'Etat de faire de la France le premier grand pays industriel à sortir des énergies fossiles. Cet objectif s'inscrit en cohérence avec l'objectif français et européen de neutralité carbone en 2050.

Les orientations de la PPE 3 reposent sur deux grands piliers indissociables. D'une part, la sobriété et l'efficacité énergétiques, qui doivent se traduire par une baisse de la consommation d'énergie de - 50 % à horizon 2050. D'autre part, une accélération massive dans la production d'énergie décarbonée, en particulier d'énergie électrique : les énergies renouvelables et l'énergie nucléaire. Dans ce cadre, la PPE 3 fixe les objectifs suivants :

- Réduction de -50 % notre consommation d'énergie en 2050, par rapport à 2012 ;
- 0 % d'électricité à base de charbon en 2027 et sortie de la dépendance aux énergies fossiles en 2050, contre un mix énergétique composé à près de 60 % d'énergies fossiles en 2022 ;
- +10 % de production d'électricité bas-carbone en 2030 et +55 % en 2050 et doublement de la production de chaleur bas-carbone d'ici 2035, par rapport à 2022.

Les mesures de la PPE auront donc pour résultat de réduire les émissions territoriales de gaz à effet de serre et les émissions de polluants atmosphériques. **L'impact global de la PPE sera donc globalement positif pour le climat et l'environnement. Il conviendra toutefois de réduire au maximum les impacts localisés résultant de la mise en œuvre des projets d'équipements et d'infrastructures.** Les risques d'impacts environnementaux liés à la mise en œuvre de projets sur chacune des thématiques de la PPE sont détaillés ci-après.

L'article R. 122-20 du Code de l'environnement dispose que « *les effets notables probables sur l'environnement sont regardés en fonction de leur caractère positif ou négatif, direct ou indirect, temporaire ou permanent, à court, moyen ou long terme ou encore en fonction de l'incidence née du cumul de ces effets* ».

Dans cette partie, les effets sont appréciés au regard des pressions que les orientations de la PPE 3 sont susceptibles d'exercer sur l'environnement. Toutes les orientations liées à l'amélioration de l'efficacité énergétique, à la baisse des consommations d'énergie et à l'offre d'énergie sont analysées.

Pour chaque orientation de la PPE, des tableaux récapitulatifs comportent une appréciation qualitative des effets escomptés. Chaque tableau comporte une ou plusieurs lignes représentant les orientations de la PPE. Une justification de ces appréciations est donnée après le tableau, et précise lorsqu'une attention particulière devra être portée lors de la mise en œuvre des projets.

Le caractère très positif, positif, neutre, négatif ou très négatif des orientations est symbolisé de la façon suivante :

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <b>Positif majeur</b> : L'évolution prévue de la filière ou des projets de la PPE <b>réduira considérablement</b> l'impact de l'activité humaine sur l'enjeu environnemental étudié, c'est un <b>enjeu environnemental majeur</b> de la PPE 3.                                                   |
|   | <b>Positif limité</b> : L'évolution prévue de la filière ou des projets de la PPE <b>réduira</b> l'impact de l'activité humaine sur l'enjeu environnemental étudié.                                                                                                                              |
|   | <b>Neutre</b> : L'évolution prévue de la filière ou des projets de la PPE <b>ne devrait pas avoir d'impact significatif</b> sur l'enjeu environnemental étudié.                                                                                                                                  |
|   | <b>Négatif limité</b> : L'évolution prévue de la filière ou des projets de la PPE est <b>susceptible d'augmenter</b> l'impact anthropique sur l'enjeu environnemental étudié et nécessite une vigilance particulière.                                                                            |
|  | <b>Négatif majeur</b> : L'évolution prévue de la filière ou des projets de la PPE est <b>susceptible d'augmenter considérablement</b> l'impact anthropique sur l'enjeu environnemental étudié et nécessite une vigilance particulière, c'est un <b>enjeu environnemental majeur</b> de la PPE 3. |

#### 4.1.1. Amélioration de l'efficacité énergétique et baisse des consommations d'énergie fossile

##### 4.1.1.1. Baisse de la consommation d'énergie finale

La réduction de nos consommations énergétiques est indispensable afin que l'énergie disponible soit suffisante pour répondre à court, moyen et long terme à nos besoins énergétiques en énergie décarbonée. La consommation finale énergétique de la France a diminué entre 2012 et 2022 d'environ 9 %. Il est toutefois nécessaire d'accélérer le rythme global de réduction de consommation pour atteindre l'objectif du paquet législatif européen « Fit for 55 » décliné à travers la nouvelle directive relative à l'efficacité énergétique publiée le 20 septembre 2023<sup>77</sup>, s'établissant pour la France à 1 243 TWh en 2030. Ce niveau de consommation correspond à une réduction de la consommation d'énergie finale de l'ordre de 29 % sur la période 2012-2030.

La prochaine PPE relève en conséquence les objectifs en matière de réduction de nos consommations d'énergie : 1 243 TWh en énergie finale (soit tendre vers une réduction de 30 % par rapport à 2012) en 2030 contre un objectif de 1 378 TWh (soit une réduction de 16,5 % par rapport à 2012) en 2028 dans la précédente PPE.

Climat et énergie, Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Biodiversité et habitats naturels, Santé humaine et pollutions, Patrimoine architectural, culturel et archéologique

<sup>77</sup> L'article 4 de la DEE révisée prévoyait la mise à jour fin 2023 du scénario de modélisation des objectifs de consommation énergétique de chaque État Membre. Les objectifs français ont alors été actualisés pour atteindre 1 243 TWh (Ef) et 1 844 TWh (Ep)

|            | Effets notables probables                                                         |              | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|------------|
| Impact PPE |  | Très positif | Direct       | Permanent | Long terme |

**La baisse de consommation reposera sur la sobriété, c'est à dire la diminution de certains usages, et l'efficacité énergétique, c'est à dire une moindre consommation à usage équivalent.** Elle concernera tous les vecteurs énergétiques, car tous les secteurs sont concernés et qu'ils consomment à part variable différentes sources d'énergie : à titre d'exemple, alors que les transports consomment majoritairement des produits pétroliers, le secteur tertiaire consomme en majorité de l'électricité, dont la production est largement décarbonée en France. **La baisse de la consommation d'énergie finale se traduira notamment par une baisse de la consommation d'énergies fossiles (pétrole, gaz et charbon).** La baisse de la consommation d'énergie finale se traduira en outre, pour les usages existants, par une baisse de la consommation d'électricité décarbonée. Cette dernière baisse sera néanmoins contrebalancée par la forte augmentation des besoins en électricité tirés à la hausse par l'électrification dans les transports, dans les bâtiments et dans l'industrie pour répondre aux ambitions climatiques européennes et françaises, la réindustrialisation qui nécessitera de nouveaux besoins énergétiques et la disponibilité potentiellement limitée des vecteurs énergétiques décarbonés, notamment liés à la biomasse.

**En conclusion, la baisse de la consommation d'énergie finale se traduira par une baisse du recours aux énergies fossiles,** qui sont les premiers contributeurs du changement climatique en France et dans le monde et qui engendrent une pollution de l'air. La réduction de la consommation d'énergie et d'émissions de polluants atmosphériques limitera les retombées polluantes dans les milieux terrestres et aquatiques, et donc engendrera une baisse des pressions sur la biodiversité et sur le patrimoine.

| Ressources épuisables hors énergie fossile et déchets |                                                                                     |                |              |            |            |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|------------|------------|
|                                                       | Effets notables probables                                                           |                | Type d'effet | Durée      | Horizon    |
| Impact PPE                                            |  | Négatif limité | Direct       | Temporaire | Long terme |

Les mesures de maîtrise de la demande d'énergie impliqueront des investissements en termes d'infrastructures et de nouvelles technologies, nécessitant un apport conséquent de matériaux nécessaires à leur construction, et généreront des déchets. En particulier :

- L'ampleur des rénovations envisagées afin d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments impliquera d'anticiper la gestion des déchets qui seront produits ;

De la même façon, le déploiement massif des véhicules électriques aura un impact sur la demande en minéraux critiques, ressource nécessaire à la fabrication des batteries.

|                    |
|--------------------|
| <b>Mesures ERC</b> |
|--------------------|

## Réduire

- Réduire les émissions de méthane liées à la consommation résiduelle d'énergies fossiles (émissions fugitives de combustibles) dans le secteur de l'énergie.

### 4.1.1.2. Baisse des consommations d'énergie fossiles

La PPE vise 0 % d'électricité produite à base de charbon en 2027 et la sortie de la dépendance aux énergies fossiles en soutenant une décroissance significative de leur part dans le mix, contre un mix énergétique composé à près de 60 % d'énergies fossiles en 2022.

| Climat et énergie, Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Biodiversité et habitats naturels, Santé humaine et pollutions, Patrimoine architectural, culturel et archéologique |                                                                                   |              |              |           |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|------------|
|                                                                                                                                                                                                    | Effets notables probables                                                         |              | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact PPE                                                                                                                                                                                         |  | Très positif | Direct       | Permanent | Long terme |

La baisse des consommations d'énergie fossiles (pétrole, gaz et charbon) aura un impact positif sur l'ensemble des thématiques environnementales. La baisse des émissions de GES et de polluants atmosphériques liées à la combustion de ressources fossiles participera à l'atténuation du changement climatique et permettra d'améliorer l'état des divers milieux impactés par cette pollution. L'amélioration des milieux physiques (sols et sous-sols, milieux aquatiques, qualité de l'air) aura un impact sur les milieux naturels (biodiversité et habitats naturels) et humains (santé humaine, paysage et patrimoine).

La consommation d'énergies fossiles ne sera toutefois pas complètement éliminée sur la période couverte par la PPE 3. Afin de diminuer davantage les émissions liées à la production d'énergies fossiles, une attention devra être portée à la limitation des fuites de méthane sur toute la chaîne de valeur de production d'énergies fossiles.

| Risques naturels et technologiques |                                                                                     |        |              |         |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|---------|
|                                    | Effets notables probables                                                           |        | Type d'effet | Horizon |
| Impact PPE                         |  | Neutre |              |         |

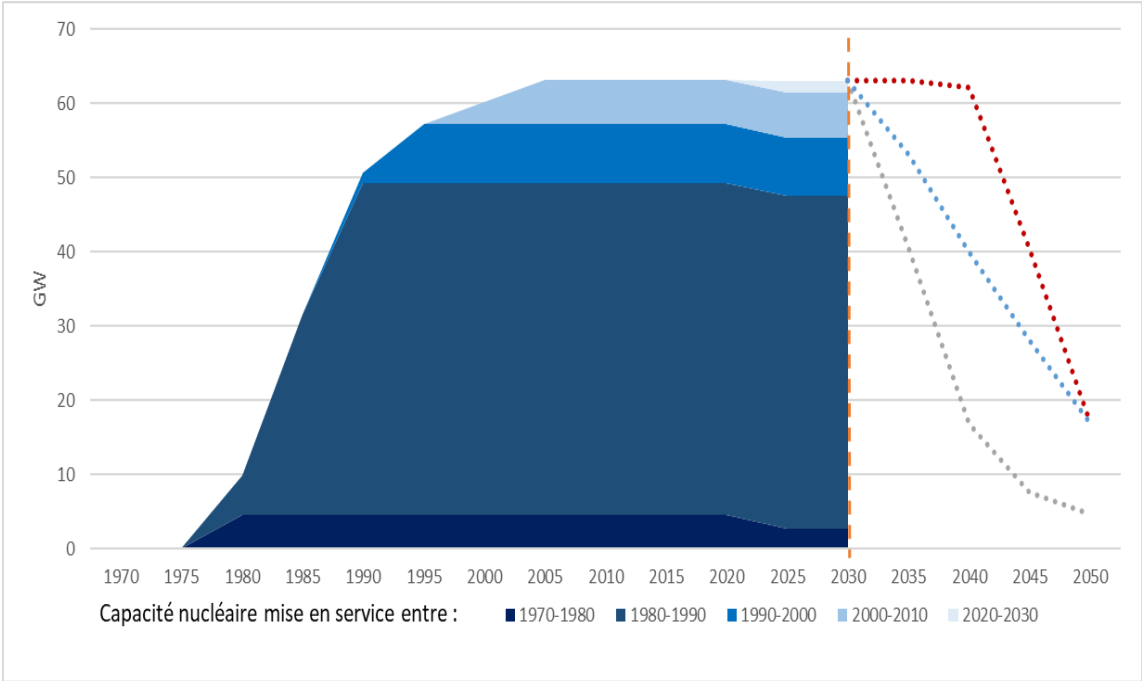
La baisse de la production d'électricité à base d'énergies fossiles sera remplacée par le développement des énergies renouvelables et du nucléaire, soit environ 560 TWh de production d'électricité décarbonée à horizon 2030 contre 463 TWh aujourd'hui. Toutefois, comme l'illustre la figure ci-dessous du rapport *Futurs énergétiques 2050* de RTE <sup>78</sup>, quel que soit le scénario considéré, la mise en service de nouveaux réacteurs nucléaires sera concomitante à l'arrêt de réacteurs plus anciens, qui arriveront à la fin de leur période de fonctionnement. En outre, la mise en service de ces nouveaux réacteurs interviendra au-delà de l'horizon couvert par la PPE 3. Dès lors, le nombre de réacteurs en fonctionnement restera stable, puis sera plutôt sur une tendance à la baisse. En outre, le remplacement de réacteurs anciens par des réacteurs nouveaux est de nature à avoir un impact

<sup>78</sup> RTE (2021). *Futurs énergétiques 2050*. <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>



positif sur la maîtrise des risques technologiques, ces derniers étant conçus selon les standards de sûreté les plus récents.

Figure 54 : Évolution du parc nucléaire existant et en construction à 2050 dans la trajectoire de référence (RTE)



| Ressources épuisables hors énergie fossile et déchets |                                                                                     |                |              |            |            |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|------------|------------|
|                                                       | Effets notables probables                                                           |                | Type d'effet | Durée      | Horizon    |
| Impact PPE                                            |  | Négatif limité | Direct       | Temporaire | Long terme |

La consommation d'énergie fossile sera remplacée en partie par des énergies renouvelables, qui consomment une quantité significative de ressources et notamment de métaux stratégiques, et en partie par du nucléaire qui engendre une consommation accrue d'uranium ainsi que l'augmentation du volume des déchets radioactifs produits (voir le détail dans les parties dédiées).

| Mesures ERC                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Réduire</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prévenir les fuites de méthane sur toute la chaîne de valeur de production d'énergies fossiles résiduelles.</li> </ul> |

#### 4.1.2. Offre d'énergie / Développement de l'exploitation des énergies renouvelables et de récupération

##### 4.1.2.1. La chaleur et le froid renouvelables et de récupération

La chaleur représente aujourd'hui un peu moins de la moitié (43 %) de la consommation d'énergie finale en France dont seulement environ un quart est d'origine renouvelable. La France mise sur une

forte augmentation de la production de chaleur d'origine renouvelable et le développement accéléré des réseaux urbains de distribution de chaleur et de froid pour sortir rapidement des énergies fossiles.

Ainsi, les objectifs de la PPE 3 devront permettre de porter la consommation de chaleur renouvelable et de récupération de 172 TWh en 2022 à au moins 330 TWh en 2035. Les objectifs fixés pour la PPE 3 conduisent à une multiplication par plus de deux de la quantité de chaleur renouvelable et de récupération d'ici 2035.

### La biomasse solide

Le bois-énergie représente la principale biomasse utilisée par la filière thermochimique. Il a diverses origines : forestière, bocagère ou agroforestière (haies, bosquets, vergers, etc.), paysagère (entretien des parcs et jardins, etc.), industrielle (sous-produits issus de la transformation du bois), déchets (bois fin de vie et bois déchet). En outre, il fait actuellement l'objet de trois formes majeures de valorisation : le bois-bûche, les plaquettes forestières et les granulés de bois dont il est opportun de préciser les impacts environnementaux générés par leur mobilisation respective<sup>79</sup>.

| Climat et énergie |                                                                                                                                                                            |                                  |              |           |            |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------|-----------|------------|
|                   | Effets notables probables                                                                                                                                                  |                                  | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact PPE        |  ou  | Positif limité ou négatif limité | Direct       | Permanent | Long terme |

En fonction des conditions de production de la biomasse solide, l'impact peut être positif limité ou négatif limité. L'impact de la mobilisation de biomasse solide, dont le bois-bûche, sur le cycle du carbone en forêt, au sein de la biomasse aérienne ou racinaire ou du sol, dépend fortement des conditions pédoclimatiques ainsi que des pratiques sylvicoles mises en œuvre.

Malgré la baisse du stock de carbone forestier liée à la coupe, celui-ci est compensé dans le temps par la reconstitution des peuplements à la condition de replanter des peuplements résilients (essences adaptées, diversité), notamment poussés par le plan de renouvellement forestier. De plus, certaines pratiques de gestion forestière sont en elles-mêmes un moyen de lutte préventive contre les incendies ou les dépérissements majeurs rapides (forte sécheresses, parasites). Finalement, sur les processus de valorisation, la biomasse énergie solide se substitut aujourd'hui aux énergies fossiles permettant une baisse des émissions de gaz à effet de serre.

Concernant la gestion sylvicole, une intensification de la gestion peut avoir un impact négatif sur le carbone stocké au sein des sols forestiers via le tassement ou la récolte de rémanents post-récolte. Le Plan d'Action pour les Sols Forestiers aura pour objectif de promouvoir des modes d'exploitation alternatifs à faible impact (réalisation de cloisonnement par exemple).

<sup>79</sup> INRAe (2023). Impacts environnementaux et enjeux technico-économiques et sociétaux associés à la mobilisation de biomasse agricole et forestière pour la production d'énergie en France à l'horizon 2050.  
[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/20231020\\_INRAe\\_Biomasse-Energie-2050.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/20231020_INRAe_Biomasse-Energie-2050.pdf)

L'augmentation de la valorisation de bois énergie peut également avoir un impact indirect sur le stockage de carbone au sein des produits bois. Une transformation des peuplements à finalité matériaux en peuplements à finalité énergétique baisserait le puits de carbone au sein des produits bois. Il convient donc d'établir une hiérarchisation des usages du bois (REDIII).

A noter que depuis 2008 et surtout depuis 2013, le puits forestier a fortement chuté et a été divisé par deux en 10 ans. Cette évolution est liée à une hausse de la mortalité des arbres par l'effet d'épisodes sanitaires, d'un ralentissement de la croissance sous l'impact de sécheresses multiples, et dans une moindre mesure à la hausse des prélèvements<sup>80</sup>.

| Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Biodiversité et habitats naturels, Santé humaine et pollutions |                                                                                   |                |              |           |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|------------|
|                                                                                                                            | Effets notables probables                                                         |                | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact PPE                                                                                                                 |  | Négatif limité | Direct       | Permanent | Long terme |

Sur la ressource en eau et les milieux aquatiques, la mobilisation de la biomasse forestière peut avoir un impact négatif sur les flux hydriques. Cet impact significatif dépend de l'intensité et de la surface de la coupe : une coupe d'éclaircie a moins d'impacts sur le cycle de l'eau qu'une coupe rase. En revanche, la réduction drastique d'un couvert végétal peut entraîner un accroissement de l'érosion ainsi que le déplacement des nutriments dans les cours d'eau, surtout lorsque la parcelle est en pente, ce qui peut affecter la qualité des milieux aquatiques en aval des parcelles concernées. Enfin, le tassement du sol par le passage de machines entraîne des modifications de la circulation de l'eau dans le sol.

Sur la biodiversité, les potentiels effets dépendront du mode d'exploitation forestière. Il permet d'augmenter l'arrivée de lumière au sol, ce qui favorise globalement la diversité des espèces héliophiles et péri-forestières (flore, insectes floricoles). Cependant, cette perturbation a un effet globalement négatif sur la diversité d'espèces très forestières comme les mousses, les champignons, les coléoptères saproxyliques ou les carabiques. Ces effets dépendent de la durée des cycles sylvicoles. S'ajoute le fait que les bois morts au sol peuvent offrir, avant leur décomposition totale, un abri temporaire à divers arthropodes rampants, rongeurs, reptiles et amphibiens, oiseaux nichant au sol et même certains mustélidés.

Sur les sols, il est établi que l'exportation des résidus de récolte entraîne des diminutions significatives de carbone organique dans les sols de manière générale, et d'autant plus que le sol a une texture grossière et que le volume exporté est important. Il est important de souligner que, si ces résidus forestiers ne représentent qu'une faible proportion de la biomasse des arbres, ils contiennent la majorité des nutriments (Ca, Mg, K, P, N). Ainsi, les impacts sur la fertilité chimique des sols de l'exportation des rémanents et menus bois sont évidents. Dans la majorité des écosystèmes forestiers français, la sensibilité des sols du point de vue de la nutrition en nutriments (principalement P, K et

<sup>80</sup> Observatoire des forêts françaises (sans date). Atténuation de l'effet de serre. <https://foret.ign.fr/themes/attenuation-effet-de-serre>

Mg) doit être prise en compte quand on considère un export supplémentaire de matière organique. Laisser les feuillages au sol peut limiter le problème d'appauvrissement des sols face aux exportations des rémanents, mais ceci est difficilement réalisable en pratique dans certaines situations. Par ailleurs, la récolte des rémanents peut conduire à un tassement du sol (complémentaire à celui occasionné par les engins conventionnels de récolte) dont l'ampleur est toutefois très variable en fonction du type de sol, de son humidité et de la nature de la récolte.

Sur la santé humaine et les nuisances, la combustion de biomasse solide entraîne une pollution accrue de l'air ambiant, a fortiori dans un espace clos comme une habitation. Ce n'est cependant pas le cas pour un foyer fermé.

Mesures ERC

Réduire

- Mettre en œuvre la hiérarchisation des usages de la biomasse énergie prévue par la PPE<sup>81</sup> ;
- Transposer la directive RED 3 pour la biomasse forestière (respect des critères de durabilité et de GES) concernant l'usage en cascade ;
- Mise en œuvre du règlement sur la déforestation et la dégradation des forêts (RDUE) ;
- Mettre en œuvre la Stratégie National sur la Biodiversité (SNB) et les plans qui en découlent (PASF, PNA vieilles forêts) ;
- Mise en œuvre du plan de renouvellement forestier, qui vise à adapter les forêts au changement climatique ;
- Application de la loi de juillet 2023 visant à renforcer la prévention et la lutte contre l'intensification du risque incendie ;
- Actualiser les SRGS, DRA et SRA en fonction des enjeux environnementaux. De plus, continuer le développement des Annexes Vertes des SRGS afin de cadrer la gestion forestière pour favoriser le respect de la biodiversité.

Pompes à chaleur (PAC)

La PPE prévoit l'augmentation du nombre de PAC aérothermiques installées en accélérant le rythme actuel de déploiement. Le nombre de PAC géothermiques installées devrait également augmenter mais de façon moins importante.

| Climat et énergie, Risques naturels et technologiques |                                                                                     |                |              |           |             |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|-------------|
|                                                       | Effets notables probables                                                           |                | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact PPE                                            |  | Positif limité | Indirect     | Permanent | Court terme |

81 Tableau page 88 du PNIEC Français transmis à la commission européenne en juillet 2024  
[https://commission.europa.eu/publications/france-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024\\_en](https://commission.europa.eu/publications/france-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024_en)

La PPE projette le développement des PAC. La pompe à chaleur génère environ 3 kWh de chaleur pour 1 kWh d'électricité consommée<sup>82</sup>. Elle permet donc de réduire l'énergie finale consommée. L'ampleur de leur intérêt environnemental dépend du mode de chauffage qu'elles remplacent. Dans l'hypothèse où elles remplacent des énergies fossiles, elles participent à la réduction des émissions de GES et de polluants atmosphériques. Lorsqu'elles remplacent du chauffage électrique à effet Joule, elles permettent de réduire la consommation et la pointe électrique en hiver. A moyen et long terme, l'utilisation des PAC permettra de produire du froid renouvelable en été, dans un contexte d'augmentation des températures. D'après RTE<sup>83</sup>, la consommation de climatisation devrait passer de 6 TWh en 2021 à 14 TWh en 2050, mais les consommations d'électricité baisseront dans l'ensemble avec l'efficacité énergétique l'hiver (environ 150 TWh d'électricité économisés hors électrification et autres effets). Lorsqu'on isole uniquement l'effet du changement climatique, RTE estime que la hausse des températures l'hiver fera plus que compenser la hausse de la consommation de climatisation l'été (-7 TWh contre +6 TWh liés au changement climatique).

En revanche, les fluides frigorigènes utilisés ont un potentiel de réchauffement climatique très important. Il est donc primordial d'éviter toute fuite de ces liquides. A cette fin, il est prévu que toutes les installations de plus de 12 kW soient régulièrement inspectées<sup>84</sup>. L'impact climatique des pompes à chaleur baissera toutefois avec l'application du règlement F-gaz<sup>85</sup>. Par ailleurs, les pompes à chaleur en fonctionnement peuvent produire un léger bruit. Cet élément doit être pris en compte dans le cadre de l'installation de ces équipements qui sont soumis à la même réglementation que les chaudières classiques<sup>86</sup>.

Les PAC ne comportent aucun risque, et quand elles se substituent à une production de chaleur thermique, elles réduisent les risques technologiques par la baisse de ces productions.

| Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Biodiversité et habitats naturels, Patrimoine architectural, culturel et archéologique |                                                                                     |              |       |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------|---------|
|                                                                                                                                                    | Effets notables probables                                                           | Type d'effet | Durée | Horizon |
| Impact PPE                                                                                                                                         |  | Neutre       |       |         |

La majorité des PAC installées sont des modèles aérothermiques prélevant la chaleur dans l'air ambiant ou des PAC géothermiques de surface (moins d'un mètre de profondeur). Certaines PAC sont dotées de sondes géothermiques verticales (SGV) qui peuvent dans des cas rares avoir un impact sur le sol si elles prélèvent trop de chaleur en sous-sol. Cette altération du gradient thermique peut avoir un impact sur la biodiversité. Ces installations n'ont pas d'impact sur la ressource en eau. Des recherches sont en cours pour documenter les impacts liés à la multiplication des forages de faible

82 Les PAC, en utilisant un apport calorifique/frigorifique extérieur, affichent des rendements supérieurs à 1. C'est à dire que leur efficacité est supérieure à l'énergie qui leur est apportée. Dans cette perspective, tout ce qui dépasse le facteur de rendement 1, est considéré renouvelable. Une PAC sera 100 % renouvelable dès lors que l'énergie qu'elle consomme est également d'origine renouvelable

83 RTE (2021). Futurs énergétiques 2050. <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques> – Chapitre 3, La consommation

84 Décret n°2010-349 du 31 mars 2010 relatif à l'inspection des systèmes de climatisation et des pompes à chaleur réversibles

85 Règlement (UE) 2024/573 relatif aux gaz à effet de serre fluorés

86 Réglementation éco-conception issue de la directive UE 813-2013

profondeur. Afin de prévenir ces risques, la législation prévoit que les forages soient soumis à l'avis d'un expert ou à autorisation lorsqu'ils se situent dans des zones sensibles<sup>87</sup>.

### Mesures ERC

#### Réduire

- Éviter toute fuite des fluides frigorigènes utilisés, car ils ont un potentiel de réchauffement climatique très important. A cette fin, il est prévu que toutes les installations de plus de 12 kW soient régulièrement inspectées ;
- Prendre en compte le bruit produit par les pompes à chaleur en fonctionnement dans le cadre de l'installation de ces équipements qui sont soumis à la même réglementation que les chaudières classiques.

### Géothermie profonde

La PPE prévoit l'augmentation de l'exploitation de l'énergie géothermique.

| Climat et énergie |                                                                                     |                |              |           |             |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|-------------|
|                   | Effets notables probables                                                           |                | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact PPE        |  | Positif limité | Indirect     | Permanent | Court terme |

Le fonctionnement des installations géothermiques ne provoque pas de rejet de GES et permet de se substituer aux énergies fossiles notamment pour la production de chaleur. Son développement permet donc de réduire les émissions globales de GES ainsi que la dépendance de la France aux importations de combustible fossile. La mise en place du puits géothermal est à l'origine de l'essentiel des rejets de GES associés à la filière. Ces rejets sont dus à l'utilisation de ressources fossiles pour alimenter les foreuses, ainsi qu'au transport routier nécessaire pour évacuer les boues de forage<sup>88</sup>. A ce stade, ils sont comparables aux émissions liées à l'installation d'un forage fossile.

| Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Ressources épuisables hors énergie fossile et déchets, Biodiversité et habitats naturels, Risques naturels et technologiques, Santé humaine et pollutions, Patrimoine architectural, culturel et archéologique |                                                                                     |        |              |       |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-------|---------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                            | Effets notables probables                                                           |        | Type d'effet | Durée | Horizon |
| Impact PPE                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Neutre |              |       |         |

La phase d'essai peut donner lieu au rejet de polluants atmosphériques (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>).

Le forage de puits géothermiques comporte le risque de mettre en relation différents aquifères. Afin d'éviter des risques pour les masses d'eau souterraines, les sols et les sous-sols, le développement de

<sup>87</sup> Le décret n°2015-15 du 8 janvier 2015 permet de procéder à des forages de faible profondeur en étant soumis qu'à simple déclaration lorsque la zone n'a pas été répertoriée comme sensible du point de vue de son sous-sol

<sup>88</sup> Pratiwi, A., Ravier, G. & Genter A. (2018). Life-cycle climate-change impact assessment of enhanced geothermal system plants in the Upper Rhine Valley (Volume 75). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375650517302912>

nouveaux projets de géothermie est encadré par les règles et autorisations applicables aux forages<sup>89</sup> et par les recommandations présentes dans les SDAGE.

Le prélèvement trop intensif de chaleur depuis le sous-sol peut entraîner le tarissement de la ressource thermique. Afin d'anticiper sur l'épuisement des gisements, des possibilités de réinjecter de la chaleur dans les puits sont étudiées. Comme pour les PAC, il est en effet envisageable d'utiliser les stations géothermiques pour créer du froid en inversant leur fonctionnement.

La réalisation d'un forage de géothermie nécessite de grandes quantités d'acier de ciment et d'asphalte<sup>90</sup>. La multiplication des forages aura donc un impact sur la demande de matériaux qui est cependant rentabilisée sur une période d'exploitation d'une trentaine d'année. Lors de l'exploitation, certaines matières peuvent remonter dans le puits et ensuite être valorisées. Il peut s'agir de ressources telles que le lithium dont l'approvisionnement est généralement assuré par le biais des importations.

S'agissant des risques, le développement de nouveaux projets de géothermie peut avoir des impacts sismiques localisés. La phase d'essai peut donner lieu au rejet de polluants atmosphériques (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>). En outre, l'exploitation peut donner lieu à des remontées de matériaux radioactifs. Ces risques sont cependant marginaux et pris en compte par la réglementation applicable aux forages d'hydrocarbures<sup>91</sup> dans le cadre de l'autorisation préfectorale.

### Solaire thermique

La PPE va augmenter la production de chaleur grâce à du solaire thermique.

| Climat et énergie, Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Biodiversité et habitats naturels, Risques naturels et technologiques, Patrimoine architectural, culturel et archéologique |                                                                                     |                |              |           |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|------------|
|                                                                                                                                                                                                           | Effets notables probables                                                           |                | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact PPE                                                                                                                                                                                                |  | Positif limité | Indirect     | Permanent | Long terme |

La production de chaleur à l'aide de l'énergie solaire ne rejette pas de GES ni de polluants atmosphériques et participe de la réduction des émissions de GES dans la mesure où elle permet de réduire le recours aux énergies fossiles.

L'installation de panneaux solaires thermiques sur bâtiment peut avoir une incidence sur le patrimoine bâti. Cet impact dépend du contexte urbain dans lequel s'inscrit le développement des dispositifs installés. Le solaire thermique n'a pas d'impact sur les paysages (ni sur l'utilisation des sols, et les enjeux biodiversité qui y sont attachés) car il est installé uniquement sur toiture.

| Ressources épuisables hors énergie fossile et déchets |                           |  |              |         |
|-------------------------------------------------------|---------------------------|--|--------------|---------|
|                                                       | Effets notables probables |  | Type d'effet | Horizon |

<sup>89</sup> Article L. 112-1 du Code minier

<sup>90</sup> Pratiwi, A., Ravier, G. & Genter A. (2018). Life-cycle climate-change impact assessment of enhanced geothermal system plants in the Upper Rhine Valley (Volume 75). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375650517302912>

<sup>91</sup> Décret n°2006-649 du 2 juin 2006



|            |                                                                                   |                |        |           |            |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|-----------|------------|
| Impact PPE |  | Négatif limité | Direct | Permanent | Long terme |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|-----------|------------|

Le développement de la filière solaire thermique implique l'utilisation de matériaux pour la construction des panneaux, bien qu'ils ne nécessitent pas de ressources rares. Il est donc nécessaire d'anticiper dès à présent le recyclage des panneaux afin de permettre la réutilisation de ces ressources.

### La chaleur de récupération

Les sources de chaleur de récupération, ou chaleur fatale, sont très diversifiées. Il peut s'agir de chaleur contenue dans les fumées de fours, de chaleur émanant de matériels fabriqués et en cours de refroidissement, etc. Sont donc concernés :

- Les sites de production industrielle ;
- Les bâtiments tertiaires d'autant plus émetteurs de chaleur qu'ils en sont fortement consommateurs (comme les hôpitaux) ;
- Les datacenters ;
- Les unités de valorisation énergétique des déchets (sous l'angle de leur partie non renouvelable) ;
- Les unités d'incinération des déchets autres que ménagers.

La valorisation de cette chaleur de récupération peut ensuite se faire sur le site lui-même pour ses besoins propres (séchage, préchauffage, chauffage des locaux...), pour répondre à des besoins de chaleur d'entreprises situées à proximité (réseau entre deux entreprises) ou pour des besoins de chaleur d'un territoire (réseau de chaleur urbain) ou enfin pour la production d'électricité.

La programmation pluriannuelle de l'énergie fixe des objectifs de développement de la chaleur renouvelable et de récupération dans les réseaux de chaleur et de froid.

| Climat et énergie, Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Biodiversité et habitats naturels, Santé humaine et pollutions, Patrimoine architectural, culturel et archéologique |                                                                                     |                |              |           |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|-------------|
|                                                                                                                                                                                                    | Effets notables probables                                                           |                | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact PPE                                                                                                                                                                                         |  | Positif limité | Indirect     | Permanent | Court terme |

Le processus de captation et de transport de la chaleur fatale favorise son exploitation sous forme thermique, alors qu'elle aurait été perdue autrement. Dans un contexte de limitation progressive du recours aux ressources fossiles et de diminution des émissions de CO<sub>2</sub>, la récupération et la valorisation de l'énergie fatale gaspillée dans certains processus constitue un objectif essentiel pour une utilisation plus rationnelle de l'énergie, conformément aux objectifs de la transition énergétique.

L'évitement des émissions de GES et de polluants atmosphériques liées à la combustion de ressources fossiles participera à l'atténuation du changement climatique et permettra d'améliorer l'état des divers milieux impactés par cette pollution. L'amélioration des milieux physiques (sols et sous-sols, milieux aquatiques, qualité de l'air) aura un impact sur les milieux naturels (biodiversité et habitats naturels) et humains (santé humaine, paysage et patrimoine).

#### 4.1.2.2. La valorisation énergétique des déchets

La valorisation énergétique des déchets constitue également un important potentiel de décarbonation de la chaleur. En éliminant la part non stockable et non recyclable des déchets, les centres d'incinération dégagent de la chaleur qui peut être captée et valorisée, en particulier via les réseaux urbains de chaleur.

| Climat et énergie, Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Ressources épuisables hors énergie fossile et déchets, Biodiversité et habitats naturels, Santé humaine et pollutions, Patrimoine architectural, culturel et archéologique |                                                                                   |                |              |           |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|-------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                           | Effets notables probables                                                         |                | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact PPE                                                                                                                                                                                                                                                |  | Positif limité | Indirect     | Permanent | Court terme |

La valorisation énergétique des déchets se substituera à l'utilisation de combustible fossile pour produire de l'énergie. Incinérer des déchets dans une ICPE permettra alors de réduire les émissions de GES liées à la gestion de la fin de vie de ces déchets, notamment les émissions de stockage et celles émises en cas de valorisation non maîtrisée et en substituant des énergies fossiles. La valorisation des lisiers permettra également de réduire les émissions de méthane à l'épandage.

La combustion des déchets génère des émissions de polluants atmosphériques (oxydes d'azote, dioxines, poussières, etc.) qui doivent être maîtrisées pour des raisons de santé. La réglementation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) encadrant ces émissions a permis de les diminuer. Cela permet aussi de réduire les impacts environnementaux liés à l'élimination des déchets, qui peuvent avoir été souillés au cours de leur vie. C'est pourquoi ils doivent être valorisés dans des installations ICPE apportant les garanties nécessaires.

La valorisation croissante des déchets permet de réduire les pressions sur l'approvisionnement en combustible à partir du moment où la valorisation énergétique des déchets est réalisée sur les déchets n'ayant pas pu être évités et non recyclables. L'incinération des déchets permet de libérer de la place et d'éviter le développement d'installations de stockage de déchets non dangereux qui auraient un impact sur les paysages et généreraient un risque sur la qualité des eaux par ruissellement. Une attention particulière doit être apportée lors de la valorisation des cendres concentrant les polluants récupérés à l'occasion de la combustion, afin d'éviter toute pollution des sols et sous-sols.

#### 4.1.2.3. Les carburants liquides

##### Les produits pétroliers

La PPE prévoit la baisse de l'utilisation des produits pétroliers. Les impacts de cette orientation sont traités dans la partie 3.1.1.

##### Les biocarburants

La PPE limite la consommation des biocarburants de première génération, dont la production est en concurrence avec les cultures destinées à l'alimentation, au niveau plafond prévu par les textes européens (directive européenne relative à la promotion de l'énergie renouvelable dite RED 2 (2018/2001), récemment révisée (2023/2414) ou RED 3), soit 7 % du volume de carburants. La PPE prévoit en outre de développer les biocarburants avancés, qui ne sont pas en concurrence avec

l'alimentation ou s'intègrent dans la gestion forestière durable, limitant ainsi les impacts de la filière des biocarburants sur l'environnement.

La directive énergie renouvelable RED 3 (UE 2023/2414) fixe un objectif de réduction de l'intensité carbone de l'énergie des transports en 2030 de 14.5%, à partir d'énergie renouvelable. Les sous composantes de l'atteinte de cet objectif sont :

- la réduction portée par l'électricité,
- la réduction portée par l'hydrogène,
- la réduction portée par les biocarburants liquides et gazeux.

La consommation d'électricité et d'hydrogène, et donc la réduction que ces vecteurs énergétiques permettent d'atteindre, peut être considérée comme une donnée d'entrée permettant de déterminer le reste à faire par les biocarburants.

Les critères pris en compte pour déterminer l'énergie correspondante sont :

- Pour l'électricité : la quantité d'électricité consommée par le secteur et la part moyenne d'énergies renouvelables dans le mix électrique des deux années précédant l'année considérée (en l'occurrence 2028-2029) ;
- Pour l'hydrogène : la quantité d'hydrogène renouvelable consommé par le secteur et la moyenne de réduction d'émission d'une unité d'énergie d'hydrogène.

L'objectif de 14.5% moins la somme de ces deux pôles de réduction permet de déduire le volume de baisse des émissions qui doit être atteint par le développement des biocarburants. Le volume de biocarburant nécessaire est ensuite estimé à partir d'hypothèse de moyenne de réduction d'émission d'une unité d'énergie de biocarburant.

Les objectifs ainsi définis constituent des cibles ambitieuses pour les filières. Il en résulte que chaque vecteur énergétique (électricité, hydrogène et biocarburant) est destiné, à terme, aux usages pour lesquels il est le plus adapté.

| Climat et énergie |                                                                                                                                                                            |                                        |              |           |            |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------|-----------|------------|
|                   | Effets notables probables                                                                                                                                                  |                                        | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact PPE        |  ou  | Positif limité<br>ou négatif<br>limité | Direct       | Permanent | Long terme |

En fonction des conditions de production des biocarburants, l'impact peut être positif limité ou négatif limité. L'impact des biocarburants vis-à-vis du climat est considéré comme neutre. La substitution des carburants fossiles par les biocarburants issus de la biomasse permettra une réduction significative des émissions de GES dans la mesure où le dioxyde de carbone dégagé lors de leur combustion est compensé par celui absorbé durant la croissance des végétaux. De plus, pour être pris en compte dans l'atteinte des objectifs européens fixés par la directive européenne RED

transposée au niveau national, les biocarburants doivent répondre à deux types de critères de durabilité :

- Les critères quantitatifs : les biocarburants et les bioliquides doivent permettre une réduction des émissions de gaz à effet de serre (du puits à la roue) de :
  - Au moins 50 % si les unités de production étaient en service le 5 octobre 2015 ou avant ;
  - Au moins 60 % si les unités mises ont été mises en service après le 5 octobre 2015 ;
  - Au moins 65 % pour les biocarburants, le biogaz consommé dans le secteur des transports et les bioliquides produits dans des installations mises en service à partir du 1er janvier 2021 ;
  - A moins 70 % pour la production d'électricité, de chaleur et de froid à partir de combustibles issus de la biomasse utilisés dans des installations mises en service du 1er janvier 2021 au 31 décembre 2025 et d'au moins 80 % pour les installations mises en service à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2026.
- Les critères qualitatifs : les biocarburants et les bioliquides ne doivent pas être produits à partir de terres riches en biodiversité et de terres présentant un important stock de carbone ou de tourbières.

L'objectif de réduction de -14,5 % des émissions de GES dans le secteur des transports, fixé par la directive énergie renouvelable RED 3 (UE 2023/2414) qui sera transposée au niveau national vise à promouvoir les biocarburants présentant le meilleur bilan climatique et environnemental. Cependant, bien que l'incorporation de biocarburants soit bénéfique pour le climat, avec 9,96 MtCO<sub>2</sub>e évitées grâce aux biocarburants durables incorporés en France en 2023, dont plus de la moitié grâce au colza (5,19 MtCO<sub>2</sub>e évitées)<sup>92</sup>, cet effet est limité et dépend grandement des conditions de production des biocarburants.

| Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Biodiversité et habitats naturels |                                                                                     |                |              |           |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|------------|
|                                                                                               | Effets notables probables                                                           |                | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact PPE                                                                                    |  | Négatif limité | Direct       | Permanent | Long terme |

L'impact des biocarburants sur l'environnement est globalement défavorable. Néanmoins la réglementation européenne relative aux énergies renouvelables (RED 2 et RED 3) transposée au niveau national encadre la production et l'utilisation des biocarburants permettant de limiter et réduire leurs effets néfastes sur l'environnement. Il convient par ailleurs de discriminer les différents

92 CarbuRe (2024). Panorama des biocarburants durables incorporés en France 2023.  
<https://metabase.carbure.beta.gouv.fr/public/dashboard/7850c353-c225-4b51-9181-6e45f59ea3ba?annee=2023>

types de biocarburants vis-à-vis des impacts environnementaux qu'ils peuvent susciter (cf ci-dessous). Il convient enfin de rappeler que les émissions liées aux exportations de biocarburants (et plus généralement de combustibles) depuis l'hexagone vers une zone non-interconnectée sont comptabilisées comme si elles avaient lieu en hexagone.

- Biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération (1G)

Les biocarburants 1G, issus de cultures agricoles annuelles, sont principalement décriés pour la concurrence d'usage des terres entre les secteurs de l'alimentation et de l'énergie. En limitant l'usage des biocarburants 1G à 7 % maximum de l'énergie utilisée dans le secteur des transports, la directive européenne RED permet de réduire cette concurrence. Cette concurrence d'usage des terres reste très limitée en France, la surface agricole utile (SAU) dédiée à la production de biocarburants s'élève d'après les données de FranceAgriMer à hauteur de 2,2 % en 2022. A noter par ailleurs que les filières de biocarburants 1G contribuent à la souveraineté alimentaire par la co-production de ressources destinées à l'alimentation du bétail (tourteaux de colza en particulier) réduisant ainsi les importations de soja.

L'utilisation de cultures annuelles pour la production de biocarburants 1G engendrent des impacts environnementaux plus ou moins marqués en fonction des cultures considérées et des pratiques culturales mises en place. Néanmoins ces impacts sur les cycles du carbone, de l'azote, de l'eau et de la biodiversité sont similaires voire identiques à ceux issus de la production de cultures à des fins alimentaires. Plusieurs dispositifs existent pour limiter ces impacts tels que la directive européenne 91/676/CEE dite « Nitrates » qui a pour objectif de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole. En France, elle se traduit par la définition de territoires (les zones vulnérables), où sont imposées un programme d'actions qui prévoit des pratiques agricoles particulières, notamment sur les pratiques de fertilisation et les conduites culturales (raisonnement de la fertilisation, couverture des sols) pour limiter les risques de pollution. Ces zones vulnérables et ce programme d'action font régulièrement l'objet d'actualisations.

Les biocarburants 1G présentent également un risque plus ou moins marqué de pression sur les terres via le changement d'affectation des sols (CAS) direct (CASd) ou indirect (CASI) entraînant par la suite des effets négatifs sur les sols, la ressource en eau et sa qualité et la biodiversité. Pour réduire ces risques de CASd ou CASi, les biocarburants consommés en Europe, sont plafonnés à hauteur de 7 % et doivent se conformer aux critères de durabilité définis dans la directive. L'Europe vise à limiter progressivement jusqu'à interdire en 2030, les biocarburants 1G issus de cultures présentant le plus grand risque de CAS. L'entrée en vigueur prochaine du règlement européen contre la déforestation importée (RDUE) devrait apporter une sécurité supplémentaire contre l'usage de biocarburants à haut risque CAS.

- Les biocarburants hors première génération

Les biocarburants hors première génération, issus de résidus ou de déchets agricoles, agroalimentaires, industriels et forestiers, ou de cultures n'entrant pas en concurrence avec le secteur alimentaire présentent un bilan environnemental global plus favorable. La directive européenne RED

établit dans son annexe IX la liste des matières premières pouvant intégrer la production de biocarburants hors première génération avancés (partie A) et intermédiaire (partie B)

Concernant les résidus de cultures, tels que les pailles, mobilisés à des fins de production de biocarburants, il convient de veiller à ne pas exporter massivement ces derniers pour ne pas engendrer d'impacts négatifs marqués sur la qualité et la richesse biologique des sols et le cycle de l'eau. La directive RED prévoit dans ce sens que le respect des critères de durabilité vise notamment à vérifier que la récolte des déchets et des résidus agricoles n'a pas d'incidence négative sur la qualité des sols et sur le stock de carbone de ces derniers (article 21 point 5 et 6 du règlement d'exécution (UE) 2022/996). Le taux d'exportation représente une variable d'ajustement importante qui doit être étudiée plus en détails en tenant compte des différentes cultures et conditions pédoclimatiques. Des évaluations locales sont nécessaires pour déterminer un taux d'exportation maximal des pailles qui reste acceptable pour le maintien ou la restauration de la qualité du sol.

Les impacts environnementaux liés à la production de cultures pérennes (miscanthus et switchgrass) dédiées à la production de biocarburants hors première génération sont globalement favorables. Ces cultures ont une probabilité moins importante de rentrer en concurrence avec la production alimentaire, sous réserve que les terres consacrées à la production de ces ressources soient impropres à d'autres cultures, et présentent de nombreux avantages environnementaux du fait de leur capacité à stocker du carbone dans les sols et leurs faibles besoins en intrants, limitant les risques lixiviation de nitrates et d'émissions azotées, participant ainsi à l'amélioration de la qualité de l'eau. Un point d'attention concerne les besoins en eau de ces cultures qui pourraient, dans certains contextes pédoclimatiques et à grande échelle, diminuer la recharge des nappes souterraines. Des effets positifs sur la biodiversité ont également été observés lorsque des cultures énergétiques pérennes sont implantées sur des sols dégradés ou abandonnés, et cultivées avec peu d'intrants ce qui n'est pas le cas lorsqu'elles sont implantées dans des zones sensibles à forte valeur environnementale. Une fois de plus, le respect des critères de durabilité définis dans la directive européenne RED permet de limiter ces effets négatifs.

L'enjeu actuel est donc de développer la production de biocarburants hors première génération « avancés » issus principalement des coproduits, résidus et déchets n'étant pas en concurrence avec l'alimentation ou s'intégrant dans la gestion durable forestière.

Si l'électrification du parc automobile aura un rôle prépondérant et reste la priorité du gouvernement pour atteindre l'objectif de 14,5 % de réduction de l'intensité carbone de l'énergie des transports à horizon 2030 fixé par la révision de la RED 3 adoptée en octobre 2023, les biocarburants devront également contribuer à l'atteinte de cet objectif, notamment pour les secteurs difficiles à décarboner comme les usages non routiers, ou encore l'aérien ou le maritime qui ne peuvent utiliser de biocarburants 1G pour l'atteinte de leurs objectifs de réduction de GES. Enfin, pour limiter les impacts environnementaux, des expertises sont requises par des « cellules biomasse » régionales, rassemblant les services de l'Etat en région (DREAL, DRAAF, DREETS) et de l'ADEME pour étudier la viabilité du plan d'approvisionnement de projets de production de biocarburants candidats à des dispositifs

d'aide publics, c'est-à-dire sa cohérence avec la capacité estimée des écosystèmes agricoles et forestiers à fournir la biomasse correspondante, y compris en projection.

Mesures ERC

Réduire

- Transposer la directive RED 3 au niveau national pour le volet biocarburants et veiller au respect des dispositions déjà existantes pour RED 2 et des nouvelles pour RED 3 ;
- Mettre en œuvre la hiérarchisation des usages de la biomasse énergie prévue par la PPE<sup>93</sup> ;
- Privilégier le développement des biocarburants hors première génération en particulier pour les secteurs aériens et maritimes qui ne pourront se décarboner via l'utilisation de biocarburants 1G ;
- Mettre en place des mesures pour inciter à la récolte raisonnée des résidus de culture à des fins énergétiques ;
- Systématiser l'étude de la viabilité du plan d'approvisionnement de chaque projet de production de biocarburants demandeurs d'aides publiques, notamment sa cohérence avec la capacité estimée des écosystèmes agricoles et forestiers à fournir la biomasse correspondante, y compris en projection ;
- Renforcer l'expertise des cellules biomasse sur les ressources agricoles (et la disponibilité de données actuelles et projetées).

4.1.2.4. Le gaz

Le gaz naturel

La PPE prévoit une baisse de la consommation de gaz naturel. Les impacts de cette orientation sont traités dans la partie 3.1.1.

| Climat et énergie, Risques naturels et technologiques, Santé humaine et pollutions |                                                                                     |                |              |           |            |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|------------|
|                                                                                    | Effets notables probables                                                           |                | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact PPE                                                                         |  | Positif limité | Direct       | Permanent | Long terme |

L'utilisation de gaz naturel entraîne des émissions de polluants atmosphériques et de GES<sup>94</sup>. Étant composé à 95 % de méthane, son relâchement accidentel dans l'air constitue un risque pour l'accroissement du changement climatique. La réduction de sa consommation réduira donc les émissions de GES.

Mesures ERC

Réduire

93 Tableau page 88 du PNIEC Français transmis à la commission européenne en juillet 2024  
[https://commission.europa.eu/publications/france-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024\\_en](https://commission.europa.eu/publications/france-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024_en)  
94 Citepa (2024). Rapport Secten. [https://ressources.citepa.org/Comm\\_Divers/Secten/Citepa\\_Secten%202024.pdf](https://ressources.citepa.org/Comm_Divers/Secten/Citepa_Secten%202024.pdf)



- Réduire les émissions de méthane dans le secteur de l'énergie.

### Le gaz renouvelable

La production de biogaz par méthanisation, fortement soutenue par l'Etat, a connu un essor considérable au cours des 10 dernières années. En effet, le nombre d'installations de production de biogaz par méthanisation a plus que doublé depuis fin 2017, et au 31 mars 2024, 1 749 installations produisent du biogaz, dont 674 installations le valorisant par injection de biométhane dans les réseaux de gaz naturel et 1 075 par production d'électricité et de chaleur par cogénération. La ressource en intrants méthanisables reste cependant limitée et recoupe parfois certains gisements utilisables pour la production d'autres bioénergies (ex : résidus de cultures utilisables en méthanisation mais aussi pour la production de biocarburants 2G), et il faudra également suivre la hiérarchisation des usages prévue par la PPE.

La production de biogaz injecté dans les réseaux de gaz naturel, soutenue à ce jour exclusivement par contrat d'obligation d'achat à tarif réglementé, a atteint 7 TWh en 2022 et 9,1 TWh en 2023, dépassant ainsi l'objectif de la PPE 2 fixé à 6 TWh en 2023.

L'objectif pour 2030 est rehaussé dans la PPE 3, à hauteur de 50 TWh de biogaz donc 44 TWh sous la forme de biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel. L'atteinte de ce niveau de production sera permise par l'entrée en vigueur en 2026 du dispositif de certificats de production de biogaz (CPB), dispositif extra-budgétaire qui sera un relais de croissance important de la production de biogaz par méthanisation.

| Climat et énergie, Sols et sous-sols, Ressources épuisables hors énergie fossile et déchets, Biodiversité et habitats naturels |                                                                                                                                                                            |                                  |              |           |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------|-----------|------------|
|                                                                                                                                | Effets notables probables                                                                                                                                                  |                                  | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact PPE                                                                                                                     |  ou  | Positif limité ou négatif limité | Direct       | Permanent | Long terme |

En fonction des conditions de production du gaz renouvelable, l'impact peut être positif limité ou négatif limité. La méthanisation est une technologie efficace pour l'atténuation des émissions de GES, d'une part en permettant une substitution d'énergie fossile (le gaz naturel) par une énergie renouvelable (le biométhane) produire à partir de biomasse, et d'autre part en permettant une meilleure gestion des effluents d'élevage et de la fertilisation des cultures.

Différentes sources de biomasse peuvent être techniquement utilisées pour la production de biogaz, mais elles ne sont pas toutes équivalentes en termes d'impacts environnementaux et de réduction des émissions de GES.

La filière méthanisation se développe actuellement autour des Cultures IntermédiaIRES à Vocation Energétique (CIVE). Bien que la majeure partie de la biomasse aérienne des CIVE soit exportée de la parcelle pour la méthanisation, l'introduction des CIVE présente un intérêt pour les stocks de

carbone du sol, du fait de rendements en biomasse élevés et donc de retours au sol de carbone aérien et racinaire. L'introduction des CIVE semble également avoir un effet positif sur la gestion de l'azote, au moins par rapport à une situation en sol nu. Les CIVE réduisent le phénomène de lixiviation du nitrate et d'émission de  $N_2O$  en absorbant l'azote minéral disponible pendant l'interculture. Par rapport à une culture intermédiaire restituée, les CIVE réduisent la disponibilité en azote pour la culture suivante, mais permettent d'éviter l'asynchronie entre la minéralisation des résidus et l'absorption de l'azote par la culture suivante, via le retour au sol du digestat contenant de l'azote directement utilisable par les plantes. De plus, les CIVE présentent un intérêt certain dans la réduction du ruissellement et de l'érosion des sols.

Les CIVE ont des effets positifs sur la biodiversité, potentiellement similaires à ceux observés pour des cultures intermédiaires, avec cependant des questions concernant l'intensité de ces effets, du fait de l'export de la biomasse aérienne et de modes de conduite plus ou moins intensifs. Enfin, ces changements de système de culture sont encore récents et des recherches supplémentaires sont indispensables pour approfondir l'analyse des impacts éventuels des CIVE sur les cycles carbone-azote-eau et sur la biodiversité, ainsi que celle de la capacité d'adaptation de ces cultures aux différents contextes pédoclimatiques, dans le but d'affiner les conditions de durabilité de cette filière.

Les herbes de fauche issues des prairies représentent une source de biomasse utilisable en méthanisation, bien qu'actuellement utilisées uniquement pour l'alimentation animale. Les sols de prairies constituent des réservoirs de carbone importants, indispensables à maintenir pour l'atténuation du changement climatique. Dans des conditions de gestion adaptées, ces espaces permettraient de fournir de la biomasse pour la production de bioénergie tout en stockant du carbone. De plus, certaines prairies, incluant des légumineuses par exemple, ne nécessitent qu'une faible fertilisation azotée et ne présentent pas de risques significatifs de lixiviation de nitrate. Les besoins en eau des prairies temporaires sont relativement importants en période de croissance. Par contre, les prairies maintiennent et améliorent le caractère filtrant des sols. Enfin, elles participent à l'amélioration de la qualité de l'eau et à la réduction de l'érosion des sols. Leurs impacts positifs sur la biodiversité font consensus. Ces impacts sont maximisés si la prairie présente une grande diversité floristique. Les prairies représentent une grande diversité d'habitats, favorable à la faune sauvage, aux insectes et à la diversification de la flore. La gestion des récoltes apparaît comme un point clé pour la garantie des services écosystémiques fournis par les prairies.

Il existe à ce jour peu d'études à long terme concernant les effets du digestat sur la biodiversité des sols et les résultats obtenus sont variables. L'apport de digestat semble avoir des effets certains sur la structure des communautés microbiennes mais un effet variable sur leur activité. Les études sur la macrofaune du sol concernent uniquement les vers de terre et rapportent également des résultats variables. L'apport de digestat semble générer une augmentation de la mortalité à court terme, comme pour les effluents d'élevage chargés en ammonium, alors que certaines études montrent un effet bénéfique sur 2 à 3 ans des apports de digestat sur les populations de vers de terre.

S'agissant des déchets, le développement du gaz renouvelable dans le mix énergétique permet de réduire les déchets organiques éliminés dans les ISDND (décharges) ou les UIOM (incinérateurs) et les

impacts environnementaux associés. Il valorise une ressource qui ne l'était pas et permet donc d'économiser sur des ressources épuisables.

Il est important d'organiser la gestion de manière à éviter les possibles conflits d'usage sur la biomasse dans le cadre du développement de l'ensemble des filières énergétiques ayant recours à la biomasse (biogaz, biocarburants, bois-énergie, etc.), de manière à ce qu'elles ne concurrencent pas les usages alimentaires. En France, l'utilisation de cultures dites « principales » est limitée à un maximum de 15 % en tonnage de l'approvisionnement d'une installation de méthanisation. Le biogaz est donc essentiellement généré à partir de déchets, de résidus, et de cultures intermédiaires.

Enfin, les installations de production de biométhane doivent, au-delà d'une certaine taille, respecter les exigences de durabilité et de réductions des émissions de GES de la directive européenne RED 2.

| Ressources en eau et milieux aquatiques, Santé humaine et pollutions |                                                                                   |                |              |           |            |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|------------|
|                                                                      | Effets notables probables                                                         |                | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact PPE                                                           |  | Négatif limité | Direct       | Permanent | Long terme |

L'allongement de la période de culture des CIVE dans le but de maximiser les rendements risque d'engendrer une diminution des réserves en eau des sols pour les cultures suivantes et de limiter la recharge des nappes souterraines.

D'autres risques de pollution sont également à surveiller et à approfondir comme le risque de pollution des sols par des microplastiques potentiellement présents dans les digestats issus de biodéchets, ou bien encore la problématique de l'antibiorésistance générée par l'apport de digestats produits à partir d'effluents d'élevage ou de boues de STEP chargées en résidus d'antibiotiques.

La valorisation de déchets ou d'autres ressources en biomasse pour la production de biométhane est susceptible, dans quelques cas, d'entraîner des nuisances olfactives pour le voisinage. Le processus de méthanisation en lui-même ne génère pas d'odeurs, mais une gestion inappropriée du stockage et du transport des effluents peut être à l'origine de telles nuisances. Ces éventuelles incidences sont encadrées par la réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). La méthanisation des fumiers et lisiers permet de limiter les nuisances olfactives qui y sont attachées.

#### Mesures ERC

Les méthaniseurs sont des installations encadrées par la réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) du Code de l'environnement, cela signifie que les pressions sur l'environnement qu'ils génèrent sont surveillées pour qu'elles respectent des seuils socialement acceptables du point de vue de leur impact.

#### Réduire

- Mettre en œuvre la hiérarchisation des usages prévue par la PPE ;

- Favoriser la professionnalisation de la filière au moyen d'un plan de formation des porteurs de projets afin de limiter les nuisances et renforcer l'acceptabilité des projets ;
- Réduire le temps de stockage des effluents d'élevage afin d'éviter les rejets de GES<sup>95</sup> et privilégier le stockage des biodéchets dans des bâtiments fermés avec traitement d'air pour limiter les nuisances olfactives ;
- Installer des torchères afin de brûler les gaz relâchés en cas de surpression<sup>96</sup> ;
- Mettre en place des mesures pour inciter à la récolte raisonnée des résidus de culture à des fins énergétiques ;
- ~~Cibler des terres dédiées aux cultures ligno-cellulosiques ;~~
- Renforcer l'expertise des cellules biomasse sur les ressources agricoles (et la disponibilité de données actuelles et projetées).

## L'hydrogène

Chaque année, en France, environ 900 kilotonnes d'hydrogène sont produites ou coproduites<sup>97</sup> à partir de sources fossiles et alimentent principalement des activités de raffinage, de production d'engrais et le secteur de la chimie. Afin que l'hydrogène décarboné puisse contribuer à l'atteinte des objectifs de neutralité carbone, il est nécessaire de basculer la production d'hydrogène fossile substituable vers une production décarbonée.

D'après la Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France<sup>98</sup>, Les premiers projets liés à l'hydrogène dans les territoires s'amorcent dès 2018 grâce au Plan national de déploiement de l'hydrogène. Avec l'appel à projets « écosystèmes territoriaux » lancé en octobre 2020, ce sont 46 projets, représentant 35 écosystèmes dans les territoires métropolitains et outre-mer (voir ci-dessous) qui ont été sélectionnés pour un investissement de 1,2 Md€ et un montant d'aide cumulé d'environ 320 M€. Ces écosystèmes concernent majoritairement des projets de mobilité lourde.

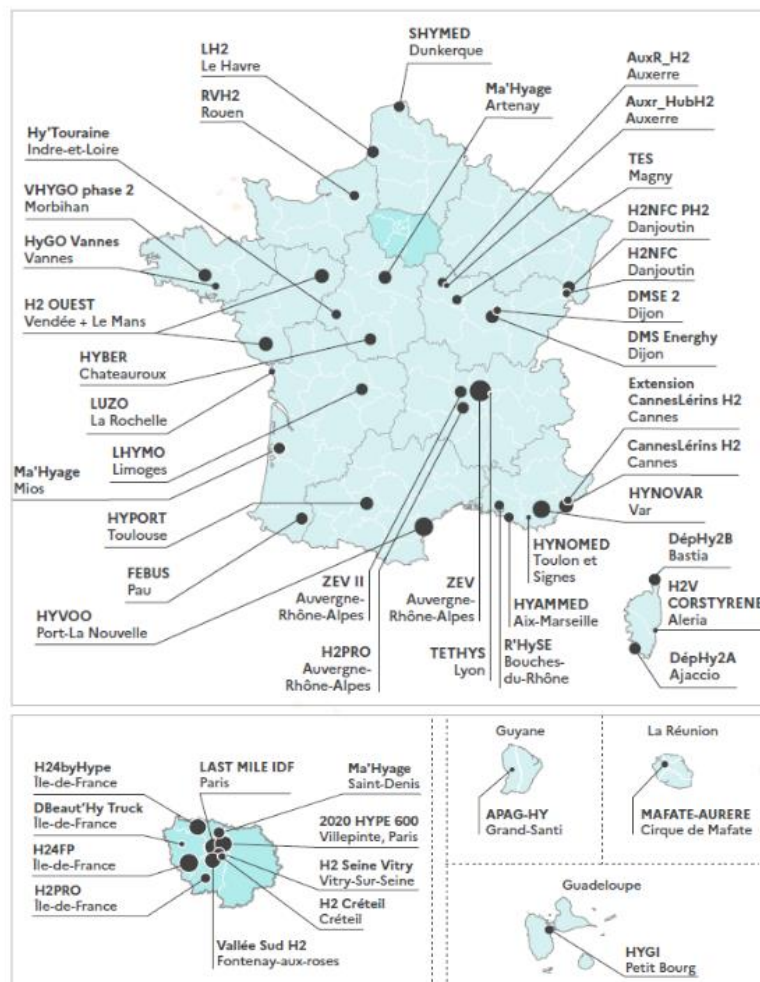
*Figure 55 : Projets de l'appel à projets « écosystèmes territoriaux » de 2023 (Gouvernement français)*

95 R. 2.1j et R. 2.2b- Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines

96 E3.1a - Absence de rejet dans le milieu naturel (air, eau, sol, sous-sol)

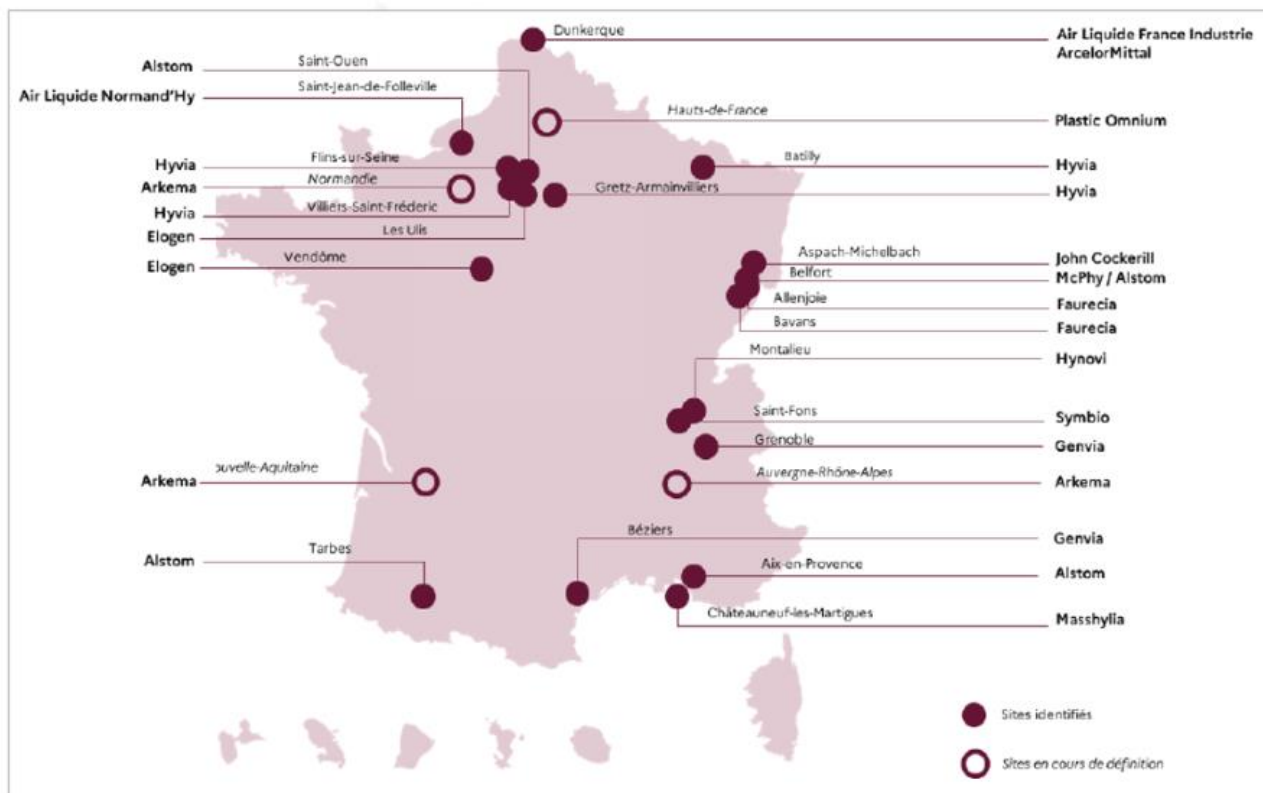
97 Y compris l'hydrogène coproduit défini au cinquième alinéa de l'article L811-1 du Code de l'énergie

98 Gouvernement français (2023). Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France.



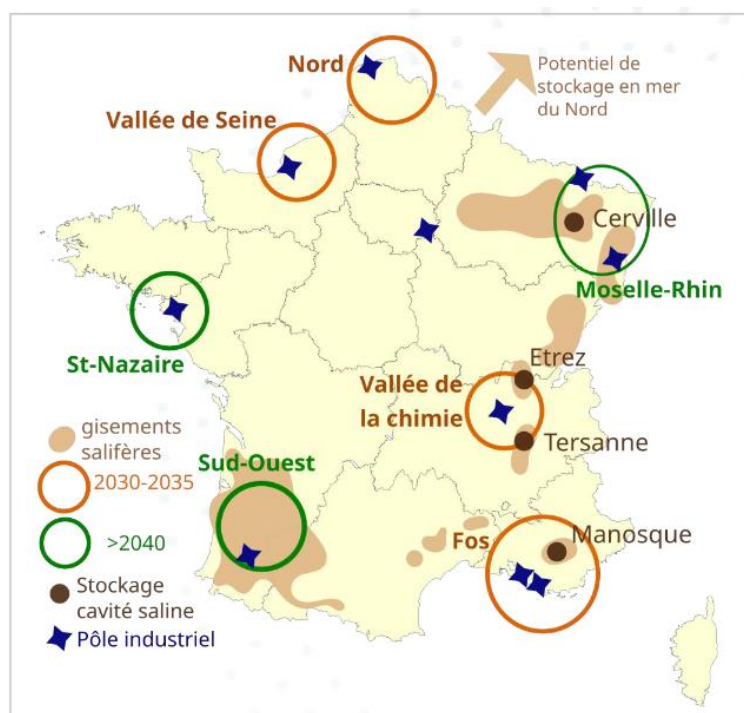
Le programme « projets importants d'intérêt européen commun » (PIIEC) dans son volet production d'hydrogène permettra également le déploiement sur notre territoire de 8 projets précurseurs de production massive d'hydrogène couvrant l'ensemble de ses usages industriels (chimie, ammoniac, acier, raffinage...). Des projets ont été sélectionnés qui permettront d'installer les premières briques de production d'hydrogène au sein des zones industrielles françaises à Fos-Sur-Mer, Dunkerque, Havre-Estuaire de la Seine, ou encore la « Vallée de la Chimie » à Lyon (voir ci-dessous), qui représentent des pôles de consommation majeurs d'hydrogène pour l'avenir.

Figure 56 : Projets concernés par le programme « projets importants d'intérêt européen commun » en 2023 (Gouvernement français)



La production d'hydrogène par électrolyse sur la base de l'électricité décarbonée disponible dans le réseau permet d'optimiser l'organisation territoriale de la production en fonction des usages (voir ci-dessous). Une priorité en matière de développement du réseau hydrogène est d'accélérer le déploiement des infrastructures au sein de hubs hydrogène, et leur connexion aux infrastructures de stockage, afin d'assurer au plus tôt la possibilité de décarbonation des zones industrielles. Le premier tracé envisagé pour ces premiers réseaux d'hydrogène sera achevé à l'horizon 2026, ainsi que les options réglementaires afférentes envisageables.

Figure 57 : Carte des principaux hubs hydrogène en France en 2023 (Gouvernement français)



| Climat et énergie |                                                                                     |                |              |           |                       |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|-----------------------|
|                   | Effets notables probables                                                           |                | Type d'effet | Durée     | Horizon               |
| Impact PPE        |  | Positif limité | Direct       | Permanent | Court et moyen termes |

L'hydrogène renouvelable et bas-carbone, produits à partir d'énergies d'origine non-fossiles, permettent d'éviter des émissions de gaz à effet de serre. Cependant, les équipements nécessaires tout au long de la chaîne de valeur, y compris ceux utilisés pour la production d'électricité décarbonée, doivent également être fabriqués à partir d'énergies d'origine non-fossiles.

| Ressources en eau et milieux aquatiques |                                                                                     |        |              |       |         |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-------|---------|
|                                         | Effets notables probables                                                           |        | Type d'effet | Durée | Horizon |
| Impact PPE                              |  | Neutre |              |       |         |

La production d'un kilogramme d'hydrogène nécessite environ 10 litres d'eau, ce qui est une quantité relativement limitée. Une production en bord de mer nécessite en outre de dessaler l'eau, ce qui réclame une quantité d'électricité supplémentaire et implique de gérer la saumure résultante après la désalinisation. Il convient dès lors de mettre en place, au niveau de chaque projet, une gestion de l'eau rigoureuse.

Bien que limité, l'effet peut être négatif ou positif selon les conditions locales. Pour les installations utilisant de l'eau de mer dessalée, il peut y avoir un effet bénéfique indirect, car cela laisse plus d'eau douce disponible dans les territoires immédiatement à proximité, mais il peut être également négatif si la saumure est rejetée en mer sans aucun plan de rejet, provoquant une zone de salinité élevée, impactant ainsi l'écosystème marin.



| Ressources épuisables hors énergie fossile et déchets, Risques naturels et technologiques |                                                                                   |                |              |           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|------------|
|                                                                                           | Effets notables probables                                                         |                | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact PPE                                                                                |  | Négatif limité | Direct       | Permanent | Long terme |

S'agissant des ressources minérales, les électrolyseurs et les piles à combustible de technologie PEM (de l'anglais « proton-exchange membrane ») requièrent l'utilisation de platine et d'iridium, tandis que les électrolyseurs alcalins sont consommateurs de nickel et de zirconium. À l'exception du zirconium, ces métaux sont identifiés comme stratégiques par la Commission européenne. Le recyclage apparaît donc comme important pour réduire les impacts environnementaux de l'extraction et limiter les risques pouvant exister sur l'approvisionnement en ces ressources (voir la partie 5.2.2 ci-après concernant l'impact détaillé des différentes ressources). Des efforts d'industrialisation des électrolyseurs haute température et des travaux de R&D sont également à favoriser pour réduire la quantité nécessaire de métaux critiques, ainsi que pour développer des nouvelles solutions ne nécessitant pas le recours à ces métaux.

L'hydrogène présente certaines caractéristiques qui induisent des risques spécifiques en matière de sécurité. L'hydrogène gazeux est très léger et a une diffusivité élevée. Ces caractéristiques se traduisent par des risques de fuites lorsqu'il est stocké dans des réservoirs ou circule dans des canalisations. La molécule a tendance à fragiliser les matériaux par des mécanismes de corrosion en raison de ses faibles dimensions atomiques et de sa forte réactivité. Elle favorise notamment la fissuration des aciers et provoquer des fuites, voire des ruptures franches d'équipements. Ses larges plages d'inflammabilité et de détonabilité couplées à sa capacité à se diffuser facilement par sa faible masse molaire accroissent le risque d'incendie ou d'explosion. Enfin, ce composant extrêmement inflammable réagit violemment avec d'autres composés tels que le chlore.

En matière de réglementation, les installations terrestres stockant plus de 100 kg, celles distribuant plus de 2 kg par jour et celles fabricant en quantité industrielle de l'hydrogène sont classées ICPE (installations classées pour la protection de l'environnement) au titre des rubriques 4715, 1416 et 3420 de la nomenclature idoie. Ces installations classées sont notamment soumises au respect des prescriptions des arrêtés ministériels relevant de ces rubriques et à la réalisation d'une étude de dangers (selon leur classement). Parallèlement, les appareils à pression employant de l'hydrogène peuvent être soumis à des exigences relatives à la mise sur le marché (directives européennes) et au suivi en service (arrêté ministériel), en fonction de leur pression maximale admissible, de leur volume ou diamètre nominal et du type d'appareils (récipient, tuyauterie, équipement sous pression transportable...).

Par ailleurs, la base de données ARIA relative à l'accidentologie met en avant la nécessité de prévenir les risques liés à l'utilisation de l'hydrogène. A cet effet, un effort important est déployé au niveau des services de l'Etat et des exploitants pour former et sensibiliser le public vis-à-vis des risques. Dans un contexte de développement des énergies nouvelles, la police de l'environnement intensifie ses actions de contrôle pour s'assurer du respect des prescriptions applicables.

Afin d'accompagner le déploiement des nouveaux usages de l'hydrogène dans de bonnes conditions de sécurité, et donner de la visibilité sur l'évolution du cadre réglementaire, la DGPR a signé une feuille de route le 7 octobre 2021 avec France Hydrogène, afin de disposer d'une vision commune des évolutions réglementaires à envisager dans le domaine de ses compétences.

| Mesures ERC |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Éviter      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en place, au niveau de chaque projet, une gestion de l'eau rigoureuse ;</li> <li>• Favoriser au maximum le recyclage, en plus des efforts d'industrialisation des électrolyseurs haute température et des travaux de R&amp;D pour réduire la quantité nécessaire de métaux critiques, ainsi que pour développer des nouvelles solutions ne nécessitant pas le recours à ces métaux ;</li> <li>• Privilégier de l'eau issue du traitement des effluents liquides et sans concurrence avec l'alimentation humaine, animale et l'agriculture.</li> </ul> |

#### 4.1.2.5. L'électricité

La PPE prévoit l'accélération des énergies renouvelables, ce qui consiste à massifier la production en France de toutes les énergies renouvelables afin de renforcer notre indépendance énergétique, et qui devrait augmenter leur place dans le mix électrique.

L'objectif est de doubler notre rythme de déploiement du photovoltaïque, du biogaz et des réseaux de chaleur d'ici 2030 et quadrupler le rythme de déploiement de la géothermie, et de poursuivre le développement de l'éolien terrestre au rythme de 2022, accélérer le déploiement des projets d'éolien offshore pour viser 18 GW de puissance installée en 2035 (soit 36 parcs comme ceux de Saint-Nazaire et Saint-Brieuc ou l'équivalent de la production d'électricité de 13 réacteurs nucléaires), ne plus produire d'électricité à partir de charbon en 2027.

#### L'hydroélectricité et STEP

Les installations hydroélectriques gravitaires et les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP) permettant de stocker de l'électricité entre deux bassins d'altitude différentes, présentent des enjeux environnementaux similaires. Toutefois, les STEP peuvent avoir des impacts plus faibles sur les milieux aquatiques si un ou plusieurs bassins sont totalement artificiels et ne barrent pas un cours d'eau.

La PPE prévoit la poursuite du développement de l'hydroélectricité, dans des proportions plus faibles que les autres énergies renouvelables électriques en raison d'un potentiel résiduel plus limité. Il concerne plus particulièrement le développement des capacités de STEP qui constituent la grande majorité des objectifs de développement des capacités hydroélectriques. Dans ce développement, la priorité est donnée à la modernisation et à l'optimisation des ouvrages hydroélectriques existants et à l'équipement des barrages non dévolus à la production d'électricité plutôt qu'au développement de l'hydroélectricité en sites vierges.

| Climat et énergie |                           |              |       |         |
|-------------------|---------------------------|--------------|-------|---------|
|                   | Effets notables probables | Type d'effet | Durée | Horizon |

|            |                                                                                   |                |          |           |             |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------|-----------|-------------|
| Impact PPE |  | Positif limité | Indirect | Permanent | Moyen terme |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------|-----------|-------------|

Les capacités hydroélectriques devraient augmenter, bien que faiblement, par rapport à la capacité installée ou aux autres sources d'énergies renouvelables.

L'énergie hydraulique présente des niveaux d'émissions de GES très faibles. Même en tenant en compte de la construction des ouvrages et des émissions associées (ciment, béton), on arrive à un niveau très faible en comparaison des autres énergies renouvelables. Les centrales dotées d'un barrage de retenue présentent également l'avantage d'être pilotables, ce qui implique qu'elles peuvent se substituer aux énergies fossiles pour assurer la sécurité d'approvisionnement lors de la pointe de consommation.

| Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Biodiversité et habitats naturels, Patrimoine architectural, culturel et archéologique |                                                                                    |              |       |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------|---------|
|                                                                                                                                                    | Effets notables probables                                                          | Type d'effet | Durée | Horizon |
| Impact PPE                                                                                                                                         |  | Neutre       |       |         |

Par nature, les installations hydroélectriques se situent au sein des écosystèmes aquatiques. Les centrales hydroélectriques cumulent trois familles d'impacts :

- Ceux tenant à l'obstacle lui-même (le barrage). Les barrages peuvent bloquer d'une manière plus ou moins importante la migration des poissons et d'autres organismes aquatiques, pouvant entraîner au-delà des retards, parfois des blessures voire un isolement des populations. Ils peuvent ainsi générer des perturbations dans les cycles de reproduction et de migration pouvant empêcher ou réduire plus ou moins fortement les capacités de reproduction et d'adaptation de ces espèces aux effets du changement climatique (obstacle à la continuité écologique). Enfin, ils peuvent bloquer plus ou moins fortement les mécanismes de transport sédimentaire ;
- Ceux tenant, le cas échéant, au tronçon court-circuité (entre le prélèvement d'eau au niveau du barrage et sa restitution après turbinage) qui ne reçoit plus que le débit minimum biologique ou le débit réservé. L'hydrologie est perturbée, ce qui modifie la circulation des sédiments et plus globalement les habitats aquatiques et les espèces qui en dépendent. A noter que la mise en œuvre d'un débit minimum biologique en application de la réglementation, permet une réduction partielle d'impact, même si elle ne permet pas de restaurer complètement le régime hydrologique du cours d'eau dans toutes ses composantes (variabilité des débits, durée et fréquences des événements, prévisibilité) ;
- Ceux tenant à l'effet retenue (plan d'eau) induit en amont du barrage. Le ralentissement des eaux avec le maintien d'une ligne d'eau fixe à l'amont dans le lit mineur peut engendrer i) un ennoiment des habitats, ii) une modification du régime de thermie, notamment un réchauffement, affectant ainsi la reproduction et la survie des espèces aquatiques sensibles aux variations thermiques, et iii) une accumulation des pollutions, des nutriments et sédiments.

Ces effets sont variables selon la localisation et le dimensionnement des installations. Ils peuvent également se cumuler en cas de succession d'ouvrages hydroélectriques sur un même linéaire de cours d'eau et d'autres seuils ou barrages en lit mineur qui, bien que ne produisant pas d'hydroélectricité, génèrent les mêmes impacts.

La maîtrise des impacts sur l'environnement des installations de production d'hydroélectricité est prise en compte dans les différentes démarches d'autorisation d'exploiter ou des autorisations de travaux pour les installations concédées. Ces différentes autorisations valent autorisation environnementale au titre de la loi sur l'eau pour les installations hydroélectriques. Cette autorisation s'assure du respect de la séquence « éviter-réduire-compenser » et de la prise en compte de l'environnement dans l'élaboration du projet ainsi que de sa compatibilité avec le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) et les Orientations nationales pour la préservation et la restauration des continuités écologiques (ONPRCE).

La réglementation relative à la préservation des continuités écologiques prévoit le maintien de débits réservés suffisamment importants pour réduire les impacts du barrage sur les processus de transport sédimentaire et de création d'habitats diversifiés et garantir la vie, la reproduction et la circulation des espèces présentes dans le cours d'eau à l'aval. La mise en place de dispositifs de franchissement (comme des passes à poissons) est également prévue afin de réduire l'impact sur les migrations à la montaison des poissons migrateurs, notamment amphihalins (circulant entre des milieux d'eau salée et d'eau douce) qui viennent se reproduire en rivière. Enfin, des conditions d'exploitation des ouvrages sont encadrées pour (i) permettre le passage des sédiments ou des espèces aquatiques lors de la dévalaison, (ii) limiter les impacts des variations du débit en sortie des aménagements ou préserver la qualité physico-chimique des milieux (par exemple en contrôlant le taux d'oxygénation).

A plus long terme, les évolutions climatiques vont influencer sur le cycle de l'eau et l'augmentation des températures va accroître l'évapotranspiration. Si les simulations actuelles ne font pas ressortir une baisse des précipitations moyennes annuelles à l'horizon 2100 en France métropolitaines, les variations inter-saisonnières devraient être plus marquées entraînant des hivers plus pluvieux et des étés plus secs. Cette modification des conditions hydrologiques pourrait avoir un impact sur la production hydroélectrique avec (i) une baisse estimée à au moins 500 GWh (soit 0.8 % de la production actuelle) de productible tous les 10 ans (en lien avec l'augmentation de l'évapotranspiration), (ii) l'adaptation des conditions d'exploitation pour prendre en compte les autres usages de la ressource en eau sur lesquels des tensions pourraient se développer (essentiellement en été) et (iii) l'adaptation à l'évolution des phénomènes extrêmes (crues, sécheresse, etc.). Dans ce contexte, le maintien des fonctions écologiques des cours d'eau constitue une condition indispensable pour assurer, sur le long terme, une production durable d'énergie hydroélectrique (meilleure résilience des cours d'eau face au changement climatique).

Les importants travaux de modernisation et d'optimisation des installations hydroélectriques existantes qui iront de pair avec le développement de l'hydroélectricité permettront d'améliorer la prise en compte des enjeux environnementaux sur l'ensemble du parc actuellement en service pour lequel les autorisations d'exploiter ont parfois plusieurs décennies. Ainsi, comme le développement du parc hydroélectrique sera faible par rapport au parc installé, il peut être estimé que les impacts positifs pour les milieux aquatiques de ces modernisations des ouvrages et des conditions d'exploitation permettront de compenser les nouveaux impacts environnementaux négatifs générés par les nouvelles installations. Au total, indépendamment des impacts du parc existant malgré les nombreux efforts faits ou en cours, le développement et la modernisation des installations hydroélectriques devrait ainsi avoir un impact neutre sur les milieux aquatiques.

|                    |
|--------------------|
| <b>Mesures ERC</b> |
|--------------------|

Les installations hydroélectriques sont des installations encadrées, selon leur taille, soit par la réglementation sur les installations, ouvrages, travaux et activités (dite IOTA) du Code de l'environnement, soit par la réglementation sur les concessions hydroélectriques du Code de l'énergie qui respecte les règles de fond de la réglementation IOTA. Ainsi, les pressions qu'elles génèrent sur les milieux sont surveillées pour qu'elles respectent des seuils socialement et environnementalement acceptables et les mesures ERC adaptées à chaque installation sont mises en œuvre, parmi lesquelles :

### Éviter

- Limiter la construction de nouveaux obstacles à la continuité écologique en privilégiant l'optimisation de centrales actuelles et l'exploitation de barrages existants ;
- Interdire la mise en place de nouvelles installations sur les cours d'eau classés en application du 1<sup>o</sup> de l'article L. 214-17 du Code de l'environnement (ces zones ne sont pas non plus prises en compte dans la détermination du potentiel hydroélectrique pour les nouveaux barrages)<sup>99</sup> ;
- Éviter les secteurs cumulant les enjeux forts relatifs aux espèces protégées ;
- Éviter les secteurs où les programmes de mesures des SDAGE prévoient des mesures de restauration hydromorphologique incompatibles avec le développement de l'hydroélectricité, ou les secteurs où de telles opérations sont prévues dans le cadre de la GEMAPI et sont incompatibles avec le développement de l'hydroélectricité.

### Réduire

- Maintien de débit minimal au droit des barrages garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces présentes<sup>100</sup> ;
- Aménagements ou mesures (périodes de transparence, passes à poissons, contournements, lâchers d'eau équivalents à une crue morphogène, grilles empêchant les espèces aquatiques d'entrer dans la conduite forcée ou arrêts ou réductions de turbinage ciblés lors de la dévalaison des anguilles argentées) afin d'assurer au mieux la continuité écologique<sup>101</sup> ;
- Mesures de limitation de l'impact des éclusées dans les secteurs sensibles (encadrement des variations de débit, construction de bassins de démodulation des éclusées)<sup>102</sup> ;
- Prise en compte de critères environnementaux dans les procédures d'octroi et de sélection des exploitants concernant l'hydroélectricité.

### Compenser

- Équiper les installations existantes impactant le même cours d'eau afin de permettre le passage des sédiments et des espèces migratrices<sup>103</sup>. Ces équipements consistent à mettre en place des mesures de réduction allant au-delà de ce que la réglementation impose déjà, mais pour un ouvrage qui n'est à l'origine pas concerné par le projet ;
- Arasement de certains obstacles, ne remplissant pas un usage, situés sur le cours d'eau ou un affluent afin de rétablir les capacités de création d'habitats diversifiés<sup>104</sup> ;

99 E1.1a - Évitement des populations connues d'espèces protégées ou à fort enjeu et/ou de leurs habitats

100 R. 2.1l et R. 2. 2i- Maintien d'un débit minimum « biologique » de cours d'eau

101 R. 2.2h - Dispositif de franchissement piscicole

102 R. 2.2m - Dispositif technique limitant les impacts sur la continuité hydraulique

103 C2.2g - Modification ou équipement d'ouvrage existant

104 C2.2h - Arasement ou dérasement d'un obstacle transversal, d'un seuil, d'un busage

- Réalisation ou participation à des opérations de restaurations hydromorphologiques sur le linéaire du cours d'eau impacté ou d'un affluent ;
- Participation à des opérations de régulation d'espèces dont la prédation sur les amphihalins est facilitée par les obstacles résiduels à la continuité écologique formé par les ouvrages ;
- Participation à des opérations de repeuplement piscicoles.

### L'éolien terrestre

La PPE va augmenter la puissance éolienne installée et dans une moindre mesure leur nombre. Cette augmentation ne sera toutefois pas proportionnelle, les éoliennes étant de plus en plus puissantes.

| Climat et énergie, Risques naturels et technologiques |                                                                                   |                |              |           |             |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|-------------|
|                                                       | Effets notables probables                                                         |                | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact PPE                                            |  | Positif limité | Indirect     | Permanent | Moyen terme |

La production d'électricité des éoliennes terrestres ne s'appuie pas sur un combustible fossile. Elle participe de la réduction des émissions de GES dans la mesure où elle permet de réduire le recours aux énergies fossiles et dispose d'un niveau d'émissions de CO<sub>2</sub> particulièrement faible.

Enfin, les éoliennes ne comportent aucun risque, et quand elles se substituent à une production d'électricité thermique ou nucléaire, elles réduisent les risques technologiques par la baisse de ces productions.

| Biodiversité et habitats naturels, Santé humaine et pollutions, Patrimoine architectural, culturel et archéologique |                                                                                     |        |              |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|---------|
|                                                                                                                     | Effets notables probables                                                           |        | Type d'effet | Horizon |
| Impact PPE                                                                                                          |  | Neutre |              |         |

La réduction des émissions de GES due au remplacement de la combustion fossile par les éoliennes limite le réchauffement climatique, qui est une des principales causes de perte de biodiversité. Cependant, un parc d'éoliennes peut avoir des incidences sur la biodiversité sur lesquelles le développeur de projet doit être vigilant : perturbation de l'avifaune et des chiroptères (oiseaux et chauves-souris), destruction ponctuelle de végétation sur le site d'implantation, dérangement de la faune, etc. Outre le risque de collision avec les espèces volantes qui est relativement faible comparé à d'autres installations du même ordre de grandeur<sup>105</sup>, il s'agira d'être attentif à l'effet « barrière » lié à la massification du déploiement éolien. L'effet cumulé des parcs éolien peut perturber les trajets de migration de certaines espèces qui réalisent des détours pour les éviter. Il est important de noter que l'emplacement des éoliennes est conditionné à une autorisation environnementale obligeant le développeur, en cas de présence d'espèces protégées dans la zone du projet, de demander une dérogation espèces protégées et d'appliquer la séquence ERC « Eviter, Réduire, Compenser » en

<sup>105</sup> La mortalité réelle moyenne due aux éoliennes s'établit autour de 7 oiseaux par éolienne par an, soit bien en-deçà des 80 à 120 oiseaux tués par an par kilomètre de ligne haute tension (LPO, 2017) [https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/eolien\\_lpo\\_2017.pdf](https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/eolien_lpo_2017.pdf)

présence d'espèces protégées. De plus, des systèmes de bridage arrêtant les éoliennes sur certaines plages horaires et conditions climatiques pour préserver la biodiversité sont imposées dans l'autorisation environnementale, tout comme la mise en place de système de détection - réaction (SDA) des oiseaux approchant permettant l'arrêt temporaire des pales pour éviter toute collision.

Il est à noter que ces incidences sur la biodiversité dépendront fortement de la localisation géographique des éoliennes. Elles font l'objet d'une anticipation et d'une gestion spécifique dans le cadre des procédures d'autorisation administratives s'appliquant à chaque projet. Tout projet de parc est ainsi soumis à un examen approfondi de l'intégration des éoliennes dans leur environnement, de la bonne prise en compte des risques associés à leur exploitation et fait l'objet d'une étude d'impact. Les projets prennent en compte les zonages prévus par certains plans de protection de l'environnement :

- La prise en compte des Orientations Nationales pour la Préservation et la Restauration des Continuités Ecologiques (ONPRCE) implique d'éviter d'implanter des sites éoliens sur les voies de circulation journalière ou de migration des oiseaux ;
- La prise en compte des zones Natura 2000 permet de réduire l'impact des champs éoliens sur des espèces protégées.

Enfin, l'arrêté d'autorisation peut présenter des prescriptions visant à réduire les impacts identifiés, voire à mettre en place des compensations. Parmi ces prescriptions peuvent notamment figurer :

- L'incitation à implanter des éoliennes dans les zones d'agriculture intensive. Cette mesure a notamment pour avantage de réduire le nombre de collisions ainsi que de minimiser l'emprise au sol des parcs éoliens qui n'excluent pas d'autres usages du territoire ;
- L'encouragement du « repowering » qui permet de limiter l'impact lié à la mise en place de nouvelles installations en les situant sur des sites déjà exploités et ne présentant pas de problèmes relatifs à l'avifaune. Inversement, il est préférable de déplacer les anciens parcs situés sur des sites sensibles.

La PPE prévoit notamment d'organiser un plan de « repowering » pour préparer un renouvellement efficace des parcs renouvelables existants sur la période 2025-2035 en étudiant la possibilité d'augmenter la taille des mâts pour rehausser la production tout en limitant le nombre de mâts. Ceci permettra de réduire l'impact des nouvelles capacités sur l'usage des sols et sur la biodiversité.

Du fait de leur hauteur et du mouvement des pales, les éoliennes sont susceptibles de causer des nuisances pour les riverains : bruit, ondes électromagnétiques, projection d'ombre, effet stroboscopique, etc. A ce stade, les études montrent que l'incidence de ces effets est négligeable à plus de 500 mètres, qui est la distance minimale à respecter entre une éolienne et les habitations, fixée par la réglementation française<sup>106</sup>. Au-delà des enjeux objectifs, la perception de cette incidence par les riverains constitue un enjeu important pour la faisabilité des projets. L'association des populations en amont des projets est de nature à faciliter l'acceptation.

En raison du mouvement rapide de pièces métalliques dans le fonctionnement des éoliennes, ces dernières sont à l'origine de perturbations électromagnétiques de nature à gêner les signaux radars. De même les mâts qui ne sont pas en mouvement jouent un rôle dans les perturbations radars. Ces perturbations peuvent affecter les radars météorologiques ainsi que les radars de l'aviation civile et de la Défense. Ces nuisances risquent de s'amplifier avec l'augmentation de la taille des installations. Il est donc important d'en tenir compte lors du montage du projet. L'ensemble de ces nuisances est pris en compte dans le cadre de la réglementation ICPE applicable aux éoliennes depuis 2011.

---

<sup>106</sup> La réglementation française se classe parmi les plus protectrices en soumettant les éoliennes à la législation des ICPE (décret n°2011-984 du 23 août 2011 adopté suite à la Loi Grenelle 2)



D'autre part, les éoliennes modifient le paysage dans lequel elles s'insèrent, par leur hauteur, leur envergure, leur positionnement et leur nombre. Il est donc nécessaire de penser l'implantation d'un parc de manière contextualisée dans ce paysage local en tenant compte des perceptions par les populations, et des autres parcs existants ou en projets. Afin de favoriser l'intégration des installations éoliennes sur le territoire, il est recommandé d'associer les populations dans le processus de sélection des sites d'implantation.

A long terme, le développement de l'énergie éolienne présente des risques de saturation du territoire. Une fois que les sites les plus propices au développement de l'énergie éolienne auront été exploités, les développeurs de nouveaux projets pourraient se tourner vers des sites moins consensuels. Il est important que la filière se construise sans oublier cet aspect.

| Sols et sous-sols, Ressources épuisables hors énergie fossile et déchets |                                                                                   |                |              |           |            |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|------------|
|                                                                          | Effets notables probables                                                         |                | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact PPE                                                               |  | Négatif limité | Direct       | Permanent | Long terme |

La surface artificialisée par un parc éolien est limitée : RTE l'estime à 0,15 ha/MW. Pour autant, la présence d'éoliennes limite de manière significative les usages alentours. Seule l'activité agricole est possible sans contrainte dans le voisinage direct d'éoliennes. Une éolienne ne peut par contre pas être placée à moins de 500 m d'une habitation, ce qui exclut tout co-usage résidentiel, ni à moins de 300 m d'une ICPE ou d'une centrale nucléaire. Une distance minimale est également requise vis-à-vis des voies de transport et des lignes électriques aériennes. Enfin, l'installation d'un parc éolien est impossible dans un rayon de plusieurs kilomètres autour d'une zone d'activités radars, militaires, aéronautiques ou météorologiques.

La surface imperméabilisée, correspondant essentiellement au poste électrique et au socle en béton de l'éolienne, est estimée par RTE à 0,02 ha/MW. La législation prévoit depuis la loi du 3 janvier 2003, relative aux marchés du gaz et de l'électricité et au service public de l'énergie, que l'exploitant d'une éolienne est responsable de son démantèlement et de la remise en état du site à la fin de l'exploitation.

La PPE prévoit notamment d'organiser un plan de « repowering » pour préparer un renouvellement efficace des parcs renouvelables existants sur la période 2025-2035 en étudiant la possibilité d'augmenter la taille des mâts pour rehausser la production tout en limitant le nombre de mâts. Ceci permettra de réduire l'impact des nouvelles capacités sur l'usage des sols et sur la biodiversité.

S'agissant des ressources, le développement de la filière de l'éolien terrestre au rythme prévu dans la PPE implique une empreinte matière accrue. Cette empreinte matière porte majoritairement sur l'usage de béton et d'acier, mais également de manière non-négligeable sur l'usage de cuivre et d'aluminium, deux métaux identifiés comme stratégiques par l'Union européenne. Certaines technologies d'éoliennes terrestres basées sur des aimants permanents nécessitent également l'usage de terres rares. Cependant, selon l'ADEME, seuls 6 % des éoliennes en France étaient basées sur cette technologie en 2019, et celle-ci tend à disparaître.<sup>107</sup> Selon RTE<sup>108</sup>, les besoins matières moyens de l'éolien terrestre, exprimés en t/MW, se décomposeraient ainsi à l'horizon 2035 :

<sup>107</sup> ADEME (2024). Terres rares, énergies renouvelables et stockage d'énergies. <https://bibliothèque.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/492-terres-rares-energies-renouvelables-et-stockage-d-energies.html>

<sup>108</sup> RTE (2021). Futurs énergétiques 2050. <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>

| Éolien terrestre      | Aluminium | Cuivre | Acier | Béton | Graphite | Silicium |
|-----------------------|-----------|--------|-------|-------|----------|----------|
| Besoin matière (t/MW) | 0,69      | 2,6    | 200   | 450   | 0,001    | 0,009    |

Le développement de l'éolien terrestre au rythme prévu dans la PPE contribuera donc de manière non-négligeable à l'augmentation de la demande mondiale de cuivre et d'aluminium, deux métaux dont la disponibilité pourrait connaître des tensions d'ici 2050 (voir paragraphes dédiés dans la partie 5.2.2 ci-après).

Il est donc nécessaire d'anticiper dès à présent le recyclage des éléments composant les éoliennes afin de permettre la réutilisation de ces ressources :

- Les pales sont constituées de fibres de carbone et de verre qui sont pour l'instant difficilement recyclables. Les solutions actuelles consistent à les valoriser sous forme de chaleur ou les broyer pour produire du ciment. Toutefois, des expérimentations et des programmes de recherches sont en cours pour réaliser des pales entièrement recyclables ;
- En fin de vie, les fondations en béton armé ne sont arasées que sur une hauteur de 1 m ce qui implique que le reste de la structure est laissée dans le sol (soit environ 3-4 m de béton armé). Il serait intéressant de soutenir les travaux visant à réutiliser les fondations lors du « repowering » d'un parc. Cela permettrait non seulement de réduire le coût d'installation mais également de ne pas multiplier l'emprise au sol liée à l'abandon de masses de béton à un mètre de profondeur.

#### Mesures ERC

Les éoliennes sont des installations encadrées par la réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) du Code de l'environnement, cela signifie que les pressions sur l'environnement qu'ils génèrent sont surveillées pour qu'elles respectent des seuils socialement acceptables du point de vue de leur impact.

#### Eviter

- Localiser les projets en évitant les zones géographiques à enjeux. Pour les chiroptères de haut-vol ou de lisières qui sont les plus impactés par les projets éoliens, il convient d'éviter le littoral, les vallées alluviales, les sites où les parcs éoliens survolent des éléments arborés (bocages, boisements) ou des milieux aquatiques et humides. Pour les oiseaux, les sites survolés par des couloirs de migration, les sites de halte migratoire, de repos, d'hivernage, de transit (corridors locaux), les zones humides, les milieux bocagers et forestier sont à éviter.

#### Réduire

- Limiter les impacts sur l'avifaune en maintenant des couloirs de migration prenant en compte l'effet cumulé des différents parcs<sup>109</sup>. Limiter la mortalité de la faune par la prise en compte des zonages Natura 2000<sup>110</sup> et en installant des dispositifs anticollisions<sup>111</sup> ;
- Développer les usages annexes des sites d'implantation des éoliennes. Certaines activités peuvent être compatibles avec l'implantation d'un parc éolien, il conviendra d'approfondir les études portant sur ces interactions entre éoliennes et écosystèmes. Si la possibilité d'implanter des éoliennes en milieu agricole est déjà connue, il est envisageable que

109 R. 2.2f – Dispositif de passage faune

110 E1.1a - Évitement des populations connues d'espèces protégées ou à fort enjeu et/ou de leurs habitats

111 R. 2.2d - Dispositif anti-collision et d'effarouchement (hors clôture spécifique)

d'autres solutions innovantes puissent exister et être développées afin de réduire l'emprise au sol associée au déploiement d'un parc éolien<sup>112</sup> ;

- Réduire les nuisances visuelles liées à la signalisation nocturne des parcs<sup>113</sup>. L'usage de lampe à sodium pour l'éclairage des installations permettrait d'éviter d'attirer les insectes limitants ainsi également le risque de collision avec les chiroptères<sup>114</sup>. Un groupe de travail interministériel est en cours pour étudier également la solution du balisage circonstancié en fonction des passages des avions de l'aviation civile ou militaires ;
- Réduire les nuisances auditives liées au fonctionnement des éoliennes en privilégiant des modèles à puissance acoustique faible<sup>115</sup>, et en respectant la réglementation en matière d'éloignement des zones d'habitation. De plus, la réglementation ICPE impose une émergence de décibels à ne pas dépasser ;
- Encourager le « repowering » (remplacement des installations éoliennes existantes par des installations de puissance supérieure). Renouveler les installations sur un même site permet d'éviter l'émergence de nouveaux impacts sur l'environnement et de mieux anticiper ceux liés à la localisation du projet d'après le retour d'expérience. Les efforts visant à permettre la réutilisation des fondations des installations antérieures doivent être poursuivis afin de réduire l'impact au sol lié à l'implantation de nouvelles éoliennes ;
- Développer le recyclage des matières ayant été utilisées dans l'installation de production, en fin de vie.

#### Compenser

- En cas d'implantation sur un site préalablement exploité, il est possible de prévoir l'enlèvement des fondations n'ayant pas été arasées lors du démantèlement des installations précédentes<sup>116</sup>.

### Le photovoltaïque

La PPE va augmenter le nombre de panneaux photovoltaïques installés.

| Climat et énergie, Risques naturels et technologiques |                                                                                     |                |              |           |             |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|-------------|
|                                                       | Effets notables probables                                                           |                | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact PPE                                            |  | Positif limité | Indirect     | Permanent | Moyen terme |

La production d'électricité à partir d'énergie solaire émet peu de GES et participe à la réduction des émissions de GES dans la mesure où elle permet de substituer une énergie bas-carbone à des énergies fossiles, à consommation égale. La production des panneaux photovoltaïques est à l'origine de l'essentiel des rejets de GES de la filière notamment du fait des étapes de raffinage du silicium<sup>1</sup>.

<sup>112</sup> E2.2f - Positionnement du projet sur un secteur de moindre enjeu

<sup>113</sup> R. 2.1j et R. 2.2b- Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines

<sup>114</sup> R. 2.1k et R. 2.2c- Dispositif de limitation des nuisances envers la faune

<sup>115</sup> E3.2b - Redéfinition / Modifications / adaptations des choix d'aménagement, des caractéristiques du projet

<sup>116</sup> C2.1a - Enlèvement de dispositifs d'aménagements antérieurs (déconstruction) hors ouvrage en eau

Une fois que les panneaux sont installés, les installations photovoltaïques produisent sans nécessiter d'intrants, ou de processus technologique spécifiques. Ainsi, elles comportent peu de risque de défaillance lors de leur fonctionnement, contrairement aux installations produisant de l'électricité via des process nécessitant des intrants (comme les productions thermiques) qui sont soumises à un plus grand risque de défaillance technique.

| Patrimoine architectural, culturel et archéologique |                                                                                   |  |              |       |         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--|--------------|-------|---------|
|                                                     | Effets notables probables                                                         |  | Type d'effet | Durée | Horizon |
| Impact PPE                                          |  |  | Neutre       |       |         |

Les centrales au sol modifient le paysage dans lequel elles s'insèrent. Toutefois, des critères paysagers sont d'ores et déjà pris en compte lors de l'instruction des projets pour le développement de ces infrastructures, via une analyse de l'impact paysager du projet. A proximité des lieux de patrimoine sensibles, un avis conforme de l'architecte des bâtiments de France est nécessaire, et un projet ne s'insérant pas correctement dans le paysage ne pourra pas voir le jour dans cette configuration.

Cet impact sera fortement minimisé dans les années à venir, en privilégiant les espaces anthropisés pour le développement du photovoltaïque (parkings, toitures) et en limitant le déploiement du photovoltaïque au sol sur les espaces naturels, agricoles et forestiers, pouvant avoir un fort impact paysager.

| Sols et sous-sols, Ressources épuisables hors énergie fossile et déchets, Biodiversité et habitats naturels |                                                                                     |  |                |        |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------|--------|------------|
|                                                                                                             | Effets notables probables                                                           |  | Type d'effet   | Durée  | Horizon    |
| Impact PPE                                                                                                  |  |  | Négatif limité | Direct | Permanent  |
|                                                                                                             |                                                                                     |  |                |        | Long terme |

L'occupation des sols est un enjeu important pour le développement de la filière photovoltaïque et plus spécifiquement de la filière du PV au sol. Les centrales PV au sol nécessitent un espace au sol important, d'environ 1 ha/MW (ce nombre représente l'ensemble de l'espace occupé par la centrale PV ramenée à sa capacité de production). Depuis la loi Climat & Résilience et la loi pour l'accélération de la production d'énergie renouvelable, les conflits d'usages ont été considérablement réduits, le photovoltaïque au sol ne pouvant plus se développant que sur des espaces naturels, agricole et forestiers à faible enjeux. Dans cette lignée, et afin de réduire cet impact, la PPE prévoit de prioriser les terrains délaissés et anthropisés (friches, parkings, toitures...) et de mettre l'accent sur le développement de l'agrivoltaïsme, qui permet d'installer des panneaux photovoltaïques sur un terrain agricole en apportant un service direct à l'activité agricole en dessous des panneaux.

Le développement du PV sur toiture a, lui, un impact nul sur l'usage des sols.

L'énergie photovoltaïque a également un impact en termes d'utilisation des ressources et de production de déchets. Selon RTE2, les besoins matières moyens du solaire photovoltaïque, exprimés en t/MW, se décomposeraient ainsi à l'horizon 2035 :

| PV toiture            | Aluminium | Cuivre | Acier | Béton | Argent | Graphite | Silicium |
|-----------------------|-----------|--------|-------|-------|--------|----------|----------|
| Besoin matière (t/MW) | 13,6      | 3,2    | 17,6  | 32,5  | 0,008  | 0,315    | 3,149    |
| PV au sol             | Aluminium | Cuivre | Acier | Béton | Argent | Graphite | Silicium |
| Besoin matière (t/MW) | 19,7      | 3,2    | 31,1  | 39,5  | 0,008  | 0,325    | 3,251    |

La filière du PV au sol est donc plus consommatrice de matériaux servant aux structures tels l'acier et le béton que la filière du PV sur toiture. Au sein de la filière du PV au sol, les besoins en béton spécifiques au support peuvent être très différents entre des modules posés sur des longrines (1,1 t/MW) et des modules reposants sur des pieux vissés (0,005 t/MW).

Le développement du solaire photovoltaïque au rythme prévu par la PPE est donc susceptible de significativement accroître la demande de métaux stratégiques, tels que l'aluminium, le cuivre, l'argent et le silicium. RTE estime ainsi entre 300 et 700 kt la consommation française de silicium métallique à l'usage des panneaux photovoltaïques cumulée entre 2020 et 2050. L'ampleur de cette demande dépendra toutefois des technologies PV utilisées et de leurs évolutions (évolution du rendement énergétique par unité de surface, évolution du contenu en matière des équipements, développement ou non d'un recyclage de haute valeur ajoutée, ...).

L'argent et le silicium métal doivent faire l'objet d'une attention particulière car les technologies qui dominent le marché aujourd'hui et dans les années à venir (technologies dites cristallines) les mobilisent en quantité importante alors même que ces matières ne sont aujourd'hui pas récupérées dans les modules en fin de vie.

Même si, comparativement aux énergies fossiles, l'énergie PV présente un très bon bilan carbone, celui-ci pourrait être amélioré de façon significative en relocalisant la chaîne industrielle de production des panneaux en Europe et en recyclant les importantes pertes de matières qui se produisent au cours des différentes étapes de leur production. En effet, les procédés de transformation du silicium sont très énergivores : la localisation d'une part importante de la production dans des pays où l'énergie est majoritairement produite à partir de charbon et/ou de pétrole (notamment en Chine) et les importantes pertes de matières, en particulier de silicium, le long de la chaîne de valeur dégradent le bilan carbone de la fabrication des modules PV. Pour les autres matières (béton, métaux de base, aluminium, cuivre, métaux entrant dans la composition des équipements électroniques de plus en plus utilisés pour optimiser le rendement énergétique des systèmes PV), les risques économiques, environnementaux et sociaux liés au déploiement du PV sont davantage déterminés par l'évolution des besoins des autres secteurs. Une vigilance particulière doit donc être accordée aux matières confrontées à une augmentation de la demande de plusieurs secteurs. C'est notamment le cas du cuivre et, dans une moindre mesure, de l'aluminium.

Les cas du cadmium et du plomb sont particuliers. Le cadmium est mobilisé par la technologie dite en couches minces qui, bien que peu mobilisée au niveau mondial, est plus largement utilisée en France du fait de son bilan carbone avantageux. Le plomb est susceptible d'être utilisé dans certaines technologies d'avenir prometteuses. La gestion de ces métaux lourds, toxiques, même utilisés en petite quantité, doit obéir à des exigences environnementales et sanitaires strictes, en particulier aux étapes amont (extraction et première transformation) et aval (gestion des produits en fin de vie qui les contiennent) de leur cycle de vie. Leur traçabilité doit ainsi être assurée tout au long des différentes étapes de transformation.

Certaines technologies (peu utilisées en France) nécessitent l'emploi de métaux rares tels que l'argent (CdTe<sup>4</sup>) ou l'indium (CIGS<sup>5</sup>) ce qui risque d'augmenter la pression sur ces ressources. Afin de réduire la demande en ressources rares, il est nécessaire de poursuivre le développement du recyclage et la recherche de techniques de fabrication moins intensives en ressource ou mobilisant des matériaux dont l'approvisionnement est moins limité.

Le développement de la filière photovoltaïque implique l'utilisation d'un grand nombre de matériaux pour la construction des panneaux. Il est donc nécessaire d'anticiper dès à présent le recyclage des panneaux afin de permettre la réutilisation de ces ressources comme le prévoit d'ores et déjà la réglementation européenne et nationale. Le taux de recyclabilité atteint déjà 95 %<sup>6</sup>.

La technique majoritairement utilisée en France requiert l'usage de silicium dont le traitement chimique constitue pour l'instant la principale cause de rejet de CO<sub>2</sub> et de polluants de la filière. Remplacer ce traitement chimique par des procédés physiques serait envisageable et préférable afin de limiter l'impact environnemental lié au développement de cette filière. Si le silicium n'est pas en soi une ressource dont l'approvisionnement est sous tension, la pureté de la ressource nécessaire à l'élaboration de panneaux silicium monocristallins (bénéficiant de meilleurs rendements) pourrait être à l'origine d'une pression sur l'approvisionnement.

On peut noter que l'autoconsommation et la production locale d'énergie photovoltaïque présente les mêmes enjeux que les panneaux solaires dans leur globalité.

#### Mesures ERC

##### Éviter

- Interdire l'implantation de fermes au sol en zone naturelle, agricole ou forestière avec de forts enjeux ;
- Prévoir une part d'implantation des panneaux photovoltaïques sur toiture afin de limiter les impacts au sol et les conséquences sur la biodiversité associées<sup>7</sup> ;
- Mettre l'accent sur le développement de l'agrivoltaïsme.

##### Réduire

- Privilégier les terrains dégradés, notamment au sein des appels d'offre, pour l'implantation de nouveaux sites<sup>8</sup>.

##### Accompagnement

- Poursuivre la recherche de procédés alternatifs au traitement chimique pour la fabrication des panneaux solaires composés de cristaux de silicium<sup>9</sup> ;
- Poursuivre les efforts en matière de recyclage des panneaux afin de limiter la consommation de ressources<sup>10</sup>.

#### L'éolien en mer et les énergies marines renouvelables

La PPE prévoit de développer l'éolien en mer.

*Contexte du développement planifié de l'éolien en mer*

La Commission nationale du débat public (CNDP) a organisé **du 20 novembre 2023 au 26 avril 2024** un débat public mutualisé sur la mise à jour des documents stratégiques de façade (DSF) et la planification des futurs projets éoliens en mer par façade. Ce travail de planification de l'éolien en mer, intégré à la planification plus large de l'espace maritime, a pour objectif de donner de la visibilité aux citoyens et aux parties prenantes sur les projets à venir dans les zones maritimes concernées, en aboutissant à deux cartographies :

- Une cartographie des « zones prioritaires » dans lesquelles des projets de parcs éoliens en mer pourront être attribués dans un délai de 10 ans suivant son adoption, avec un objectif minimum de 15,5 GW de nouvelles capacités à attribuer ;
- Une cartographie de « zones prioritaires » à l'horizon 2050 qui sera précisée et révisée après une nouvelle participation du public qui devrait se dérouler d'ici une dizaine d'années, pour permettre l'atteinte de l'objectif de 45 GW installés.

Afin de décliner ces objectifs de déploiement de l'éolien en mer à l'échelle des façades maritimes, des **objectifs indicatifs de déploiement de l'éolien en mer par façade ont été établis**, en répartissant les objectifs prévisionnels nationaux énoncés ci-dessus en fonction du potentiel technique, des contraintes spécifiques à chaque façade et en tenant compte de la complémentarité des régimes de vent, aussi appelée foisonnement.

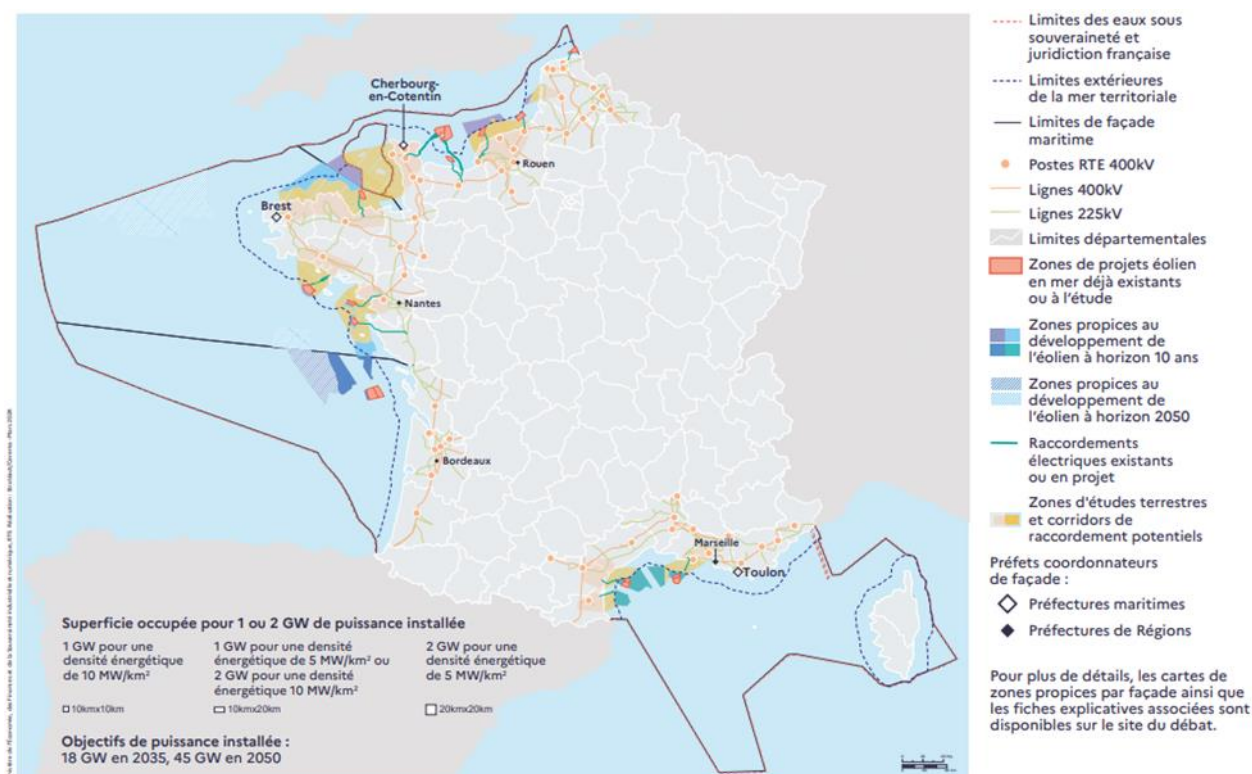
*Tableau 20 : Objectifs à horizon 10 ans et 2050 et capacités en développement d'éolien en mer en 2024 (DGEC)*

| Façade | Objectifs à horizon 10 ans de nouvelles capacités à attribuer (dont extensions déjà identifiées) | Objectifs à 2050 (comprenant tous les parcs déjà attribués, en cours d'attribution et extensions identifiées) | Capacités en développement ou attribuées (hors extensions) |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| MEMN   | Entre 7 et 11 GW                                                                                 | Entre 12 et 15,5 GW                                                                                           | 4,5 GW                                                     |
| NAMO   | Entre 6 et 9,5 GW (dont 0,5 GW d'extensions)                                                     | Entre 17 et 25 GW                                                                                             | 1,7 GW                                                     |
| SA     | Entre 2,5 et 5,5 GW (dont 1 GW d'extensions)                                                     | Entre 7 et 11 GW                                                                                              | 1 GW                                                       |
| MED    | Entre 3 et 4,5 GW (dont 2x0,5 GW d'extensions)                                                   | Entre 4 et 7,5                                                                                                | 0,6 GW                                                     |
| TOTAL  | Entre 18,5 GW et 30,5 GW (dont 2,5 GW d'extensions)                                              | Entre 40 et 59 GW                                                                                             | 7,8 GW                                                     |

Pour les débats publics, l'Etat a identifié des zones propices à l'installation de nouveaux parcs éoliens en mer sur chaque façade. Ces zones ont été essentiellement élaborées sur la base de contraintes techniques et ne préjugent pas de la prise en compte d'autres enjeux. Les zones définitives retenues pour le lancement des futurs appels d'offres éoliens en mer en France seront présentées dans une décision ministérielle d'ici septembre 2024.

*Tableau 21 : Zones propices au développement de l'éolien en mer à horizon 10 ans et à horizon 2050 en 2024 (DGEC)*





### Impacts génériques de l'éolien en mer sur l'environnement

| Climat et énergie, Risques naturels et technologiques |                                                                                     |                |              |           |             |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|-------------|
|                                                       | Effets notables probables                                                           |                | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact PPE                                            |  | Positif limité | Indirect     | Permanent | Moyen terme |

La production d'électricité des éoliennes en mer ne s'appuie pas sur un combustible fossile. Elle participe de la réduction des émissions de GES dans la mesure où elle permet de réduire le recours aux énergies fossiles et dispose d'un niveau d'émissions de CO<sub>2</sub> particulièrement faible, estimé entre 17 et 19,5 gCO<sub>2</sub>e/kWh d'électricité (selon les technologies utilisées, notamment flottant ou posé).

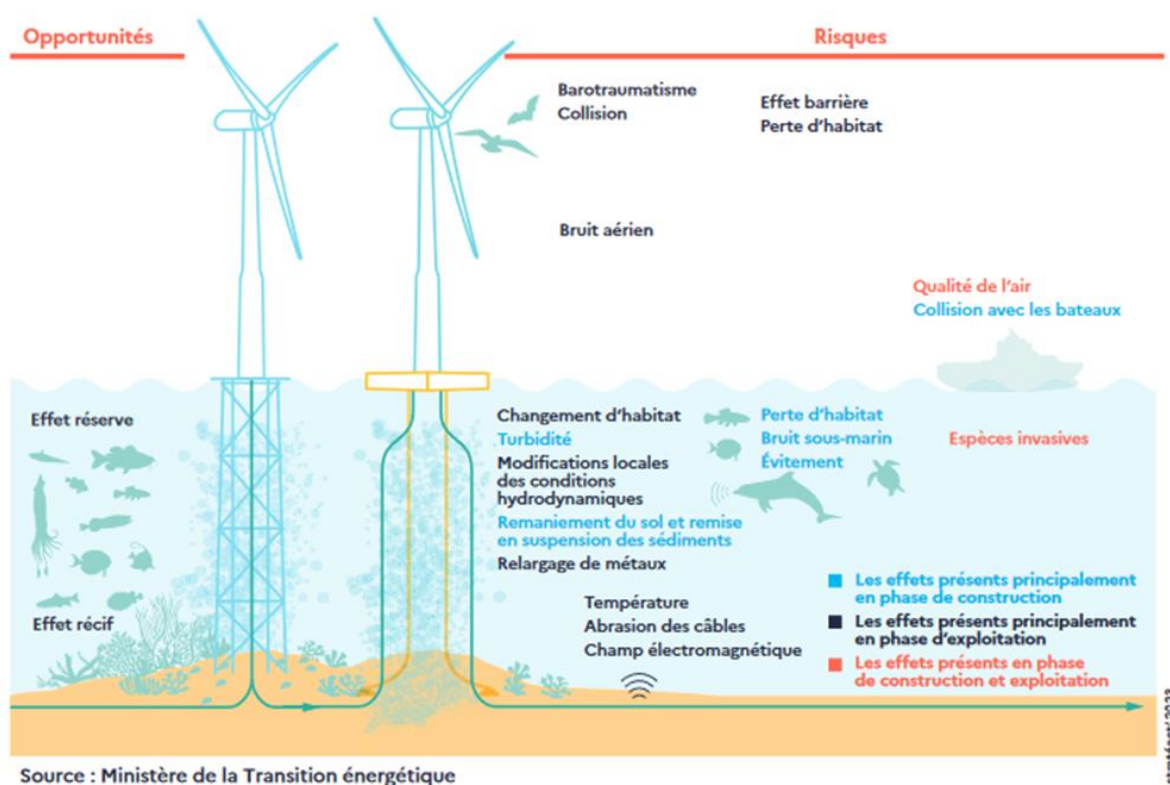
Les énergies renouvelables en mer ne comportent aucun risque, et quand elles se substituent à une production d'électricité thermique ou nucléaire, elles réduisent les risques technologiques par la baisse de ces productions.

| Ressources en eau et milieux aquatiques, Santé humaine et pollutions, Patrimoine architectural, culturel et archéologique, Biodiversité et habitats naturels |                                                                                     |        |              |       |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-------|---------|
|                                                                                                                                                              | Effets notables probables                                                           |        | Type d'effet | Durée | Horizon |
| Impact PPE                                                                                                                                                   |  | Neutre |              |       |         |

La filière éolienne marine est la mieux documentée de toutes les énergies marines renouvelables. Chacun des projets fait l'objet d'une étude d'impacts précise, qui donne lieu (ou non) à une autorisation. Les principaux impacts de l'éolien en mer sont les suivants :

- L'introduction temporaire de bruit sous-marin lors des travaux qui peut gêner et blesser la faune marine, en particulier les mammifères ;
- Le risque de modification profonde et irréversible d'un habitat, d'une zone fonctionnelle pour une espèce qui utilisait auparavant la zone du parc pour ses fonctions vitales (nourrissage, reproduction, repos) ;
- La collision pour l'avifaune (oiseaux) et les chiroptères (chauve-souris) ;
- Le risque de barotraumatisme sur les chiroptères (changement brutal de pression de l'air engendré par le mouvement des pales provoquant des lésions internes) ;
- Le risque de créer un effet « barrière » si le parc représente un obstacle sur une voie de migration ;
- La modification et/ou la destruction d'habitats benthiques (fonds marins) à l'endroit où seront installés les éoliennes et les câbles sous-marins ;
- La diffusion de métaux issus des systèmes de protection anticorrosion (anodes sacrificielles) dans le milieu ;
- La colonisation des fondations des éoliennes et du poste en mer ou des protections externes des câbles sous-marins par divers organismes, dit « effet récif », et l'attraction de leurs prédateurs (dispositifs concentrateurs de poissons) ;
- Sous l'effet d'une protection, la densité de poissons pourrait augmenter au sein du parc et s'observer hors de la zone protégée (effet réserve).

Figure 58 : Les opportunités et les risques de l'implantation d'un parc éolien en mer et de son raccordement pour l'environnement marin en 2024 (DGEC)



Les enjeux environnementaux sont pris en compte tout au long de la vie des projets éoliens en mer, et notamment dès le choix des zones soumises à appel d'offres.

Le développement de dispositifs de production d'énergies en mer, et en particulier les éoliennes en mer peut avoir un impact sur les paysages littoraux. En effet, du fait de leur grande taille et forte visibilité, les éoliennes affectent le paysage dans lequel elles s'insèrent et il est nécessaire de prendre en considération cette incidence pour chaque projet. Des analyses spécifiques sont notamment menées pour prendre en considération les sites présentant un enjeu patrimonial spécifique.

Concernant le risque d'impacts sur la faune migratrice, il peut être de plusieurs natures :

- D'une part, il existe un risque de collision pouvant concerner les oiseaux migrateurs volant à hauteur des pales. La collision peut ainsi engendrer une surmortalité dans une population. Le risque de collision dépend des conditions météorologiques et varie d'une espèce à une autre car il est étroitement lié au comportement de l'oiseau en matière d'évitement, de sa hauteur de vol et de l'usage qu'il fait de la zone du parc.
- D'autre part, les éoliennes peuvent conduire à la mise en œuvre de stratégies d'évitement à différentes échelles par la faune migratrice :
  - On parle de macro-évitement lorsque les oiseaux évitent la zone du parc, de méso-évitement lorsqu'ils adoptent un comportement de vol au sein du parc adapté à la présence d'éoliennes (vol dans les espaces les plus larges entre les éoliennes, à une certaine distance avec les pales) et de micro-évitement pour les actions en vol de dernière minute pour éviter de percuter l'éolienne.
  - Lorsque le parc est considéré par l'oiseau comme un obstacle et conduit à un macro-évitement, poussant les oiseaux à l'éviter en rallongeant leurs vols, on parle d'effet barrière. Cet évitement peut entraîner une consommation énergétique additionnelle pour les oiseaux, susceptible d'influencer la survie des individus et la dynamique de croissance des populations.

Afin de continuer à enrichir les connaissances sur l'utilisation de l'espace en mer par l'avifaune migratrice, l'Observatoire national de l'éolien en mer a lancé deux programmes de recherches : MIGRALION sur le golfe du Lion et MIGRATLANE sur l'arc Atlantique.

| Sols et sous-sols, Ressources épuisables hors énergie fossile et déchets |                                                                                     |                |              |           |            |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|------------|
|                                                                          | Effets notables probables                                                           |                | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact PPE                                                               |  | Négatif limité | Direct       | Permanent | Long terme |

S'agissant des ressources, l'éolien en mer présente en majeure partie des enjeux similaires à l'éolien terrestre. Cependant, à la différence de la plupart des éoliennes terrestres, les générateurs des éoliennes en mer contiennent 150 à 650 kg d'aimants permanents par MW de puissance installée, permettant d'améliorer leur durée de vie, de réduire leur taille et de faciliter leur maintenance. Ces

aimants permanents contiennent 32 à 38 % de terres rares (29 à 32 % de néodyme, 3 à 6 % de dysprosium et moins d'1 % de praséodyme)<sup>117</sup>.

Selon RTE<sup>118</sup>, les besoins matières moyens de l'éolien en mer, exprimés en t/MW, se décomposeraient ainsi à l'horizon 2035 :

| Éolien posé           | Aluminium | Cuivre | Acier | Béton | Graphite | Terres rares | Silicium |
|-----------------------|-----------|--------|-------|-------|----------|--------------|----------|
| Besoin matière (t/MW) | 1,0       | 8,5    | 250   | 910   | 0,001    | 0,107        | 0,014    |

| Éolien flottant       | Aluminium | Cuivre | Acier | Béton | Graphite | Terres rares | Silicium |
|-----------------------|-----------|--------|-------|-------|----------|--------------|----------|
| Besoin matière (t/MW) | 1,15      | 8,55   | 480   | 1 700 | 0,002    | 0,107        | 0,016    |

La trajectoire de développement de l'éolien en mer prévue par la PPE va donc accroître la demande pour ces terres rares. Le volume de cette demande dépendra également des technologies retenues dans le futur, car certaines sont moins consommatrices de terres rares. RTE estime ainsi entre 2 à 12 kt la consommation cumulée de terres rares entre 2020 et 2050 à destination des aimants permanents des éoliennes en mer, entre un recours systématique aux générateurs à aimants permanents à transmission avec multiplicateur (borne basse), et un recours systématique aux générateurs à aimants permanents à entraînement direct (borne haute)<sup>119</sup>.

Concernant le recyclage, les appels d'offres éolien en mer incluent, à compter de l'appel d'offres n°4 (attribué en 2023, pour une mise en service à l'horizon 2031), des critères de sélection ou des prescription relatifs au recyclage et à la réutilisation des pales, des mâts, des nacelles, des flotteurs et des ancrages (pour le flottant). A titre d'exemple, les projets attribués en 2023 et 2024 incluait tous des engagements de recyclage proche de 100 % pour les pales d'éoliennes.

#### *Prise en compte de l'environnement dans la vie des projets éoliens en mer*

Les travaux actuels de planification et les débats publics conduits jusqu'en avril 2024 sur la mise à jour des DSF constituent une première étape d'évitement puisqu'ils doivent permettre d'identifier des zones de moindres contraintes pour la biodiversité pour choisir les futures zones de projets éoliens en mer. Lors de ces travaux de planification, des études sur le milieu marin ont été réalisées et mises à disposition du public pour aider à mieux appréhender les enjeux environnementaux sur les façades, et aider à la prise de décision sur le choix des zones. Des études paysagères et des photomontages permettant de rendre compte de l'impact de parc éolien en mer fictif depuis des points de vue du littoral alimentent également le débat public et la prise de décision. Par ailleurs, les DSF mis à jour – intégrant notamment la cartographie de l'éolien en mer – feront l'objet d'une évaluation environnementale stratégique.

A l'issue du débat public et d'ici le 26 septembre 2024, l'État présentera les zones retenues in fine pour le lancement d'appels d'offres pour de futurs projets éoliens en mer. Dans une démarche d'évitement, la définition de ces zones tiendra compte des enjeux environnementaux et de la présence d'autres usages (notamment défense, trafic maritime, pêche...). Des mesures sur site auront lieu sur ces zones pour caractériser précisément les enjeux environnementaux.

117 MTECT et RTE (2021). Cycle de vie d'une éolienne en mer posée : de la construction au recyclage. [https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2021-09/2021-09\\_Eolien\\_mer\\_Sud\\_Atlantique\\_DMO\\_Fiche11.pdf](https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2021-09/2021-09_Eolien_mer_Sud_Atlantique_DMO_Fiche11.pdf)

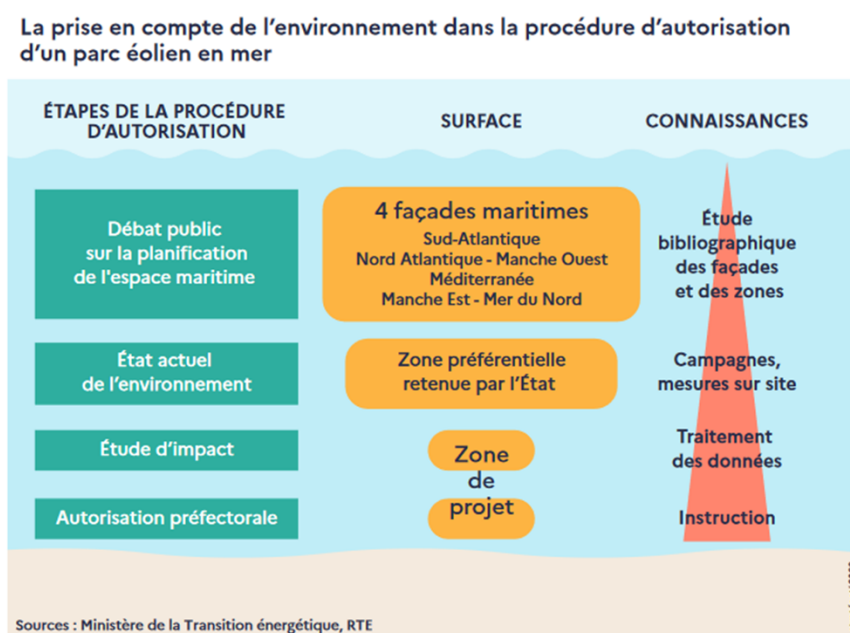
118 RTE (2021). Futurs énergétiques 2050. <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>

119 RTE (2021). Futurs énergétiques 2050. <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>

Une étude d'impact sera menée ensuite par chaque développeur éolien retenu pour la construction et l'exploitation de parcs après mise en concurrence. Leur étude d'impact évaluera précisément l'impact de leur installation sur l'environnement. L'étude d'impact fait partie intégrante du dossier de demande d'autorisations de chaque développeur éolien et est présentée en enquête publique. Les études d'impacts permettent également de proposer des mesures d'évitement, de réduction et de compensation (ERC) des impacts adaptés au projet.

A l'issue de l'instruction du dossier de demandes d'autorisations, les services de l'État peuvent délivrer les autorisations au développeur éolien. Ces autorisations dressent la liste des mesures ERC devant être mises en œuvre par le développeur. Des mesures sont également mises en place durant toute la durée de vie des projets pour suivre leur impact et l'efficacité des mesures ERC prescrites.

*Figure 59 : La prise en compte de l'environnement dans la procédure d'autorisation d'un parc éolien en mer en 2024 (DGEC)*



#### *Analyses spatialisées de la sensibilité de l'environnement à l'éolien en mer*

L'État a fait appel à Créocéan, bureau d'études spécialiste du milieu marin, et Cohabys, cellule de l'Université de La Rochelle, pour réaliser une synthèse cartographique sur l'environnement pour chaque débat public de façade. Certaines cartographies ont été complétées après le débat public.

Cette étude permet de présenter, à travers une série de cartes, des analyses spatialisées des enjeux environnementaux et de leur sensibilité à l'installation de projets éoliens en mer sur chaque façade. Elle vise à rendre public une information robuste pour permettre d'éclairer le choix des futures zones de développement de parcs éoliens en mer sur chaque façade.

#### *Enjeux patrimoniaux et paysagers sur les façades*

Pour ses travaux de planification, l'État a réalisé, pour chaque façade, une étude d'état des lieux des enjeux paysagers et patrimoniaux sur chaque façade. Ces études ont permis de définir les unités paysagères des littoraux et de caractériser la perception d'installation éolienne en mer depuis la côte.

L'Etat a par ailleurs mis à disposition du public lors des débats des photomontages simulant le plus fidèlement possible l'effet visuel depuis la côte d'un parc éolien posé ou flottant et de son poste électrique en mer.

#### *Evaluation environnementale stratégique des DSF*

Conformément au Code de l'environnement, la mise à jour des DSF – constituant des plans-programmes – font l'objet d'une évaluation environnementale stratégique. A ce titre, l'EES traitera de la planification de l'éolien en mer qui fait partie intégrante des DSF.

L'EES devra rendre compte de la démarche d'évaluation environnementale mise en œuvre pour élaborer les DSF et la cartographie de l'éolien en mer. Elle présentera notamment :

- L'articulation des DSF avec les autres plans-programmes ;
- Une description de l'état initial de l'environnement sur les façades maritimes ;
- Les incidences notables probables de la mise en œuvre de la planification sur l'environnement, et notamment les incidences cumulées, et les incidences sur les sites Natura 2000 ;
- Les mesures prises pour éviter, réduire, compenser et suivre les incidences de la planification.

L'EES des DSF mis à jour permettra de saisir l'Autorité environnementale sur les projets de stratégies de façade maritime (SFM) des DSF. Cette saisine est à ce jour envisagée en octobre 2024.

#### *Mesures ERC*

Les mesures ERC sur les projets éoliens en mer peuvent être mises en œuvre à diverses étapes, depuis le choix de la zone jusqu'à la construction et l'exploitation effective de l'installation. L'encadré ci-dessous présente plusieurs exemples de mesures ERC génériques pouvant être mises en œuvre pour limiter l'impact de l'éolien en mer sur l'environnement.

#### **Exemples de mesures ERC mises en œuvre pour les projets éolien en mer**

##### **Eviter**

- Eviter d'installer des parcs éoliens en mer dans les secteurs à plus forts enjeux ou les plus sensibles pour le milieu marin (habitats particuliers, zones fonctionnelles pour des espèces à fort enjeu et sensibles aux effets de l'éolien en mer, trajectoires importantes de migration...) ;
- Adapter les périodes de travaux<sup>120</sup> et d'exploitation<sup>121</sup> sur l'année afin d'éviter les périodes les plus sensibles (présence d'espèces à fort enjeu, migration, reproduction...).

##### **Réduire**

- Limiter l'impact du bruit sous-marin sur les mammifères lors de la construction en procédant à des suivis visuels et/ou acoustiques des zones de travaux, en privilégiant des techniques d'installation moins bruyantes (forage, vibrofonçage), en démarrant progressivement les opérations (« soft-start / ramp-up ») et en mettant en place des dispositifs de confinement du bruit à la source (ex. rideau de bulles) ;
- Adapter la disposition des parcs éoliens en mer à la fréquentation par l'avifaune (réhausse du tirant d'air, alignement des éoliennes...)<sup>122</sup> ;

120 E4.1a et R3.1a - Adaptation de la période des travaux sur l'année

121 E4.2a et R3.2a - Adaptation des périodes d'exploitation / d'activité / d'entretien sur l'année

122 R. 2.2f – Dispositif de passage faune



- Optimiser de la géométrie du projet de sorte à favoriser son intégration paysagère<sup>123</sup> ;
- Intégrer dans les cahiers des charges des prescriptions et critères de sélection relatifs au recyclage des composants (notamment pales, mats, flotteurs, ancrages, aimants permanents, etc.) ainsi que d'utilisation de matériaux recyclés lorsqu'une filière est disponible.

### Compenser

- Restaurer ou réhabiliter des habitats ;
- Réaliser des campagnes de neutralisation de prédateurs.

Les autorisations délivrées aux développeurs éolien et à RTE fixent également un certain nombre de mesures de suivi permettant d'apprécier l'impact du parc et de son raccordement sur la biodiversité et l'efficacité des mesures ERC.

### Le nucléaire

Le parc nucléaire français est constitué de 57 réacteurs de production d'électricité répartis sur 18 sites différents, pour une puissance installée de 62,9 gigawatts électriques (GWe). Ces réacteurs, exploités par EDF, reposent tous sur la même technologie dite « à eau sous pression » et se répartissent en différents paliers standardisés selon la puissance des réacteurs :

- 34 réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe) ;
- 20 réacteurs de 1 300 MWe ;
- 4 réacteurs de 1 450 MWe ;
- 1 réacteur de 1 650 MWe, à savoir le réacteur de technologie EPR de Flamanville 3, mis en service en mai 2024.

La programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2028 (PPE 2) a demandé à la filière nucléaire d'étudier les modalités de production de nouvelles capacités :

- Le réacteur de type EPR2, développé par EDF, constitue la technologie disponible à court terme sur le segment de forte puissance (environ 1 650 MWe). Il est adapté aux caractéristiques du réseau électrique français ;
- Le développement de petits réacteurs modulaires (SMR – Small Modular Reactors), d'une puissance plus faible inférieure à 300 MWe, a été également engagé à des phases de maturité moins avancées, avec notamment le soutien des plans France Relance et France 2030. Cette offre de faible puissance pourrait venir compléter celle des réacteurs de forte puissance et serait également destinée à l'export.

En matière d'énergie nucléaire, le projet de PPE 3 prévoit des mesures visant à :

- Maintenir et renforcer la production nucléaire des installations existantes (*réacteurs nucléaires existants*) :
  - Poursuivre le fonctionnement des réacteurs électronucléaires après 50 ans ou 60 ans, tant que toutes les exigences de sûreté applicables sont respectées ;
  - Augmenter la puissance disponible des réacteurs existants et revenir aux meilleurs niveaux de performance opérationnelle ;
- Augmenter la capacité de production d'énergie d'origine nucléaire française (*nouveaux nucléaires réacteurs*) :
  - Maintenir le soutien de l'Etat au programme industriel de construction de trois paires de nouveaux réacteurs EPR2 portés par EDF, dans la perspective d'une décision finale

123 E2.2d - Mesure d'orientation d'une installation ou d'optimisation de la géométrie du projet



d'investissement par le Conseil d'administration d'EDF en vue de son lancement d'ici à la fin de l'année 2025 ;

- Approfondir l'étude d'un éventuel renforcement du programme électronucléaire ;
- Encourager le développement des SMR et de petits réacteurs innovants ;
- Définir une nouvelle feuille de route et engager les travaux relatifs à la fermeture du cycle du combustible nucléaire et à la mise en place d'un parc de réacteurs à neutrons rapides en France ;
- Poursuivre et compléter la stratégie de retraitement et de valorisation des combustibles nucléaires usés :
  - Poursuivre la stratégie de retraitement et de valorisation du combustible nucléaire et les travaux en vue de renouveler les installations de l'aval du cycle nucléaire ;
  - Mettre en œuvre une filière industrielle européenne de conversion et d'enrichissement de l'uranium de retraitement.

| Climat et énergie                                                   |                                                                                     |                |              |                                |             |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|--------------------------------|-------------|
|                                                                     | Effets notables probables                                                           |                | Type d'effet | Durée                          | Horizon     |
| Impact PPE réacteurs nucléaires existants                           |    | Positif limité | Direct       | Durée de vie des réacteurs     | Moyen terme |
| Impact PPE nouveaux réacteurs nucléaires                            |  | Positif limité | Direct       | Durée de vie des réacteurs     | Moyen terme |
| Impact PPE traitement et recyclage des combustibles nucléaires usés |  | Positif limité | Indirect     | Durée de vie des installations | Moyen terme |

Sur son cycle de vie complet, les émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'énergie nucléaire française sont estimées entre 4 g/kWhCO<sub>2</sub>e<sup>124</sup> et 12 g/kWhCO<sub>2</sub>e<sup>125</sup> ce qui la place dans le même ordre de grandeur que les énergies renouvelables.

L'électrification des usages devrait augmenter significativement la consommation d'électricité française. Les trajectoires de la PPE prévoient que la consommation d'électricité passe de 463 TWh en 2022 à 560 TWh en 2030 et 640 TWh en 2035. Produite à partir d'énergie nucléaire, cette électricité bas-carbone éviterait des émissions de GES en remplaçant d'énergie d'origine fossile. L'impact des mesures de la PPE relatives aux réacteurs nucléaires existants et aux nouveaux réacteurs nucléaires sur ce point est ainsi fortement positif.

124 EDF (2022). ACV du kWh nucléaire EDF. <https://www.edf.fr/groupe-edf/produire-une-energie-respectueuse-du-climat/lenergie-nucleaire/notre-vision/analyse-cycle-de-vie-du-kwh-nucleaire-dedf>

125 GIEC (2023). 6ème rapport d'évaluation. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

Les émissions de GES issues de l'activité de traitement et de valorisation des combustibles nucléaires sont comptabilisées dans l'intensité carbone du nucléaire. Le Code de l'environnement prévoit par ailleurs que la politique française de gestion des combustibles nucléaires recherche la réduction de la quantité et de la nocivité des déchets radioactifs notamment par le retraitement des combustibles usés et le traitement et le conditionnement des déchets radioactifs. La poursuite de la stratégie française de traitement et de recyclage des combustibles nucléaires usés est ainsi de nature à faciliter la prise en compte de cet objectif lors du fonctionnement du parc nucléaire existant. C'est l'un des objets du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs. Les mesures de la PPE relatives au traitement et au recyclage des combustibles nucléaires usés contribuent ainsi de façon indirecte aux effets positifs des mesures de la PPE relatives aux réacteurs nucléaires existants et aux nouveaux réacteurs nucléaires.

| Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Biodiversité et habitats naturels, Risques naturels, Patrimoine architectural, culturel et archéologique |                                                                                     |              |       |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------|---------|
|                                                                                                                                                                      | Effets notables probables                                                           | Type d'effet | Durée | Horizon |
| Impact PPE réacteurs nucléaires existants                                                                                                                            |   | Neutre       |       |         |
| Impact PPE nouveaux réacteurs nucléaires                                                                                                                             |  | Neutre       |       |         |
| Impact PPE traitement et recyclage des combustibles nucléaires usés                                                                                                  |  | Neutre       |       |         |

Le volume d'eau douce prélevé chaque année en France pour les activités humaines représente, en moyenne depuis 2010, environ 32 milliards de m<sup>3</sup>, hors barrages. En 2018, un total de 16 milliards de m<sup>3</sup> du volume d'eau prélevé en France était destiné au refroidissement des centrales de production d'électricité<sup>126</sup> situées en bord de rivière, dans un cadre réglementaire strict. Ces centrales restituent 97 % de cette eau douce prélevée, et plus généralement restituent 99 % de l'eau totale (eaux douce, saumâtre, salée). Ces rejets, vecteurs d'énergie thermique et de réactifs chimiques, ont lieu au même endroit que les prélèvements. EDF suit l'impact de ces rejets sur la thermie et l'hydrobiologie locale.

En moyenne, entre 2010 et 2018, le volume annuel d'eau consommée est estimé à 4,1 milliards de m<sup>3</sup> en France métropolitaine, soit environ 15 % des 27,8 milliards de m<sup>3</sup> d'eau prélevée, hors alimentation

126 SDES (2022). L'eau en France : ressource et utilisation - Synthèse des connaissances en 2021. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/leau-en-france-ressource-et-utilisation-synthese-des-connaissances-en-2021>

des canaux. Le refroidissement des centrales électriques représente 12 % de cette consommation, soit 492 millions de m<sup>3,127</sup>.

Le refroidissement des condenseurs des groupes turbo-alternateurs et des circuits auxiliaires des centrales nucléaires est assuré par de l'eau brute prélevée dans un cours d'eau ou en mer. Les quantités d'eau prélevées sont fonction du type de circuit de refroidissement, selon qu'il s'agit d'un circuit dit ouvert ou d'un circuit dit fermé :

- En circuit ouvert, l'eau prélevée au milieu parcourt l'intérieur des tubes du condenseur en s'échauffant à leur contact puis retourne directement au milieu aquatique. Dans ce cas, l'eau est intégralement restituée au milieu aquatique, dans la mer ou dans une rivière ;
- En circuit dit fermé, l'énergie thermique extraite est cédée en quasi-totalité à l'atmosphère au moyen d'un aéroréfrigérant, et l'échauffement de l'eau est limité à quelques dixièmes de degré.

L'eau prélevée par les 18 centrales nucléaires existantes est restituée à 98,5 % au milieu naturel et à proximité du lieu du prélèvement d'eau. La restitution au milieu de l'eau prélevée est de 100 % pour les centrales en circuit ouvert et 60 % pour les centrales en circuits fermés. Parmi les 57 réacteurs nucléaires existants, 27 sont refroidis au moyen d'un circuit ouvert, dont 15 en bord de mer, 4 en bord d'estuaire et 8 en bord de rivière. Les 30 réacteurs restants ont été conçus avec un circuit de refroidissement fermé.

Les centrales nucléaires existantes font périodiquement l'objet d'un réexamen périodique permettant d'évaluer leur niveau de sûreté et de proposer, le cas échéant, les améliorations nécessaires. L'autorité chargée de la sûreté peut également, à cette occasion, imposer des améliorations techniques ou organisationnelles. Le 5<sup>ème</sup> réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe placera le changement climatique comme un des thèmes centraux, vis-à-vis notamment de la préservation des ressources en eau. Les mesures de la PPE relatives aux réacteurs nucléaires existants sont donc globalement neutres par rapport à la situation actuelle s'agissant de la ressource en eau.

Les réacteurs nucléaires de technologie EPR2 du programme de construction porté par EDF utilisent des systèmes de refroidissement similaires à ceux des réacteurs nucléaires existants. De plus, EDF a retenu une localisation en bord de mer pour les paires de réacteurs EPR2 prévues à Penly et à Gravelines, de sorte que l'impact de ces réacteurs sur l'utilisation de la ressource en eau pour leur refroidissement sera neutre. A l'horizon 2050, un scénario de poursuite selon un rythme soutenu d'un programme de construction électronucléaire conduirait, en ordre de grandeur, à un maintien global de la puissance nucléaire installée actuelle, laquelle puissance induit les besoins de refroidissement. Les mesures relatives aux nouveaux réacteurs nucléaires sont ainsi globalement neutres s'agissant de la ressource en eau.

Les mesures de la PPE relative au traitement et au recyclage des combustibles nucléaires usés consistent à maintenir l'activité existante et ont donc également un impact neutre s'agissant de la ressource en eau.

| Risques technologiques |                           |              |       |         |
|------------------------|---------------------------|--------------|-------|---------|
|                        | Effets notables probables | Type d'effet | Durée | Horizon |

127 SDES (2022). L'eau en France : ressource et utilisation - Synthèse des connaissances en 2021.

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/leau-en-france-ressource-et-utilisation-synthese-des-connaissances-en-2021>

|                                                                     |                                                                                   |        |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Impact PPE réacteurs nucléaires existants                           |  | Neutre |
| Impact PPE nouveaux réacteurs nucléaires                            |  | Neutre |
| Impact PPE traitement et recyclage des combustibles nucléaires usés |  | Neutre |

À la différence d'autres pays, l'autorisation délivrée pour chaque installation nucléaire de base en France, qui incluent les réacteurs nucléaires de production d'électricité et les installations de traitement et de recyclage des combustibles nucléaires usés, n'est pas limitée dans le temps au moment de sa mise en service. Au-delà des arrêts réguliers pour maintenance et rechargement du combustible, l'exploitant doit procéder tous les dix ans au réexamen périodique de sûreté de chaque installation, au cours duquel la conformité au référentiel d'autorisation initial est vérifiée, et des améliorations de sûreté sont mises en œuvre pour atteindre un niveau d'exigence renforcé. Ce niveau est revu continuellement par l'autorité chargée de la sûreté nucléaire en fonction du retour d'expérience, des meilleures pratiques et des travaux de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). L'autorité chargée de la sûreté nucléaire se prononce à l'issue de chaque réexamen périodique sur la poursuite du fonctionnement de l'installation concernée.

Le recensement des opérateurs en matière de risques d'exploitation de réacteurs prend en compte les risques de défaillances de la partie nucléaire de l'installation, des autres équipements qui sont nécessaires à son bon fonctionnement et des autres installations industrielles sur site. Des systèmes de surveillance et de protection sont mis en place, en plus d'équipements de sauvegarde redondants et diversifiés ; leur fonction est de ramener en toute circonstance le réacteur dans un état sûr. Par ailleurs, les équipements importants pour la sûreté de l'installation sont dimensionnés pour résister à des niveaux élevés d'agressions internes et externes (séisme, chute d'avion, etc.). Depuis l'accident de Fukushima de mars 2011, les dispositifs pour faire face à des situations extrêmes ont été renforcés au-delà des marges dont ils disposaient déjà.

La poursuite du fonctionnement des réacteurs nucléaires existants, la construction de nouveaux réacteurs de technologie EPR2 similaire à celle des réacteurs nucléaires existants et la poursuite de la stratégie française de traitement et de recyclage des combustibles usés n'empêche dès lors pas de risque technologique nouveau. Par ailleurs, le 5<sup>ème</sup> réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe placera le changement climatique comme un des thèmes centraux. Les mesures de la PPE relatives au secteur nucléaire sont donc globalement neutres pour ce qui concerne les risques technologiques.

| Ressources épuisables hors énergie fossile et déchets               |                                                                                   |                |              |           |             |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|-------------|
|                                                                     | Effets notables probables                                                         |                | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact PPE réacteurs nucléaires existants                           |  | Négatif limité | Direct       | Permanent | Moyen terme |
| Impact PPE nouveaux réacteurs nucléaires                            |  | Négatif limité | Direct       | Permanent | Long terme  |
| Impact PPE traitement et recyclage des combustibles nucléaires usés |  | Positif majeur | Direct       | Permanent | Moyen terme |

En se basant sur l'indicateur de l'International Reference Life Cycle Data System (ILCD), exprimé en kilogrammes antimoine équivalents par kilowattheure, EDF estime l'impact du parc nucléaire français en matière de consommation de ressources à **4,8 e-6 kg éq Sb/kWh**<sup>128</sup>. Sa décomposition en substances rend compte d'une forte contribution de la ressource en uranium, à hauteur de 91 %.

La poursuite du fonctionnement des réacteurs nucléaires existants nécessitera de poursuivre en conséquence leur approvisionnement en combustible nucléaire, majoritairement constitué d'uranium naturel enrichi. Elle est également de nature à augmenter la quantité de combustible nucléaire usé issu de l'utilisation de ces réacteurs et des déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue qui en sont extraits après leur traitement. L'impact des mesures de la PPE relatives aux réacteurs nucléaires existants est donc négatif s'agissant de l'utilisation des ressources épuisables et de la production des déchets.

La construction de 6 nouveaux réacteurs nucléaires de technologie EPR2, de technologie similaire à celle des réacteurs nucléaires existants s'inscrit dans la perspective d'une consommation de ressources également similaire. S'agissant des déchets radioactifs, les déchets qui seraient produits par de nouveaux réacteurs de type EPR2 sont similaires à ceux déjà produits par le fonctionnement du parc actuel. Pour les déchets les moins radioactifs, les besoins de stockage d'ores et déjà identifiés pour accueillir les déchets du parc existant, que ce soit en matière de volume ou de capacités radiologiques et physico-chimiques, ne sont pas remis en cause pour une quantité de déchets équivalant au déploiement de six réacteurs EPR2. Pour les déchets les plus radioactifs (destinés au stockage géologique profond), il n'est pas identifié à ce stade d'éléments rédhibitoires à leur accueil dans le centre Cigéo actuellement en cours de développement pour les déchets du parc existant. Les

128 EDF (2022). ACV du kWh nucléaire EDF. <https://www.edf.fr/groupe-edf/produire-une-energie-respectueuse-du-climat/lenergie-nucleaire/notre-vision/analyse-cycle-de-vie-du-kwh-nucleaire-dedf>

mesures de la PPE relatives aux nouveaux réacteurs nucléaires sont ainsi négatives s’agissant de l’utilisation des ressources épuisables et de la production des déchets.

Enfin, la stratégie française de traitement recyclage permet une économie d’uranium naturel pouvant aller jusqu’à 20 à 25 %, par une valorisation des matières radioactives (uranium et plutonium) dans les combustibles MOx et URE. Elle permet également une division par 4 du nombre de combustibles usés à entreposer et un conditionnement particulièrement stable des déchets ultimes. Elle donne lieu en outre à une filière économique sur laquelle la France dispose d’une compétence marquée. L’impact des mesures de la PPE relatives au traitement et au recyclage des combustibles nucléaires usés est donc fortement positif pour réduire l’utilisation des ressources épuisables et la production des déchets.

S’agissant de la construction de nouveaux réacteurs électronucléaires, au-delà des mesures d’évaluation et de compensation en matière environnementale déjà prévues individuellement au périmètre de chaque projet, EDF examine les potentiels sites d’accueil au regard de l’analyse très contrainte de nombreux critères, incluant notamment la sûreté nucléaire, la protection de l’environnement (par exemple à l’échelle des bassins fluviaux), la capacité du réseau électrique à évacuer la puissance produite, les critères sociaux-économiques (en matière d’emploi et d’acceptabilité locale, etc.) et la disponibilité du foncier. Compte tenu de la nécessité de préservation de la ressource en eau douce aussi bien en quantité qu’en qualité, les sites en bord de mer présentent des avantages pour l’implantation de nouveaux réacteurs nucléaires, de même que les localisations à proximité de cours d’eau présentant de bonnes perspectives hydrologiques pour la fin du siècle, dès lors que l’ensemble des autres critères sont également favorables.

**Le parc thermique**

La PPE va entraîner la baisse de la production d’électricité d’origine fossile et donc diminuer l’impact de ces installations sur l’environnement.

| Climat et énergie, Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Biodiversité et habitats naturels, Risques naturels et technologiques, Santé humaine et pollutions, Patrimoine architectural, culturel et archéologique |                                                                                     |  |                |        |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------|--------|-------------|
|                                                                                                                                                                                                                                        | Effets notables probables                                                           |  | Type d’effet   | Durée  | Horizon     |
| Impact PPE                                                                                                                                                                                                                             |  |  | Positif majeur | Direct | Permanent   |
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |  |                |        | Court terme |

Les centrales thermiques sont sources d’émissions de GES et d’émissions de polluants atmosphériques. Les émissions à la combustion pour produire l’équivalent d’1 kWh d’énergie valent respectivement<sup>129</sup> :

- Charbon : 1 058 gCO<sub>2</sub>e/kWh ;
- Fioul-vapeur : 730 gCO<sub>2</sub>e/kWh ;

129 ADEME (2024). Base empreinte. <https://base-empreinte.ademe.fr/documentation/base-carbone>. Le périmètre des données comprend l’amont et la combustion pour les sources conventionnelles. La production d’1 kWh d’énergie n’équivaut pas à la production d’1 kWh d’électricité, le rendement de chaque installation est encore à prendre en compte

- Gaz naturel : 418 gCO<sub>2</sub>e/kWh.

A titre de comparaison, le nucléaire est estimé entre 4 gCO<sub>2</sub>e/kWh et 12 gCO<sub>2</sub>e/kWh, le PV 3 gCO<sub>2</sub>e/kWh, l'éolien terrestre 1 gCO<sub>2</sub>e/kWh et l'éolien en mer 1,5 gCO<sub>2</sub>e/kWh.

Les émissions de polluants atmosphériques du parc thermique à combustion fossile de production d'électricité pour l'année 2022 sont, selon le Citepa<sup>130</sup>, de :

- NO<sub>x</sub> : 10,5 kt, soit -90 % par rapport à 1990. Les oxydes d'azotes impactent les systèmes respiratoires avec un potentiel de nuisance 40 fois supérieur au CO. Il concourt au réchauffement climatique en participant à la formation d'ozone photochimique et participe de l'acidification des pluies ;
- SO<sub>2</sub> : 3,7 kt, soit -99 % par rapport à 1990. Le dioxyde de soufre impact le système respiratoire, provoquant des irritations. Il participe de l'acidification des milieux naturels ;
- PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub> : respectivement 0,2 kt et 0,3 kt, soit -90 % et -95 % par rapport à 1990. Les particules fines, du fait de leur taille peuvent pénétrer profondément dans les voies respiratoires et provoquer de graves problèmes de santé selon leur composition (la qualification de « particule fine » ne fait référence qu'à leur taille). Ces émissions représentent un enjeu à la fois pour le réchauffement climatique, pour la santé humaine et pour les milieux naturels, leur limitation est encadrée de près par la réglementation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

L'utilisation des énergies fossiles place la France en situation de dépendance vis-à-vis de ses fournisseurs. Il s'agit de ressources dont les stocks sont limités. La réduction de leur utilisation par la PPE a un impact positif sur leur préservation.

De plus, la réduction du parc fossile prévue par la PPE va entraîner la baisse des risques qui y sont liés. Les risques liés aux centrales thermiques fossiles résultent de la concentration de combustibles dans un même endroit. Les centrales à charbon représentent donc un risque d'incendie important. Les centrales au gaz et au fioul, sont sujettes aux risques d'incendie et d'explosion. Ces incidents sont à mettre en regard avec la proximité de certaines de ces installations avec d'autres installations classées ICPE. La réglementation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) encadre de près les risques liés à ce type d'installation.

### Les importations et exportations d'électricité

Les importations et exportations d'électricité dépendent du couplage européen des marchés. Ces volumes peuvent fortement varier d'une année sur l'autre. Cela a par exemple permis à la France de passer d'une situation d'importatrice de 16 TWh en 2022 à une situation d'exportatrice de 50 TWh en 2023 sans incidence sur la qualité de service pour les consommateurs et sans rupture d'approvisionnement.

Grâce au système d'échange des quotas d'émissions, dont le coût est internalisé par les producteurs dans leurs offres sur les marchés, ce couplage européen permet de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> à la maille européenne. Par ailleurs, pour la France, on peut constater que les exportations sont principalement l'été et qu'il s'agit alors d'électricité décarbonée. A l'inverse, les importations en hiver sont carbonées mais évitent le recours à d'autres moyens carbonés présents sur le territoire national.

### 4.1.3. Sécurité d'approvisionnement, flexibilités, développement des réseaux

130 Citepa (2024). Rapport Secten. [https://ressources.citepa.org/Comm\\_Divers/Secten/Citepa\\_Secten%202024.pdf](https://ressources.citepa.org/Comm_Divers/Secten/Citepa_Secten%202024.pdf)



#### 4.1.3.1. La sécurité d'approvisionnement en électricité et le recours aux flexibilités

La PPE prévoit de développer un bouquet de flexibilités afin d'assurer la sécurité d'approvisionnement en électricité et l'optimisation du système électrique. Les leviers suivants pourront être mobilisés : pilotage de la demande (modulation de la consommation, effacements), stockage par batteries, moyens de production pilotables comme les centrales nucléaires ou thermiques décarbonées, stations de transfert d'énergie par pompage (STEP) ou les interconnexions.

| Climat et énergie, Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Biodiversité et habitats naturels, Risques naturels et technologiques, Santé humaine et pollutions, Patrimoine architectural, culturel et archéologique |                                                                                   |                |              |           |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|------------|
|                                                                                                                                                                                                                                        | Effets notables probables                                                         |                | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact PPE flexibilités (effacements et stockage notamment)                                                                                                                                                                            |  | Positif limité | Indirect     | Permanent | Long terme |

Le développement des flexibilités évite un éventuel surdimensionnement du système électrique dont le but serait de couvrir les pointes de demande et d'assurer la sécurité d'approvisionnement. Elles permettent donc de réduire l'impact environnemental du système électrique dans son ensemble.

Bien que cet impact soit positif au niveau du système électrique global, certains moyens de flexibilité ont un impact négatif quand ils sont pris de manière isolée. Les moyens de flexibilité de la demande et les mécanismes de marché ont un impact très limité. L'impact des STEP est traité dans la partie « L'hydroélectricité et STEP » ci-avant et l'impact des interconnexions est traité dans la partie « Le réseau électrique » ci-après. La partie suivante traite de l'impact des batteries stationnaires employées pour le stockage de l'électricité.

#### Les batteries stationnaires

| Climat et énergie, Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Biodiversité et habitats naturels, Risques naturels et technologiques, Santé humaine et pollutions |                                                                                     |                |              |           |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|-------------|
|                                                                                                                                                                                   | Effets notables probables                                                           |                | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact PPE batteries stationnaires                                                                                                                                                |  | Négatif limité | Direct       | Permanent | Court terme |

La production de batteries stationnaires est émettrice de gaz à effet de serre. RTE estime à 0,084 kgCO<sub>2</sub>e/kWh déchargé (c'est-à-dire par kWh que la batterie a réinjecté) les émissions d'une batterie sur son cycle de vie en 2020<sup>131</sup>. Par ailleurs, certains produits rentrant dans la composition d'une

<sup>131</sup> RTE (2021). Futurs énergétiques 2050. <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>

batterie présentent des risques environnementaux et sanitaires s'ils sont relâchés par accident. Les batteries sont également à risque d'emballement thermique pouvant créer un départ d'incendie<sup>132</sup>.

Les batteries, notamment celles basées sur la technologie lithium-ion, sont par ailleurs consommatrices de ressources du sous-sol, et en particulier de nombreux métaux critiques. Toujours selon RTE, les besoins matières moyens des batteries stationnaires, exprimés en t/MWh de capacité, se décomposeraient ainsi à l'horizon 2035 :

| Ressource              | Aluminium | Cuivre  | Acier     | Béton  | Cobalt   | Argent |
|------------------------|-----------|---------|-----------|--------|----------|--------|
| Besoin matière (t/MWh) | 1,3       | 1,3     | 2,0       | 9,6    | 0,104    | 0,001  |
| Ressource              | Graphite  | Lithium | Manganèse | Nickel | Silicium |        |
| Besoin matière (t/MWh) | 0,219     | 0,293   | 0,041     | 0,274  | 0,011    |        |

Les enjeux de ces différentes ressources sont détaillés de manière plus approfondie en partie 5.2.2 de la présente évaluation environnementale stratégique.

### Le réseau électrique

La PPE prévoit un développement important du réseau de transport et de distribution d'électricité afin de raccorder les nouveaux moyens de production (énergies renouvelables, nouveaux réacteurs nucléaires) et pourvoir à l'augmentation de la consommation, notamment pour les grands sites et les zones industrialo-portuaires. L'impact environnemental du réseau électrique est donc amené à augmenter sur les parties du territoire concernées.

| Climat et énergie, Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Biodiversité et habitats naturels, Risques naturels et technologiques, Patrimoine architectural, culturel et archéologique |                                                                                     |                |              |           |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|------------|
|                                                                                                                                                                                                           | Effets notables probables                                                           |                | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact PPE réseau électrique                                                                                                                                                                              |  | Négatif limité | Indirect     | Permanent | Long terme |

Selon RTE<sup>133</sup>, l'impact du réseau électrique sur les sols est limité : RTE estime en moyenne à 0,0002 ha/km de ligne électrique et 3,35 ha/poste électrique la surface artificialisée par le réseau de transport. Au total, RTE estime à 6 500 ha la surface artificialisée en 2050 par le réseau de transport, contre 4 600 ha en 2019. Certains co-usages sont par ailleurs limités par la présence d'ouvrages du réseau de transport : la présence de milieux forestiers est limitée dans le pourtour des lignes

<sup>132</sup> INRS (2023). Utilisation de batteries au lithium. <https://www.inrs.fr/metiers/energie/utilisation-batteries-lithium.html>

<sup>133</sup> RTE (2021). Futurs énergétiques 2050. <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>

électriques sauf entretien régulier permettant de limiter la hauteur de la végétation, tandis qu'une distance de sécurité réglementaire restreint les co-usages possibles avec les activités humaines. Ces distances de sécurité, notamment avec les habitations, permettent d'écarter tout risque sur la santé humaine.

L'entretien de la végétation par les gestionnaires de réseau autour des ouvrages du réseau électrique, susceptible de détruire des habitats naturels, est soumis à des normes environnementales pour la sauvegarde de la flore, de la faune et des paysages<sup>134</sup>. Les aménagements de lignes électriques peuvent par ailleurs avoir un impact sur la population d'oiseaux, qui sont à risque de collision et d'électrocution<sup>135</sup>.

Le réseau électrique et a fortiori le réseau de transport a un impact visuel sur les paysages. La construction de lignes souterraines permet de lever tout impact visuel au prix d'un impact plus important sur les sols (risque de pollution des nappes, impact sur l'écoulement des eaux, assèchement des sols du fait de l'échauffement des câbles)<sup>136</sup>. Par ailleurs, les câbles souterrains haute tension présentent une puissance réactive plus élevée qu'elle ne l'est pour les lignes aériennes. Le recours à des lignes souterraines n'est donc pas toujours techniquement envisageable, sans compter le fait que leur coût est également plus élevé pour la collectivité.

Le réseau électrique est également consommateur de ressources naturelles, et notamment de deux métaux critiques de la transition énergétique : l'aluminium et le cuivre. RTE estime ainsi les consommations suivantes pour le réseau de transport entre 2020 et 2050 :

| Réseau de transport      | Aluminium | Cuivre | Acier | Béton |
|--------------------------|-----------|--------|-------|-------|
| Consommation matière (t) | 351       | 327    | 995   | 2 956 |

Les impacts spécifiques à chaque ressource sont précisés dans la partie 5.2.2.

#### 4.1.3.2. La sécurité d'approvisionnement en gaz

Les mesures portées par la PPE permettront le développement de production de biométhane et la baisse de consommation de gaz naturel, tels qu'au total leur consommation additionnée baissera également. À long terme, cela réduira les impacts liés aux infrastructures d'importation de GNL et de stockage de gaz naturel, que la PPE prévoit de réévaluer selon l'évolution de l'approvisionnement en gaz naturel.

Climat et énergie, Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Biodiversité et habitats naturels, Risques naturels et technologiques, Santé humaine et pollutions

<sup>134</sup> Ligue pour la protection des oiseaux (2022). Bulletin annuel thématique du Comité National Avifaune. <https://www.lpo.fr/media/read/20718/file/OetLE%2042%20rev8.pdf>

<sup>135</sup> Ligue pour la protection des oiseaux (2023). Lignes électriques. <https://www.lpo.fr/la-lpo-en-actions/developpement-durable/energie/lignes-electriques>

<sup>136</sup> RTE (2011). Étude de la technique souterraine appliquée au projet Avelin-Gavrelle. <https://assets.rte-france.com/prod/public/2020-07/ILC-n5-161014-RapportCESI-final.pdf>

|                                     | Effets notables probables                                                         |                | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|------------|
| Impact PPE flexibilités et stockage |  | Positif limité | Indirect     | Permanent | Long terme |

Dans son rapport sur l'avenir des infrastructures gazières<sup>137</sup>, la CRE anticipe une baisse allant de 33 à 74 % du besoin en stockage en 2050, dans le cas d'un hiver froid au risque 2 %, résultant de la baisse du besoin en modulation saisonnière (le gaz étant moins utilisé à des fins de chauffage) et de la baisse de la pointe de consommation en gaz.

### Le réseau de gaz

La PPE prévoit de conserver la quasi-totalité du réseau de transport de gaz et d'investir dans le réseau de distribution afin d'accueillir la hausse de production de biométhane injecté dans le réseau. La PPE prévoit d'encadrer l'extension des réseaux existants, mais un impact environnemental est donc à prévoir là où le réseau sera étendu.

| Climat et énergie, Sols et sous-sols, Biodiversité et habitats naturels, Risques naturels et technologiques, Santé humaine et pollutions |                                                                                     |                |              |           |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|------------|
|                                                                                                                                          | Effets notables probables                                                           |                | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact PPE réseau de gaz                                                                                                                 |  | Négatif limité | Indirect     | Permanent | Long terme |

Le réseau de gaz est en effet responsable d'émissions de gaz à effet de serre du fait des fuites de méthane au sein du réseau et la consommation d'énergie des stations de compression du réseau de transport, bien que celle-ci soit amenée à baisser étant donné la baisse globale de consommation de gaz méthane prévue par la PPE. Le réseau de gaz est responsable d'artificialisation des sols et présente des risques technologiques (explosions et incendies)<sup>138</sup>.

#### 4.1.3.3. La sécurité d'approvisionnement en carburants

La baisse de la consommation en carburants qui résultera des mesures portées par la PPE permettra de diminuer le volume nécessaire de stocks stratégiques de pétrole brut et de carburants fossiles, et donc de réduire les impacts associés.

<sup>137</sup> CRE (2023). Avenir des infrastructures gazières aux horizons 2030 et 2050, dans un contexte d'atteinte de la neutralité carbone. <https://www.cre.fr/documents/rapports-et-etudes/avenir-des-infrastructures-gazieres-aux-horizons-2030-et-2050-dans-un-contexte-d-atteinte-de-la-neutralite-carbone.html>

<sup>138</sup> CGEDD et CGE (2020). La sécurité des réseaux de distribution de gaz naturel. <https://www.economie.gouv.fr/cge/securite-reseaux-gaz>

| Climat et énergie, Ressources en eau et milieux aquatiques, Sols et sous-sols, Biodiversité et habitats naturels, Risques naturels et technologiques, Santé humaine et pollutions |                                                                                   |                |              |           |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|------------|
|                                                                                                                                                                                   | Effets notables probables                                                         |                | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact PPE flexibilités et stockage                                                                                                                                               |  | Positif limité | Indirect     | Permanent | Long terme |

#### 4.1.4. Résumé des enjeux environnementaux de la PPE 3 par rapport à un scénario sans

Tableau 22 : Résumé des enjeux environnementaux de la PPE 3 par rapport à un scénario sans

|                                | Climat-énergie                                                                                                                                                             | Biodiversité, sols et eau                                                                                                                                                                  | Ressources (métaux...)                                                              | Risques                                                                              | Santé et pollutions                                                                   | Patrimoine                                                                            |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Baisse énergie finale          |                                                                                           |                                                                                                           |    |                                                                                      |    |    |
| Baisse énergie fossile         |                                                                                           |                                                                                                           |    |    |    |    |
| Biomasse solide                |  ou    |                                                                                                          |                                                                                     |                                                                                      |   |                                                                                       |
| PAC                            |                                                                                         |                                                                                                         |                                                                                     |  |                                                                                       |  |
| Géothermie thermique           |                                                                                         |                                                                                                         |  |  |  |  |
| Solaire thermique              |                                                                                         |                                                                                                         |  |  |                                                                                       |  |
| Récupération chaleur           |                                                                                         |                                                                                                         |                                                                                     |                                                                                      |  |  |
| Valorisation déchets           |                                                                                         |                                                                                                         |  |  |  |  |
| Biocarburants                  |  ou  |                                                                                                         |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |
| Gaz naturel                    |                                                                                         |                                                                                                                                                                                            |                                                                                     |  |  |                                                                                       |
| Gaz renouvelable               |  ou  |  Biodiv/sol<br> Eau  |  |                                                                                      |  |                                                                                       |
| Hydrogène                      |                                                                                         |                                                                                                         |  |  |                                                                                       |                                                                                       |
| Hydroélectricité + STEP        |                                                                                         |                                                                                                         |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |  |
| Éolien terrestre               |                                                                                         |                                                                                                         |  |  |  |  |
| Photovoltaïque                 |                                                                                         |                                                                                                         |  |  |                                                                                       |  |
| Energies marines renouvelables |                                                                                         |  Eau/biodiv<br> Sols |  |  |  |  |
| Réacteurs nucléaires existants |                                                                                         |                                                                                                         |  |  |  |  |

|                                                                            |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nouveaux réacteurs nucléaires                                              |                                                                                    |                                                                                    |                                                                                    |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                      |
| Traitement et recyclage des combustibles nucléaires usés                   |                                                                                    |                                                                                    |   |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                      |
| Thermique fossile                                                          |   |   |                                                                                                                                                                     |   |   |   |
| Sécurité d'approvisionnement en électricité et le recours aux flexibilités |                                                                                    |                                                                                    |                                                                                    |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                      |
| Batteries stationnaires                                                    |                                                                                    |                                                                                    |                                                                                    |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                                                                                                         |
| Réseau électrique                                                          |                                                                                    |                                                                                    |                                                                                    |                                                                                      |                                                                                                                                                                         |                                                                                      |
| Sécurité d'approvisionnement en gaz                                        |                                                                                    |                                                                                    |                                                                                    |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                                                                                                         |
| Réseau de gaz                                                              |                                                                                    |                                                                                    |                                                                                                                                                                     |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                                                                                                         |
| Sécurité d'approvisionnement en carburants                                 |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                                                                                                         |

## 4.4. Mise en œuvre de la Stratégie de développement de la mobilité propre

La présente partie évalue les leviers de décarbonation du secteur des transports présentés dans la partie 4 de la SDMP, ainsi que les propositions d'actions pour les mettre en œuvre détaillées dans l'annexe associée. Il est rappelé que les actions proposées dans la SDMP et évaluées dans le présent document ont une valeur d'orientation.

### 4.4.0. Scénario de référence

#### 4.4.0.1. Description du scénario de référence

La SNBC vise à agir sur l'ensemble des leviers : décarbonation des véhicules via l'électrification et le passage à des carburants durables décarbonés pour les modes non électrifiables, amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules, report modal, maîtrise de la demande, amélioration du covoiturage et du taux de chargement des véhicules.

##### a) Le scénario relatif à la SDMP 2

La Stratégie de Développement des Mobilités Propres 2 (SDMP) (publiée en 2020) s'inscrivait dans le cadre d'un objectif d'émissions pour le secteur des transports domestiques de 99 MtCO<sub>2</sub>e en 2030, dans le cadre d'une stratégie énergie-climat visant une réduction des émissions de 43% par rapport à 1990.

##### b) Le scénario relatif à la SDMP 3

La Stratégie de Développement des Mobilités Propres 3 s'inscrit dans le cadre d'un objectif renforcé de réduction des émissions pour le secteur des transports domestiques à 90 MtCO<sub>2</sub>e en 2030, suite à l'adoption du paquet énergie-climat européen et au rehaussement des objectifs nationaux à 50% de réduction des émissions brutes.

##### c) Le scénario avec mesures existantes adoptées au 31 décembre 2023 (scénario de référence)

L'évaluation environnementale de la SDMP utilise comme scénario de référence le scénario « Avec Mesures Existantes » (AME) provenant des travaux de la DGEC, conçu par un comité d'experts ministériels, sectoriels et des différentes parties prenantes concernées. Le scénario AME 2024 intègre **l'impact des politiques et mesures adoptées jusqu'au 31 décembre 2023** afin d'évaluer leur impact sur la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre. Il a consisté en une mise à jour du scénario AME 2023 pour répondre au rapportage européen<sup>139</sup>.

**Les modélisations du secteur transport** ont été effectuées par différents services du Ministère de l'Écologie. Les trafics terrestres sont modélisés à l'aide du modèle multimodal de déplacements MODEV du Commissariat général au développement durable (CGDD), permettant de décrire les variations de mobilité nationale. Pour la demande de transports de marchandises, le modèle de demande de la DGITM est utilisé. Les trafics aériens sont modélisés à l'aide du modèle de trafic de la Direction générale de l'aviation civile (DGAC). Enfin, l'électrification des parts de marché des différentes énergies des véhicules est déterminée en fonction des règlements européens sur les véhicules puis traduites dans le mix du parc roulant à l'aide du modèle de parcs de véhicules de la DGEC.<sup>140</sup>

<sup>139</sup> Ministère de l'Écologie, <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/scenarios-prospectifs-energie-climat-air>.

<sup>140</sup> AME 2024.



Les mesures transports prises en compte dans le scénario de référence peuvent être divisées en quatre parties : l'électrification du parc routier (véhicules privés, poids lourds et bus et cars), le report modal vers les modes peu carbonés, les biocarburants, l'aviation et enfin le maritime.

### **Electrification du parc routier**

Nous pouvons noter l'intégration de l'adoption des règlements européens ayant pour objectif de fixer la réduction d'émissions de véhicules neufs vendus en 2030 par rapport à 2021 de 55% pour les véhicules particuliers (VP), de 50% pour les véhicules utilitaires légers (VUL) (règlements renforcés adoptés dans le cadre du Paquet Fit 55) et de 30% pour les poids lourds (PL) (pour les poids lourds seul le règlement de 2019 est pris en compte). L'interdiction des véhicules thermiques en 2035 pour les véhicules particuliers et les véhicules utilitaires légers est aussi prise en compte.

L'objectif d'un maximum de 5% des véhicules neufs ne pouvant pas dépasser 123gCO<sub>2</sub>/km WLTP en 2030 est pris partiellement en compte, à savoir la moitié de la trajectoire entre aujourd'hui et 2030.

Les dispositifs de soutien à l'achat ou à la location de véhicules électriques (bonus écologique, aide au leasing, prime à la conversion, amortissement comptable et dispositif de suramortissement des véhicules), les dispositifs d'aide à l'installation de bornes de recharge publiques ou privées sont pris en compte de manière indirecte, comme venant en soutien aux règlements européens. L'intégration de véhicules à faibles émissions lors du renouvellement des flottes des entreprises fait partie du scénario de référence, y compris son renforcement par les objectifs Fit55.

Concernant les transports en commun, l'obligation de verdissement des bus et cars datant de la révision de la directive véhicules propres en juin 2019 et le décret n°2021-1492 du 17 novembre 2021 est prise en compte.

### **Report modal**

Le Plan vélo, les mesures de développement de transports collectifs et la mise en place des zones à faibles émissions sont aussi pris en compte<sup>141</sup> afin de pouvoir proposer une régulation pertinente du trafic national et accélérer le potentiel de report modal. De plus, le Grand Paris et les mesures relatives au report modal décrites dans la loi LOM sont pris en compte.

Concernant le covoiturage, le taux d'occupation des véhicules augmente de 2% sur la période 2024 – 2050 grâce à la mise en place du grand plan national.

Enfin, le marché carbone européen, ou le Système d'Echange de Quotas d'Emissions<sup>142</sup> (SEQE), la majoration sur les billets d'avion, ainsi que la compensation carbone pour les vols intérieurs, sont tout autant d'instruments fiscaux permettant de garantir la bonne intégration du coût carbone au sein de l'environnement fiscal et économique français. Le SEQE 2<sup>143</sup> n'est pas pris en compte dans le scénario présenté.

Les aides au transport combinée pour le fret ferroviaire sont maintenues, permettant ainsi une transition plus facile vers les modes massifiés.

<sup>141</sup> Le retardement de leur implantation en 2025 implique un effet réel moindre à court terme que dans le scénario de référence.

<sup>142</sup> Le Système d'Echanges de Quotas d'Emissions est un mécanisme instauré par l'Union Européen visant à réduire progressivement les émissions de gaz à effet de serre. Les entreprises reçoivent ou achètent des quotas permettant d'émettre une quantité de CO<sub>2</sub> déterminée, qu'elles peuvent échanger entre elles. [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/what-eu-ets\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/what-eu-ets_en)

<sup>143</sup> Le SEQE 2 est un nouveau marché incorporant les secteurs qui n'étaient pas encore couverts par le SEQE 1, comme les transports routiers ou le bâtiment.

## Biocarburants

Le taux d'incorporation légiféré par la Taxe Incitative Relative à l'Utilisation d'Energie Renouvelable dans le Transport<sup>144</sup> (TIRUERT) est aussi pris en compte, avec une stabilisation après 2025.

## Aviation

Le scénario de référence AME prend en compte intégralement le règlement européen Refuel EU<sup>145</sup>. Par ailleurs, la compensation carbone des vols intérieurs, le Régime de compensation et de réduction du carbone pour l'aviation internationale (CORSIA<sup>146</sup>), et la fin des liaisons aériennes pouvant être réalisées en 2h30 de trains ont été intégrés dans la modélisation DGEC.

## Maritime

De manière analogue au secteur de l'aviation, la réglementation FuelEU Maritime<sup>147</sup> a été intégrée dans la modélisation.

### 4.4.0.2. Bilan de la SDMP 2019 – 2024 et perspectives SDMP 3

Le 2<sup>ème</sup> budget carbone 2019 – 2023

|                     | Emissions historiques réalisées (en Mt CO <sub>2</sub> eq) - années de référence |      |      | Emissions annuelles moyennes pour la période décrite (en MtCO <sub>2</sub> eq) |                                        |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------|------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Année               | 1995                                                                             | 2005 | 2015 | 2e budget carbone (2019 - 2023) ajusté                                         | 3e budget carbone (2024 - 2028) ajusté |
| Transports (SNBC 2) | 124                                                                              | 145  | 138  | 129                                                                            | 113                                    |

| Emissions annuelles (en MtCO <sub>2</sub> eq) | Budget carbone 2 (2019-2023) (ajusté techniquement en 2024 <sup>148</sup> )<br>Ecart par rapport au budget carbone annuel indicatif en Mt CO <sub>2</sub> eq<br>(écart calculé sur la base du Secten 2024) |      |      |      |      |           |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|-----------|
|                                               | 2019                                                                                                                                                                                                       | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2019-2023 |
| Transports                                    | +1                                                                                                                                                                                                         | -19  | -2   | 5    | 4    | -11       |

Tableau 23 : Budgets Carbone 2019 - 2023 SNBC 2

<sup>144</sup> La TIRUERT fixe un objectif d'utilisation d'énergie renouvelable dans le transport au-delà duquel le montant dû au titre de cette taxe est nul pour le redevable. Il s'agit d'un mécanisme incitatif dont l'objectif principal n'est pas le paiement de la taxe mais qui vise à induire une modification du comportement des redevables (principalement les dépôts pétroliers), pour améliorer l'utilisation d'énergie renouvelable dans le transport. <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/fiscalite-energies>

<sup>145</sup> RefuelEU Aviation : <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/2405/oj>.

<sup>146</sup> CORSIA : <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/default.aspx>.

<sup>147</sup> FuelEU Maritime : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0562>.

<sup>148</sup> Conformément au Code de l'environnement (Article D. 222-1-B) un ajustement technique provisoire des budgets carbone a été réalisé au regard de l'inventaire Secten 2024 du Citepa au regard d'une évolution de la comptabilité des émissions de gaz à effet de serre pour les inventaires.

Le secteur des transports en France devrait respecter son budget carbone (-11 MtCO<sub>2</sub>eq cumulées sur la période 2019-2023, selon les pré-estimations relatives du Citepa).

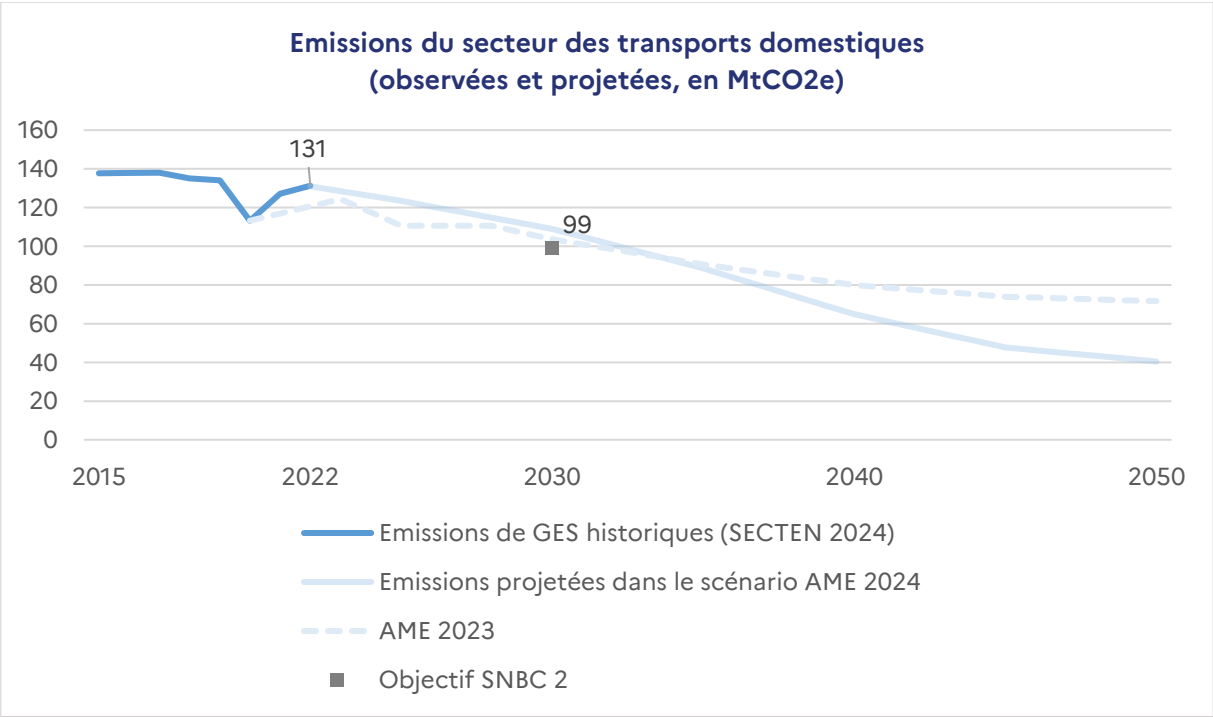


Figure 60 : Trajectoire d'émissions domestique sous hypothèses du scénario de référence (AME 2024, modélisation DGEC)

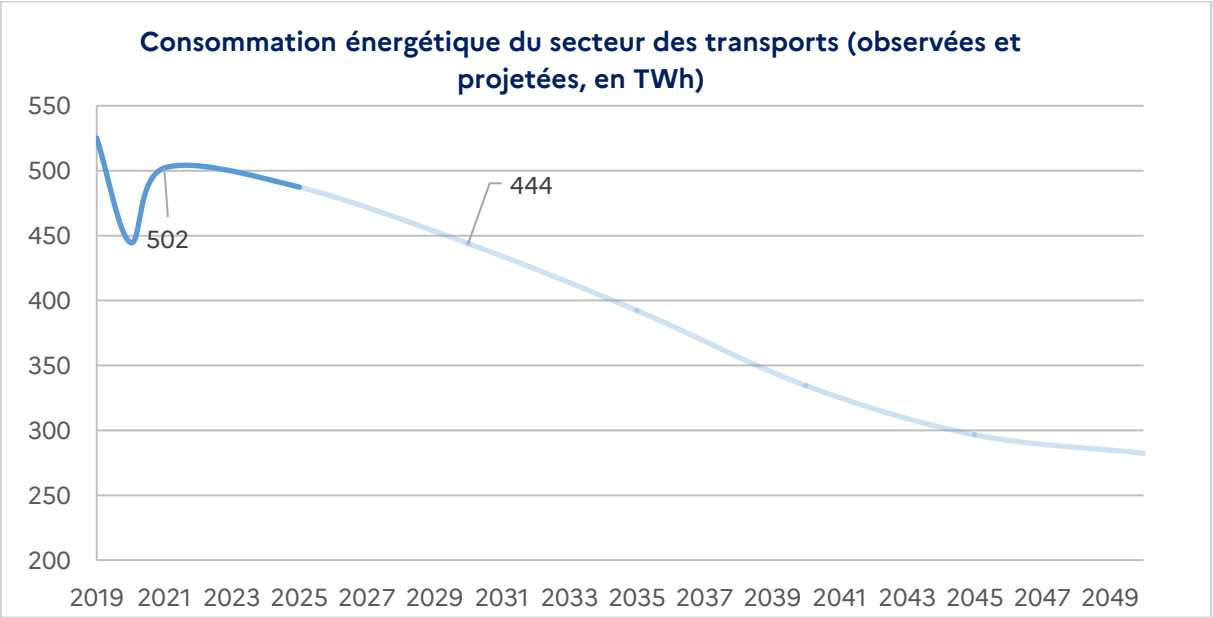


Figure 61 : Trajectoire de consommation énergétique sous hypothèses de scénario de référence (AME 2024, modélisation DGEC)

Atteinte des objectifs 2023 de la SDMP 2 :

Les cibles d'électrification de la SNBC 2 ont bien été atteintes en 2023 (17% de voitures électriques vendues contre un objectif fixé de 7%, 9% de voitures hybrides rechargeables vendues contre un objectif de 7%). Les émissions des véhicules thermiques évaluées par les émissions WLTP sont en baisse. Toutefois la diffusion des véhicules décarbonés au sein du parc roulant prend du temps, d'autant que les immatriculations sont en recul. Le report modal vers des modes de transport plus durables, tels que le train ou le vélo, n'a pas été aussi marqué qu'attendu. Malgré les efforts pour promouvoir les alternatives écologiques, l'utilisation des transports en commun et des modes actifs reste inférieure à l'objectif, notamment dans les zones périurbaines et rurales. De plus, le covoiturage, bien qu'en progression, reste marginal face à l'usage dominant de la voiture individuelle, surtout pour les trajets courte distance comme le domicile-travail.

En parallèle, l'augmentation du trafic de marchandises, en partie liée à la reprise économique post-COVID, a contribué à maintenir un niveau élevé d'émissions. La stagnation des investissements dans les infrastructures de fret ferroviaires et fluviales, ainsi que les défis liés à l'électrification des poids lourds, ont rendu la réduction des émissions dans ce secteur plus difficile. Ces dynamiques ont permis de respecter le budget carbone, mais de manière précaire. Il convient donc d'accentuer les dynamiques déjà amorcées par la SDMP précédente telles que le report modal, l'électrification du parc et la sobriété, clés dans la diminution des émissions de CO<sub>2</sub>.

#### Atteinte des objectifs de la SDMP à horizon 2030 :

Le scénario AME 24 n'est pas un exercice de prévision, mais d'évaluation qui permet d'estimer, compte-tenu des mesures adoptées à date, l'atteinte des objectifs futurs. Les émissions de GES baissent de 24% en 2030 par rapport à 2022 notamment en lien avec l'électrification du parc roulant, le renforcement du taux d'incorporation des biocarburants, la baisse des consommations énergétiques. En 2030, les émissions à horizon 2030 dépassent de 9 MtCO<sub>2</sub>e l'objectif de la SNBC 2 (109 MtCO<sub>2</sub>e au lieu de 99 MtCO<sub>2</sub>e). Elles sont supérieures à la cible de 90 MtCO<sub>2</sub>e de la SDMP 3. Au-delà de 2030 les émissions de GES continuent de baisser en raison des délais de renouvellement du parc roulant et des règlements européens qui fixent des objectifs de long terme sur la baisse des émissions des véhicules neufs, la sortie des véhicules thermiques, les taux d'incorporation de carburants durables dans l'aérien pour atteindre 40 MtCO<sub>2</sub>e en 2050.

#### 4.4.0.2. Bilan détaillé par actions majeures

Cette partie étudie les actions menées par la SDMP 2019-2024 (ci-après nommée « SDMP 2 ») et dresse un bilan des actions qui ont été entreprises suite à son adoption. Elle suivra la structure de cette-dernière.

#### ***Permettre à tous les territoires de bénéficier de services de mobilité alternatifs à l'usage individuel***

##### **Objectif de la SDMP 2**

L'objectif principal était de fournir à toutes les collectivités territoriales des offres de services qui permettent aux habitants de se mouvoir sans la contrainte de la mobilité individuelle. Chaque collectivité territoriale française devait impérativement se doter ou être incluse d'une instance de planification des mobilités, afin d'assurer une gestion cohérente et adaptée aux spécificités locales, mais aussi fournir des offres de transport adaptées aux fréquences et trafics, comme des mobilités autonomes partagées.

##### **Propositions de la SDMP 2**

La SDMP 2 proposait la dotation d'une instance d'organisation de la mobilité sur chaque territoire, à savoir les AOM, ainsi que l'extension de son périmètre d'action aux mobilités actives, partagées et aux services de mobilité à caractère social. L'objectif fixé pour la période 2019-2023 était de parvenir à un recouvrement total du territoire par ces instances, garantissant ainsi une meilleure coordination des déplacements au niveau national. Cette couverture complète visait à répondre à des défis tels que la réduction des inégalités territoriales en matière d'accès aux transports, et l'amélioration de la qualité de vie des citoyens à travers une mobilité plus durable, inclusive et efficiente. La sécurisation des financements des AOM par le versement mobilité et la sensibilisation de la population aux usages de la mobilité dès le plus jeune âge étaient aussi des propositions importantes.

Par ailleurs, la SDMP 2 préconisait aussi la facilitation de l'expérimentation et du déploiement sur les territoires peu denses de nouvelles solutions de mobilité autonomes.

### **Politiques mises en place et bilan**

La Loi d'Orientation des Mobilités (LOM) du 24 Décembre 2019, contient toutes les recommandations de la SDMP 2 listées ci-dessus, comme l'extension du périmètre d'action des AOM aux mobilités partagées, actives et aux services de mobilité à caractère social. Elle détaille notamment les nouveaux champs et modalités d'intervention de l'AOM<sup>149</sup>, décrits dans 5 fiches d'accompagnement aux AOM prévus par le Ministère des Transports. L'AOM est désormais compétente sur les sujets de développement et de soutien aux mobilités actives (vélo, marche), partagées (covoiturage, autopartage) et solidaires (plateforme de mobilité, garage solidaire).

Par ailleurs, la mobilité autonome a continué à s'exporter sous plusieurs formes : le cadre réglementaire, porté par la LOM, relatif au transport routier automatisé de personnes (ordonnance n° 2021-443 et décret n° 2021-873) est entré en vigueur le 1<sup>er</sup> septembre 2022. Il est valorisé par un programme de soutien à l'innovation encourageant la transition vers le déploiement de pilotes de services au-delà du régime d'expérimentations. Trente projets participent à l'alimentation d'un « bien commun », en particulier au dimensionnement des briques technologiques du service en réponse aux besoins du territoire et de mobilité des personnes. Le rôle d'animation de l'écosystème industriel et technique joué par l'administration est garant d'un ensemble de ressources<sup>150</sup>, mises à disposition des collectivités et acteurs locaux et vise à les accompagner dans le processus de maillage de leur territoire.

### **Propositions de la SDMP 3**

La SDMP 3 propose d'approfondir le développement d'offres alternatives à la mobilité individuelle sur tous les territoires. Pour ce faire, la SDMP 3 propose d'élaborer au niveau des AOM des objectifs de développement de mobilités routières alternatives (réseaux de cars express, de covoiturage et de transport à la demande).

La SDMP 3 propose aussi de préciser le contenu des contrats opérationnels (ces contrats sont la traduction opérationnelle des différentes actions de la région à l'échelle d'un bassin de mobilité) ; ces derniers permettent notamment d'avoir une continuité de l'offre de transport collectif entre les collectivités voisines, ce qui est nécessaire pour assurer un usage simple pour les usagers, mais c'est un outil aujourd'hui peu saisi. En préciser et revoir le contenu, en travaillant avec les collectivités, pourrait permettre de renforcer son utilité.

---

<sup>149</sup> France Mobilité, 2019. <https://www.francemobilites.fr/loi-mobilites/faq/gouvernance>.

<sup>150</sup> Ministère de l'Ecologie. <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/transport-routier-automatise-connecte-ressources-territoires>

Enfin, une conférence de financement des AOM aura lieu dans le but d'examiner le modèle économique et leur capacité à déployer de nouvelles offres, en tenant compte des investissements auxquels elles sont déjà tenues (verdissement des flottes de bus...).

### ***Maitriser la demande de mobilité***

#### **Objectif de la SDMP 2**

Conjointement à la décarbonation des véhicules, leur efficacité énergétique, le report modal et le covoiturage, la maîtrise de la demande fait partie des leviers de maîtrise des gaz à effet de serre. Il peut être noté que, de manière générale, la demande globale augmente mais que les structures modales sont transformées au profit des modes massifiés et peu carbonés.

#### **Propositions de la SDMP 2**

Afin de maitriser la hausse de la demande de transport, la SDMP proposait 3 axes de travail économiques et financiers tels que l'utilisation des signaux prix en faveur des mobilités peu carbonées, la prise en compte des externalités environnementales et climatiques dans les coûts, et l'harmonisation au niveau européen des taxes sur le carburant.

Parallèlement, la SDMP 2 proposait d'optimiser les déplacements en transformant les Plans de Déplacements Urbains (PDU) en Plans De Mobilité (PDM), puis en les renforçant en appliquant des mesures permettant de limiter l'étalement urbain et coordonner les mobilités scolaires. La promotion du télétravail était aussi une piste étudiée.

D'autre part, la transition vers des comportements vertueux comme la prise en compte du transport dans ses choix de consommation est très importante. Afin de promouvoir ces possibles transitions, le déploiement progressif des Zones à Faibles Emissions (ZFE) mais aussi la facilitation des péages en flux libre sur le réseau autoroutier et des voies réservées pour véhicules propres. L'augmentation de la contrainte sur les infrastructures routières pourrait alors provoquer des changements de comportements de manière indirecte.

#### **Politiques mises en place et bilan**

Certaines niches fiscales défavorables aux énergies fossiles ont été réduites. La taxation sur le gazole routier de marchandises a été réhaussée de 2c€/L en 2020 à 45,19c€/L. La taxe de solidarité sur les billets d'avion a fait l'objet d'un rehaussement. Le projet d'ETS 2 qui doit être mis en œuvre en 2028 (instauration d'un marché du carbone sur les secteurs des transports et du bâtiment adjacent au marché du carbone actuel) vise à mieux internaliser les coûts du carbone et favoriser le changement vers des énergies décarbonées.

Conformément à la loi d'orientation des mobilités de 2019, des zones à faibles émissions ont été déployées dans les agglomérations en dépassement régulier des seuils réglementaires de qualité de l'air. 12 Zones à Faibles Emissions (ZFE) sont actuellement en place.

La loi Climat et Résilience de 2021 a renforcé le cadre du dispositif en prévoyant la mise en place de zones à faibles émissions d'ici le 1er janvier 2025 dans toutes les agglomérations de plus de 150 000 habitants où les valeurs de qualité de l'air recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) sont dépassées, et en fixant un périmètre minimal à couvrir. Ainsi, 28 nouvelles zones à faibles émissions doivent être créées d'ici le 1er janvier 2025 (sauf dérogations actées d'ici là conformément aux modalités définies par décret), et cinq ZFE existantes doivent être étendues.

Conformément à la loi Climat et Résilience, les agglomérations encore en dépassement régulier des seuils réglementaires doivent respecter un calendrier de restrictions qui conduira à restreindre la circulation des automobiles Crit'air 3 au 1er janvier 2025 : en raison de l'amélioration de la qualité de l'air, seules Paris et Lyon sont désormais concernées.

L'Etat soutient les collectivités territoriales pour faciliter la mise en œuvre opérationnelle et l'acceptabilité sociale des zones à faible émissions via une mesure dédiée dans le cadre du fonds vert. En 2023, 127 M€ ont été attribués pour des projets représentant 421 M€ d'investissement. Une nouvelle vague est lancée en 2024.

Sur le plan de l'optimisation des déplacements, les Plans de Mobilité (PDM) prévus par la loi LOM prennent le relais des Plans de Déplacements Urbains (PDU), intégrant désormais les mobilités professionnelles et personnelles, notamment via des mesures comme le télétravail, qui s'est généralisé avec la pandémie.

Concernant les autoroutes, le déploiement des péages en flux libre permet de diminuer l'emprise au sol en supprimant les raquettes de péage et de diminuer la congestion. Deux autoroutes, l'A14 et la A79, ont permis d'améliorer significativement leurs impacts environnementaux grâce à ce dispositif. De surcroît, des voies réservées aux véhicules propres et au covoitureurs permettent d'encourager des comportements plus vertueux et d'améliorer la compétitivité de ces pratiques.

La mobilité a été particulièrement impactée par la crise du Covid puis par la hausse des prix de l'énergie. La mobilité voyageur a baissé fortement pendant la crise du Covid avant de revenir quasiment à son niveau antérieur.

### **Propositions de la SDMP 3**

La SDMP 3 poursuit et renforce les actions de la SDMP 2, en proposant notamment une continuité dans la progression des politiques du lissage de la demande, ou en travaillant sur des plans de sobriété énergétique pour les administrations.

La SDMP 3 propose aussi la revue des projets de nouvelles infrastructures routières et autoroutières qui n'ont pas encore débuté, ainsi qu'un renforcement des évaluations socio-économiques réalisées en amont, tout en diminuant autant que possible l'impact environnemental de ceux actuellement en cours ou ceux qui seront maintenus. Cette revue pourrait permettre de maîtriser la demande induite par ces nouveaux travaux et ainsi la diminution de la croissance des kilomètres parcourus.

La limitation du nombre de déplacements et du parc de véhicules fait aussi partie des nouveaux enjeux de sobriété de la SDMP 3, encore mal identifié dans le précédent document. Pour ce faire, la quantification des bénéfices d'une ouverture des flottes professionnelles à l'autopartage pourrait favoriser la mutualisation des véhicules et ainsi augmenter l'efficacité totale du parc.

Enfin, la SDMP 3 suggère, en collaboration avec les filières industrielles, la possibilité de réduire le temps d'antenne pour les publicités qui encourageraient les produits et les services les plus nocifs pour l'environnement. Cet instrument peut être très important dans la transformation de l'imaginaire collectif, ce qui crée un catalyseur de changement social.

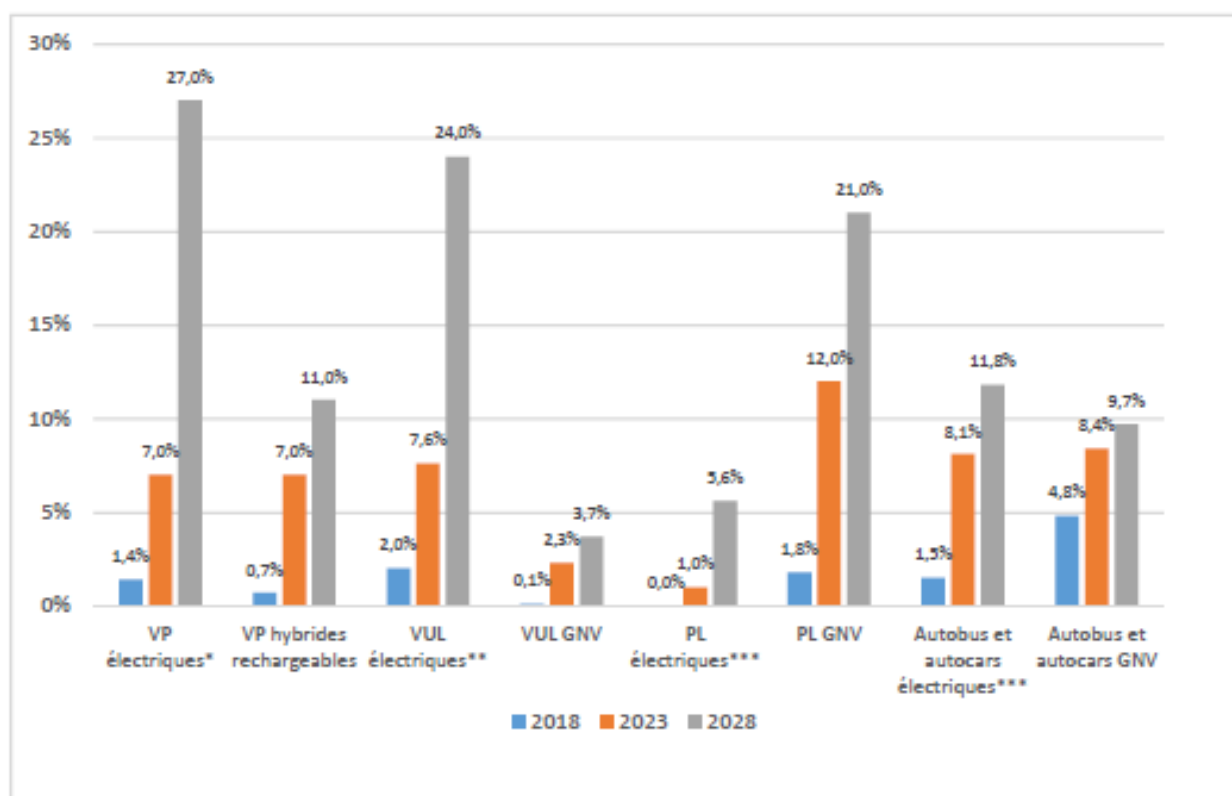
La directive européenne sur la qualité de l'air ambiant révisée, en cours d'adoption, prévoit un abaissement significatif des valeurs limites pour le dioxyde d'azote et pour les particules fines en 2030 (seuils divisés par deux). Une part significative du territoire métropolitain dépasse actuellement ces futurs seuils. Le respect de ces nouvelles valeurs limites en 2030 nécessitera un renforcement accru des actions en faveur de la qualité de l'air, et notamment dans les zones à faibles émissions ces

prochaines années. Chaque territoire susceptible de dépasser les valeurs limites concerné devra élaborer en amont de 2030, un plan d'action local permettant de garantir l'atteinte de ces nouvelles valeurs limites en 2030 au plus tard. Pour tenir les délais, ces plans d'actions devront être engagés très rapidement.

### ***Développer les véhicules à faibles émissions et améliorer l'efficacité énergétique du parc en s'appuyant sur le marché des carburants alternatifs***

#### **Objectif de la SDMP 2**

La SDMP 2 fixait les cibles suivantes pour les ventes de véhicules à faibles émissions et d'efficacité énergétique.



\*VP 100 % électriques.

\*\*VUL 100 % électriques, hybrides rechargeables ou à hydrogène.

\*\*\* PL et autobus/autocars électriques ou à hydrogène.

Figure 62 : Cibles des ventes de véhicules à faibles émissions (véhicules neufs) de la SDMP 2

#### **Propositions de la SDMP 2**

Pour décarboner les véhicules, la SDMP 2 proposait notamment de mettre en place plusieurs mesures pour favoriser la transition vers des modes de transport plus respectueux de l'environnement. Le renforcement des dispositifs fiscaux ou d'aides, tels que le malus sur les émissions de CO<sub>2</sub>, le bonus écologique et la prime à la conversion permettent de favoriser l'acquisition de véhicules peu polluants, et faiblement consommateurs. Des quotas étaient également proposés pour que les flottes publiques et privées intègrent un minimum de véhicules propres, en conformité avec les directives européennes. En parallèle, le déploiement d'infrastructures de recharge électrique et de stations de gaz et d'hydrogène devait être encouragé pour accompagner cette transition.



Elle soulignait également l'engagement de l'Etat à soutenir des normes européennes ambitieuses en matière de réduction des émissions de CO2 pour les poids lourds.

S'agissant des infrastructures de distribution de carburants alternatifs, la SDMP 2 prévoyait une structuration du réseau adaptée à chaque carburant. Pour les infrastructures de recharge, il s'agissait de dissocier recharge privée et recharge publique.

### **Politiques mises en place**

Afin de maintenir l'effet incitatif du malus visant à pénaliser l'acquisition des véhicules les plus émetteurs de CO2, le barème a été durci chaque année (abaissement du seuil de déclenchement, hausse du plafond). En 2020, son seuil de déclenchement a été abaissé de 7 gCO2/km et son plafond porté à 20 000 € (contre 10 500 € en 2019).

Faisant suite aux recommandations de la convention citoyenne pour le climat, la loi de finances pour 2021 a durci le dispositif pour les années 2021, 2022 et 2023. Le seuil de déclenchement a été abaissé à 133 gCO2/km en 2021 (contre 138 g/km en 2020), 128 gCO2/km en 2022 et a atteint 123 gCO2/km en 2023. Quant au plafond, il a été rehaussé à 30 000 € en 2021 (contre 20 000 € en 2020), 40 000 € en 2022 et a atteint 50 000 € en 2023. Dans le cadre du projet de loi de finances (PLF) 2024, le seuil de déclenchement a été de nouveau abaissé de 5 gCO2/km, à 118 gCO2/km, et le montant maximal du malus a été augmenté de 10 000 € en 2024, pour atteindre 60 000 € dès 193 gCO2/km (contre 50 000 € à compter de 225 gCO2/km en 2023).

Depuis le 1er janvier 2022, un malus sur la masse en ordre de marche des véhicules de tourisme a été mis en place, afin de lutter contre l'augmentation du poids moyen des véhicules. Son seuil de déclenchement a été fixé à 1 800 kg pour les véhicules thermiques, pour un tarif unitaire de 10 euros par kilogramme au-delà de ce seuil. En 2024 son seuil de déclenchement a été abaissé de 200 kg pour les véhicules thermiques, à 1 600 kg, en plus d'une augmentation des montants unitaires de la taxe au-delà de 1 800 kg.

Le dispositif fiscal du suramortissement, quant à lui, a été étendu à l'électrique et à l'hydrogène et prolongé jusqu'en 2030.

Les dispositifs d'aide à l'acquisition de véhicules peu polluants ont également été pérennisés, et leur ambition environnementale ainsi que leur ciblage social renforcés. Le montant maximal du bonus écologique pour une voiture particulière neuve, à 7 000 €, est ainsi le même aujourd'hui qu'en 2020 pour les ménages modestes. Pour les autres ménages, il a été progressivement abaissé, afin de tenir compte de l'évolution du marché, tout en demeurant à 4 000 € (depuis le 14 février 2024).

Le million de véhicules remplacés grâce à la prime à la conversion, quant à lui, a été atteint en 2023. Des dispositifs de soutien à l'électrification des véhicules lourds ont également été mis en place à compter de 2021 (bonus écologique et/ou appels à projets).

Les autorités françaises ont soutenu le renforcement, dans le sens d'une plus grande ambition environnementale, des deux règlements établissant des normes de performance en matière d'émissions de CO2 pour les véhicules légers neufs (voitures particulières et véhicules utilitaires légers) et pour les véhicules utilitaires lourds (poids lourds, autobus et autocars) neufs. Les textes relatifs à ces deux règlements ont été révisés respectivement en 2023 et 2024, dans le cadre du paquet « Ajustement à l'objectif 55 ».

Ces révisions ont notamment conduit :

- Pour les véhicules légers, à renforcer l'objectif 2030 à -55% pour les voitures et -50% pour les camionnettes (vs. -37,5% et -31% avant la révision) par rapport à l'objectif 2021 et à fixer un objectif de fin de vente des véhicules légers neufs thermiques en 2035 ;
- Pour les véhicules lourds, à renforcer l'objectif 2030 à -45% (vs. -30% avant la révision) par rapport à 2019-2020 et à ajouter deux nouveaux objectifs de réduction de -65% en 2035 et -90% en 2040, en prévoyant un objectif spécifique pour les autobus urbains neufs de 90% de véhicules zéro émissions en 2030 et 100% en 2035.

La loi d'orientation des mobilités ainsi que l'ordonnance transposant la directive européenne "véhicules propres" ont marqué la mise en place d'obligations de verdissement pour certaines flottes publiques et privées de véhicules. Les personnes morales disposant de flottes importantes doivent respecter un taux minimum de véhicules à faibles émissions à incorporer lors du renouvellement de leur flotte de véhicules.

En ce qui concerne l'Etat, les flottes de plus de 20 voitures particulières ou véhicules utilitaires légers doivent incorporer en 2024 au moins 50% de véhicules à faibles émissions (émettant moins de 50 gCO<sub>2</sub>/km). En 2030, ce taux s'élèvera à de 70% et 45% pour les seuls véhicules à très faibles émissions. Des obligations sont également définies pour les poids lourds et les autobus/autocars, ainsi que pour les collectivités locales.

En ce qui concerne les entreprises privées, les flottes de plus de 100 voitures particulières et véhicules utilitaires légers doivent incorporer au moins 20% de véhicules à faibles émissions en 2024 et 70% en 2030. D'autres obligations s'appliquent aux véhicules à deux et trois roues à moteurs, ou sont formulées de manière différente pour tenir compte de situation particulière (plateformes de livraison, centrales de réservation de taxis).

Concernant le déploiement des bornes de recharge de véhicules électriques, celui-ci s'est considérablement accéléré depuis 2021, passant de 33 000 points de charge ouverts au public à près de 144 000 points au 1er septembre 2024. À ce jour, on estime que la France compte environ 2 millions de points de charge privés (à domicile et dans les bureaux), alors qu'il n'y en avait que 500 000 au début de 2021. Enfin, l'ensemble des aires de service du réseau autoroutier concédé sont équipées de près de 3000 points de recharge rapide accessibles au public aujourd'hui. Le rythme des déploiements s'accélère chaque année et cette dynamique doit se poursuivre pour atteindre l'objectif national de 7 millions de points de charge publics et privés d'ici 2030, dont 400 000 points ouverts au public et près de 50 000 points de recharge rapide accessibles au public.

Ces résultats ont été atteints grâce à la mise en œuvre de différentes actions. De multiples subventions ont ainsi été mises en place pour soutenir les différents types de projets d'infrastructures de recharge (par exemple : chargeurs rapides, chargeurs dans les logements collectifs, chargeurs pour les véhicules lourds), via le programme de certificats d'économies d'énergie Advenir. Fin 2023, le programme a été prolongé jusqu'à fin 2027, avec une nouvelle enveloppe de 200 millions d'euros complétant l'enveloppe précédente (320 millions d'euros) , afin de financer la mise en place de plus de 72 000 nouveaux points de recharge pour véhicules électriques notamment des points de recharge ouverts à tous sur le domaine public ou dans le cadre d'un service public local de stationnement, des points de recharge privatifs en résidentiel collectif et des points de recharges au dépôt dédiés aux véhicules lourds.

Enfin, le cadre réglementaire a également été renforcé en ajoutant de nouvelles obligations d'installation pour les infrastructures de recharge sur les autoroutes et les parkings non résidentiels, ce qui a déclenché d'importants investissements privés. Un schéma directeur national IRVE sur le

réseau routier national est également en cours de rédaction, afin de d'anticiper l'évolution des besoins des usagers et du réseau électrique.

## **Bilan**

La majorité des cibles d'électrification de la SNBC 2 ont bien été atteintes en 2023 :

- S'agissant des voitures particulières : la part des motorisations 100% électriques dans les immatriculations neuves a atteint 17% en 2023 (contre un objectif fixé à 7%) et 9% pour les motorisations hybrides rechargeables (contre un objectif de 7%). Les émissions des véhicules thermiques évaluées suivant le cycle WLTP sont en baisse. Toutefois la diffusion des véhicules décarbonés au sein du parc roulant prend du temps, d'autant que les immatriculations neuves sont en recul ;
- S'agissant des véhicules utilitaires légers : la part des motorisations 100% électriques, hybrides rechargeables et hydrogène dans les immatriculations neuves a atteint 7,2% en 2023, pour un objectif fixé à 16,7% en 2025. Pour les motorisations fonctionnant au GNV, la part de marché atteint dans les ventes moins de 0,1% (contre un objectif de 0,3% en 2025), en lien avec un changement de stratégie visant désormais 100% de camionnettes neuves électriques en 2035 ;
- S'agissant des poids lourds (catégories N2 et N3) : la part des motorisations 100% électriques et hydrogènes dans les immatriculations neuves a atteint environ 1,3% en 2023 (contre un objectif fixé à 14% en 2025). Pour les motorisations fonctionnant au GNL, la part de marché a atteint 2,3% (contre un objectif de 5% en 2025), en lien avec une évolution de la stratégie visant désormais une électrification bien plus importante des poids lourds neufs et un recul corrélatif de la place du gaz ;
- S'agissant des autobus et autocars : la part des motorisations 100% électriques et hydrogènes dans les immatriculations neuves a atteint environ 10% en 2023 (contre un objectif fixé à 381% en 2025). Pour les motorisations fonctionnant au GNV, la part de marché atteint dans les ventes 15% (contre un objectif de 7% en 2025).

## **Propositions de la SDMP 3**

Afin d'assurer la continuité de la tendance soutenue à l'électrification et à la transition vers des technologies bas carbone, la SDMP 3 propose, dans un souci de réduction d'émissions plus rapide, de réorienter le mix énergétique des poids lourds en priorité vers l'électrification, avec une utilisation marginale de carburants alternatifs (notamment des biocarburants) pour les usages non électrifiables.

La SDMP 3 propose également d'étudier un bouquet de mesures fiscales permettant d'accélérer davantage la transition du parc, comme le renforcement des malus CO2 au-delà de 2027 ou encore du caractère environnemental de l'amortissement comptable, mesures qui représentent, outre les recettes supplémentaires, une opportunité de réduction des acquisitions, notamment par les personnes morales, de voitures thermiques.

Il est également prévu une analyse des leviers permettant de donner une vision pluriannuelle à l'enveloppe de soutien financier pour l'acquisition de véhicules lourds électriques, comme les poids lourds ou les bus et cars. Pour accélérer l'électrification du parc poids lourds, l'aide à l'acquisition

pourrait être couplée à la mise en place d'un dispositif permettant aux donneurs d'ordre de contribuer au verdissement des flottes.

La SDMP 3 propose de poursuivre le renforcement des objectifs de verdissement des flottes issus de la loi LOM, déjà engagé par la loi de finances pour 2025, par exemple en réhaussant la trajectoire de quotas ou en excluant les véhicules hybrides rechargeables, qui ne présentent pas les mêmes bénéfices environnementaux que les véhicules 100% électriques.

Par ailleurs, une des briques fondamentales de l'électrification est le déploiement des infrastructures de recharge nécessaires. Pour cela, la SDMP 3 propose notamment la pérennisation d'un dispositif de soutien au déploiement d'IRVE en dépôt et à destination pour les véhicules lourds, mais aussi la mise en place territoriale du schéma directeur national IRVE sur le réseau routier national, qui permettra d'assurer l'avitaillement électrique en tout point du territoire.

Enfin, en ce qui concerne l'efficacité énergétique des véhicules légers, la SDMP 3 propose entre autres d'agir sur leur poids, réduisant ainsi leur consommation énergétique. Cela peut notamment passer par le conditionnement des aides automobiles à des critères environnementaux, en particulier sur la consommation des ressources ou leur empreinte carbone.

## **Favoriser les reports modaux pour le transport de voyageurs**

### **Objectif de la SDMP 2**

Sur la période 2019 – 2028, le scénario de la SDMP 2 prévoyait une baisse de la part modale des voitures au profit des transports collectifs (ferroviaires et urbains) à horizon 2028 : report de 5 points de parts modale de la voiture vers les modes actifs et les transports collectifs ; +3 points de parts modales entre 2015 et 2028 pour les transports en commun ; multiplication par 3 de la part modale du vélo.

### **Propositions de la SDMP 2**

Le document suggérait plusieurs mesures pour améliorer l'offre de mobilité multimodale. Il proposait d'accélérer l'ouverture des données pour permettre aux acteurs de créer des services de planification de trajets et de paiement intégrant différents modes de transport au sein d'un même déplacement.

Le gouvernement a ainsi proposé une mutualisation de tous les services de billettique au profit d'un seul titre unique, en cours d'expérimentation et prévue par la SDMP 3.

Il était également envisagé de renforcer l'usage des modes actifs, tels que le vélo, en appliquant le plan vélo et mobilités actives. Cela incluait la création d'un fonds mobilités actives doté de 350 millions d'euros sur 7 ans, des mesures pour sécuriser la pratique du vélo (comme des stationnements sécurisés, le marquage anti-vol des vélos, ou les sas vélo aux feux) et des incitations à son usage, comme le forfait mobilité durable ou l'initiative « savoir rouler à vélo » pour rendre la pratique plus accessible. L'accélération du plan vélo est une conséquence de ces orientations.

Le développement des transports collectifs, partagés et collaboratifs faisait également partie des propositions, avec des investissements dans les infrastructures ferroviaires et les transports en commun, ainsi que la promotion de la mobilité propre par des appels à projet. Le forfait mobilité durable et le déploiement de voies réservées étaient également envisagés pour encourager l'utilisation de modes de transport partagés.

## **Politiques mises en place et bilan**

La part modale de la voiture est restée stable entre 2019 et 2022. D'une part, la période COVID a réduit de manière très importante les trafics en transport en commun, avec une reprise lente ensuite. D'autre part, la voiture reste souvent le mode le plus compétitif (temps de trajet, facilité, flexibilité...), ce qui peut expliquer des changements de comportements plus lents qu'estimés.

### **Propositions de la SDMP 3**

La SDMP 3 propose une approche plus ambitieuse sur les politiques de report modal pour les voyageurs, en particulier sur la limitation de la place de la voiture individuelle. Elle propose ainsi un ensemble de mesures fiscales, par exemple la possibilité d'une réforme de la fiscalité sur les solutions de mobilité de fonction proposées par les employeurs, afin de favoriser effets de report vers les transports en commun ou des mobilités partagées.

Outre la réduction de la place de la voiture, la SDMP 3 cherche également à faciliter l'usage des modes alternatifs et plus sobres énergétiquement. Une refonte des trois dispositifs de soutien financier à la mobilité propre aujourd'hui en place (FMD, remboursement TC, prime transport) est également envisagée afin de réduire le nombre de dispositifs coexistant et de faciliter leur mise en place. Dans le même objectif, il est proposé de lancer une réflexion sur le partage équitable de la voirie entre les différents modes et d'accompagner les collectivités pour étendre les primes à la conversion mises en place par les collectivités locales à un crédit multimodal, afin de questionner la place de la voiture individuelle en même temps que l'accès à de nouvelles offres de transport.

Enfin, la SDMP 3 propose de poursuivre le développement des services et infrastructures pour les transports collectifs, le vélo, le train et le fleuve. Ainsi, les investissements pour la régénération, la modernisation du réseau ferré nationale et le déploiement des infrastructures cyclables seront poursuivis. Le déploiement des services express régionaux métropolitains (SERM) ainsi que la territorialisation du développement des transports collectifs grâce à la définition d'indicateurs locaux d'accès aux transports alternatifs à la voiture et la définition, avec les territoires, d'objectifs afférents, permettront également de renforcer l'offre à disposition des voyageurs.

## **Favoriser l'efficacité du transport de marchandises et le report modal du ferroviaire et le fluvial**

### **Objectif de la SDMP 2**

L'objectif proposé par la SNBC 2 et la PPE 2 était une stabilisation de la part modale du fret ferroviaire et fluvial, après une période recul de la part modale du ferroviaire. La loi climat résilience a fixé un objectif de doublement de la part modale du ferroviaire d'ici 2030 (à 18%) pour atteindre 25% de part modale à horizon 2050.

### **Propositions de la SDMP 2**

La SDMP 2 proposait de fluidifier la logistique urbaine en l'intégrant dans les documents de planification et en régulant l'activité des plateformes numériques. Cela visait à mieux organiser les flux en ville et à encadrer les acteurs de la logistique urbaine

## **Politiques mises en place et bilan**

Concernant la logistique urbaine, une mission<sup>151</sup> a été confiée par le Gouvernement à Anne-Marie Idrac, Anne-Marie Jean et Jean-Jacques Bolzan à cette fin. Celle-ci a conduit le Gouvernement à mettre en œuvre 5 actions :

- Missionner le Groupement des autorités responsables de transport (GART) afin d'organiser les réflexions et actions autour d'une logistique urbaine durable au plus près des territoires ;
- Travailler à l'extension de la dépenalisation du stationnement aux aires de livraison pour en améliorer la gestion et permettre l'expérimentation de nouveaux services ;
- Engager des actions pour développer la formation et l'information sur la logistique urbaine afin de responsabiliser davantage tous les acteurs. Le CEREMA devrait être mobilisé dans la production de guides méthodologiques, en particulier pour intégrer au mieux la logistique urbaine dans la mise en place des Zones à faibles émissions (ZFE) ;
- Engager deux chantiers, l'un législatif, l'autre technique visant à exploiter le plein potentiel des données de logistique urbaine :
  - Un groupe de travail d'évolution législative visant par exemple à renforcer la place de la logistique dans les Plans de mobilité et rendre systématique la numérisation des arrêtés de circulation et la transmission de données statiques sur les aires de livraisons ;
  - Un observatoire national de la logistique urbaine, organisé autour de structures déjà existantes – notamment publiques ;
- Renforcer le partage de connaissances avec les collectivités en s'appuyant sur les travaux de la task force sur la transition énergétique du transport routier de marchandises, autour notamment des enjeux de transition des véhicules destinés à l'approvisionnement des villes.

L'ensemble des actions sont engagées et ont été complétées par des décisions en CILOG :

- de missionner le président de la confédération des grossistes de France de créer un comité technique de liaison de la logistique urbaine réunissant les fédérations professionnelles qui consomment et produisent la logistique qui soit l'interlocuteur de l'Etat et du comité technique animé par le GART<sup>152</sup> ;
- d'intégrer dans la stratégie nationale logistique<sup>153</sup> trois objectifs de logistique urbaine, développer la cyclologistique, accompagner la montée en maturité des acteurs publics et privés avec le dispositif de CEE et déployer la numérisation des arrêtés de circulation et des aires de livraison.

Afin d'augmenter de façon importante la part modale ferroviaire et de renforcer les objectifs de la SDMP 2, le gouvernement s'est doté d'une Stratégie Nationale pour le Développement du Fret Ferroviaire (SNDF)<sup>154</sup>, prenant pour ambition un doublement sur la décennie de la part modale de

---

<sup>151</sup> Communiqué de presse des mesures retenues par le Gouvernement avec lien vers le rapport

[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/CP%20rapport\\_logistique\\_urbaine.docx.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/CP%20rapport_logistique_urbaine.docx.pdf)

<sup>152</sup> Dossier de presse CILOG 2023 <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/DP%20CILog%20accessible.pdf>

<sup>153</sup> Stratégie nationale de la logistique <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Strategie%20CILog.pdf>

<sup>154</sup> Stratégie Nationale pour le Développement du Fret Ferroviaire :

[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/210909\\_Strategie\\_developpement\\_fret\\_ferroviaire.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/210909_Strategie_developpement_fret_ferroviaire.pdf)

9% à 18% de 2019 à 2030, soit environ 65 Mds t.km. Le document met en avant plusieurs orientations clés pour développer le fret ferroviaire en France, avec un objectif central : renforcer les objectifs de la loi LOM sur le fret tels que la compétitivité du secteur tout en favorisant un report modal vers des modes de transport plus durables. Parmi les axes principaux, l'amélioration des infrastructures joue un rôle fondamental. Cela inclut la modernisation du réseau ferroviaire, l'augmentation de la capacité pour les trains longs et lourds, ainsi que la rénovation des lignes capillaires et des voies de service. En 2022, plusieurs de ces projets sont déjà en cours, avec des enveloppes budgétaires entièrement engagées, reflétant une avancée concrète vers une meilleure structuration du réseau ferroviaire national. En parallèle, la numérisation et la gestion des données occupent également une place importante dans la stratégie. La mise en place d'outils permettant une gestion en temps réel des capacités de transport et la géolocalisation des trains sont des priorités, tout comme l'interopérabilité des systèmes d'information entre les différents acteurs du fret. En 2022, les spécifications de ces outils ont été largement définies et plusieurs sont déjà en phase de déploiement, notamment pour améliorer la gestion des sillons et la coordination entre gestionnaires d'infrastructure.

Enfin, le document insiste sur l'importance des partenariats et de l'innovation pour dynamiser le secteur. Des collaborations entre les acteurs de la logistique ont été établies pour proposer des solutions intégrées, tandis que des incubateurs ont été mis en place pour identifier des innovations à court terme. Ces initiatives sont bien avancées, avec des démonstrateurs déjà réalisés pour tester de nouvelles technologies, telles que les automatismes dans les terminaux ou les attelages automatiques. Dans cette stratégie, l'État s'est notamment engagé, dans la continuité des mesures d'aide mises en place à l'été 2020 puis dans la loi de finances 2021, à maintenir jusqu'en 2024 une enveloppe additionnelle annuelle de 170 M€ pour soutenir l'exploitation des services de fret ferroviaire et de transport combiné. Ce sont ainsi au total plus de 300 M€ par an qui seront consacrés par l'État sur la période 2021-2024 à ce soutien opérationnel<sup>155</sup>.

Malgré la mise en place de cette stratégie, le temps nécessaire à une telle transformation structurelle du secteur ne permet pas d'avoir des résultats à très court terme (la SNDFP ayant été lancée en 2022). Les difficultés de fiabilisation du ferroviaire ainsi que la difficulté du secteur à trouver un modèle de rentabilité pérenne nécessitent une durée d'action.

### **Propositions de la SDMP 3**

Les dynamiques engagées durant la période de la SDMP 2 en matière de logistique urbaines ont été unanimement saluées à l'occasion des Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris en 2024. La SDMP 3 sera l'occasion de poursuivre le travail de co-construction avec les fédérations de collectivités et les fédérations professionnelles pour fluidifier la logistique urbaine. De nouvelles actions sur la multimodalité sont également proposées par la SDMP, comme par exemple d'inciter les chargeurs au développement des transports massifiés. La cyclo-logistique est également mise en avant pour les flux qui permettent son utilisation par le développement ou le réaménagement des infrastructures cyclables et zones logistiques nécessaires.

La SDMP 3 propose donc de maintenir et de renforcer les objectifs et les actions de la SNDFP afin d'accélérer la transformation du secteur. De manière analogue, une stratégie fluviale sous pilotage ministériel a été amorcée en 2024. 7 chantiers prioritaires ont d'ores et déjà été identifiés, comme l'accroissement du report modal, la remobilisation du fret fluvial en complément du grand gabarit,

---

<sup>155</sup> Source : Ministère de l'Ecologie.

l'amplification de la dynamique des ports intérieurs, la captation de nouveaux marchés, la modernisation de l'image du fret fluvial et enfin les enjeux énergétiques.

La SDMP 3 propose donc d'accompagner cette nouvelle stratégie fluviale en étudiant le potentiel de transport fluvial pour les projets de construction et les entreprises en bord de voie d'eau. Le nouveau Plan d'Aide au Report Modal (PARM), sur la période 2023 – 2027, permettra d'accompagner les entreprises souhaitant reporter une partie de leur logistique sur la voie d'eau<sup>156</sup>. Il est aussi proposé d'appuyer la décarbonation du secteur par la sécurisation de biocarburants, mais aussi par l'aide à l'électrification du secteur fluvial avec la mise en place d'infrastructure de recharge à quai. Pour les transports fluviaux et maritimes, l'objectif de neutralité carbone devait être soutenu par des ports équipés pour les carburants bas carbone et la reconversion vers des technologies alternatives. La SDMP 3 maintient ces objectifs et propose de renforcer l'investissement sur le fluvial afin de maximiser un report modal bas carbone.

#### 4.4.1. Transport de voyageurs

##### 4.4.1.1. Demande de transport

La demande de transport a continuellement augmenté depuis 1995, malgré des baisses ponctuelles comme lors de la pandémie de Covid-19<sup>157</sup>. Cette hausse de la demande, surtout pour les modes de transport carbonés, a conduit à une augmentation soutenue des émissions de gaz à effet de serre. Maîtriser cette demande est donc essentiel pour réduire les émissions du secteur. Plusieurs facteurs sociaux et économiques influencent la demande de transport des voyageurs, tels que l'aménagement du territoire, le télétravail, les comportements individuels, et la croissance démographique.

Les pistes d'actions portant sur la sobriété, ciblant l'horizon 2030-2035, visent à encourager des changements structurels pour réduire les déplacements tout en répondant aux besoins de la population. En plus de diminuer les émissions de gaz à effet de serre, ces orientations peuvent contribuer à améliorer le cadre de vie, à réduire différentes formes de pollution et à favoriser des modes de transport plus sobres, bien que leur impact dépende des contextes locaux. Dans chaque partie de ce document, la réduction de la demande de transport sera ciblée, avec, comme objectif (sauf exception signalée dans le corps du texte), la réduction du nombre de véhicules ainsi que la réduction des distances parcourues en véhicule polluant. Il en résulte une réduction de la consommation de carburant et des émissions de gaz à effet de serre ainsi que de la décongestion, ce qui entraîne la diminution des externalités négatives usuelles comme la pollution de l'air ou olfactive et le bruit. Ces bénéfices seront signalés par un astérisque (\*) sur les filières Climat et Energie et Santé humaine et Nuisances.

##### *Maitrise de la demande par l'aménagement du territoire*

L'une des pistes de maitrise de la demande proposées dans la SDMP est la localisation des générateurs de flux de toute sorte (logements, emplois, commerces, équipements, etc.) et la répartition des services du quotidien au plus près des logements. En complément, la planification et l'implantation des générateurs de flux plus spécialisés (pôles d'emploi, d'enseignement supérieur, hôpital, etc.), en les **localisant à proximité de transports en commun à haut niveau de service** préexistants **permet de réduire les distances parcourues** par les usagers. Il est ainsi proposé dans la SDMP de déplacer les

---

<sup>156</sup> PARM : <https://www.vnf.fr/vnf/accueil/logistique-fluviale/adopter-le-transport-fluvial/aides-et-financements-adopter/aide-parm/>

<sup>157</sup> La corrélation entre le PIB et la demande de transport est de 0,7 toutes distances confondues



générateurs de flux en densifiant les quartiers des gares et des pôles d'échange multimodaux, ce qui implique des travaux d'aménagements ainsi qu'une planification en amont pour intégrer ces flux.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* / Ressources en eaux et milieux aquatiques / Biodiversité et habitats naturels / Sols et sous-sols / Paysage et patrimoine |                                                                                   |         |              |           |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                                                                                                                                                   |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                                                                                                                                                 |  | Positif | Indirect     | Permanent | Long terme |

Outre les bénéfices avancés par la réduction des distances parcourues (\*), un possible effet rebond de la demande de mobilité peut être constaté si l'offre massifiée devient très peu coûteuse ou si le confort de trajet s'améliore. De plus, même si la phase chantier induit de potentielles nuisances sonores, en plus d'être émettrice de GES et de polluants locaux, ces externalités négatives resteront temporaires.

Par ailleurs, la **densification des zones urbaines et périurbaines participe à la limitation de l'étalement urbain**. Il en résulte une **diminution de la fragmentation des habitats naturels (effet de mitage)** grâce à une urbanisation compacte, ainsi qu'une **protection accrue des paysages naturels et des sites patrimoniaux**.

| Risques naturels et technologiques |                                                                                     |        |              |           |             |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables          |                                                                                     |        | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                        |  | Neutre | Indirect     | Permanent | Moyen terme |

Si la diminution de l'étalement urbain constitue une source d'externalités positives majeures en diminuant la destruction d'espaces NAF<sup>158</sup> et donc une moindre exposition des habitations aux risques environnementaux locaux, la création d'aménagements urbains supplémentaires entraîne comme **risque la destruction des dernières friches urbaines**, ainsi qu'une **exposition aux risques naturels en zone urbaine plus élevée** comme les inondations (via l'imperméabilisation des sols et l'artificialisation du sous-sol) ou la création d'îlots de chaleur. Il est donc nécessaire qu'en parallèle d'une densification de l'espace urbain, l'imperméabilisation des sols soit limitée et que des zones de fraîcheur, comme des parcs, soient aménagées ou sauvegardées.

Une autre piste de maîtrise de la demande proposée dans la SDMP est le renforcement des évaluations socio-économiques des aménagements par la prise en compte des effets climatiques, qui présente les effets bénéfiques indirects associés aux mesures de sobriété qui sont cités en introduction de cette partie.

### **Limiter le parc et le nombre de déplacements**

Afin d'agir sur la demande de transport, la SDMP suggère également de limiter le parc et le nombre de déplacements par des mesures incitatives et de nouvelles offres de mobilités. Une piste de travail

<sup>158</sup> Naturels, Agricoles, Forestiers (NAF).

consiste à étudier l'opportunité d'étendre les primes à la conversion portées par les collectivités locales à un crédit multimodal. En effet, si la prime à la conversion incite à réduire ses émissions de GES, il n'invite pas l'utilisateur à **changer ses comportements de mobilité**. Ainsi, le crédit multimodal pourrait **encourager par une compensation financière la transition d'un véhicule vers toutes les autres alternatives de mobilités bas carbone** (transports collectifs, covoiturage...).

La SDMP propose également le développement de l'autopartage (y compris via l'étude de la possibilité d'ouvrir les flottes de véhicules de service des entreprises et collectivités à l'autopartage).

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                   |         |              |           |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                                                                                  |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                                                                                |  | Positif | Indirect     | Permanent | Long terme |

Le développement de l'autopartage permet de réduire la taille du parc automobile, car la création d'**une nouvelle offre de mobilité** permet aux usagers de prendre moins fréquemment leur voiture et ainsi, à termes, **se démotoriser**. Selon l'ADEME, l'inscription à un service d'autopartage fait ainsi varier à la baisse la possession et l'utilisation de la voiture personnelle : 1 voiture en autopartage remplace 5 à 8 voitures personnelles, **ce qui libère de l'espace urbain et réduit la demande de mobilité**. Cet effet peut cependant être remis en question : l'utilisateur continuera à utiliser une voiture et ne changera donc pas fondamentalement de comportement, reproduisant ainsi ses schémas de mobilités habituels.

La diminution du nombre de véhicules fabriqués génère également **une diminution de la consommation de matières critiques utilisées dans l'industrie automobile**. Enfin, une potentielle diminution de l'accidentalité pourrait être observée avec la réduction de la taille du parc, mais l'effet devrait être marginal.

### ***Lisser les pics de demande***

La SDMP propose de **lisser les pics de demande afin de réduire la congestion sur la route comme dans les transports collectifs ferrés ou guidés**. En effet, les transports collectifs sont dimensionnés (horaires, capacité) par la pointe : lisser la pointe permet d'augmenter le confort des usagers tout en remplissant mieux les véhicules en heure creuse. Le levier proposé dans la SDMP pour lisser la pointe est d'étudier la possibilité d'agir sur les horaires de travail et scolaires, dont les pics de demande sont fortement dépendants.

| Santé humaine et nuisances |                                                                                     |         |              |           |             |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables  |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                |  | Positif | Indirect     | Permanent | Moyen terme |

L'étalement horaire permet aussi de réduire localement la congestion et ainsi de limiter les nuisances sonores, olfactives et la pollution de l'air environnantes.

En parallèle, réduire la congestion routière permet aussi de **diminuer le stress associé aux déplacements quotidiens**. En fluidifiant la circulation, les trajets **deviennent plus prévisibles et moins chronophages**, **réduisant ainsi l'anxiété** liée aux retards et aux embouteillages. Une circulation plus fluide améliore également la qualité de vie en permettant **aux conducteurs de consacrer plus de temps à des activités productives** ou de loisirs plutôt qu'à leurs trajets quotidiens.

| Climat et énergie         |                                                                                   |        |              |           |            |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables |                                                                                   |        | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP               |  | Neutre | Direct       | Permanent | Long terme |

**L'étalement des horaires ne permet pas une incitation au report des usagers de la voiture** vers des transports en commun. Un **effet rebond sur l'usage de la voiture, dû à un trafic réduit** pourrait même parfois être observé. Cependant, **cet effet pourrait être contrebalancé par la meilleure distribution de l'affluence dans les transports en commun liée au lissage de la pointe**. Cela viendrait atténuer la différence de congestion des transports en commun entre les heures creuses et les heures pleines, les rendant plus confortables et attractifs, incitant donc à un report modal **plus important des usagers de la voiture**.

### Créer de nouveaux imaginaires

Pour créer de nouveaux imaginaires, la SDMP propose notamment de conduire un travail entre les filières industrielles et l'Etat permettant de réduire le temps d'antenne pour les publicités qui encouragent les produits et services les plus nocifs pour l'environnement. L'objectif visé est un changement profond des comportements de mobilité des usagers.

| Climat et énergie / Santé humaine et nuisances / Risques naturels et technologiques / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets / Sols et sous-sols / Biodiversité et habitats naturels |                                                                                     |              |              |           |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                                                                                                                             |                                                                                     |              | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                                                                                                                           |  | Très positif | Indirect     | Permanent | Moyen terme |

La réduction du temps d'antenne consacré aux services et produits de mobilité nocifs pour l'environnement entraîne plusieurs bénéfices. Elle **diminue de manière indirecte les émissions de gaz à effet de serre**, car elle incite à l'adoption de moyens de transport plus écologiques comme les transports en commun ou les vélos. En limitant la promotion des produits ou services de mobilité polluants et des voitures lourdes, elle **réduit la consommation de ressources naturelles** liées à leur production, comme le carburant et les métaux critiques (platine, cobalt...).

Cette action **modifie les comportements usagers**, qui se tournent davantage vers des solutions de mobilité durable. D'une part, le changement induit **permet la préservation de la biodiversité locale**, car la réduction du trafic permet de réduire la demande et, de manière indirecte, la création de nouvelles infrastructures.

De plus, inciter les consommateurs à acheter des véhicules moins lourds permet d'**améliorer la qualité de l'air** particulièrement en milieu urbain. En effet les émissions d'un véhicule léger sont moindres y compris les émissions de polluants atmosphériques<sup>159</sup>. Diminuer le poids de véhicules permet aussi de limiter l'usure des pneus et de la route et la production des particules qui se dégagent lors du freinage, ce qui montre la pertinence d'une telle mesure même dans un contexte d'électrification des véhicules. Enfin, réduire le poids des véhicules permet de **réduire les nuisances sonores** en diminuant la circulation automobile.

Enfin, si le changement de comportement s'inscrit dans la durée, cela peut **favoriser une meilleure gestion des déchets**, en poussant à la production de véhicules plus durables et recyclables, limitant ainsi l'empreinte écologique globale.

#### 4.4.1.2. Report modal

Le report modal vers les modes les moins carbonés est une condition essentielle de la décarbonation du système de transport français :

- La diminution du trafic routier réduit les externalités subies par les usagers comme la pollution de l'air<sup>160</sup>, olfactive et le bruit<sup>161</sup>, permettant de garantir un meilleur niveau de santé publique. La réduction des émissions de particules fines et d'oxydes d'azote (responsables d'asthme, de cancer et de maladies cardiaques) par le biais du report modal a un impact bénéfique sur la santé humaine. De plus, les composants comme le CO<sub>2</sub>, les oxydes d'azote ou de soufre peuvent réagir au contact de l'humidité dans l'atmosphère, contribuant à l'acidification des précipitations<sup>162</sup>. La réduction de ces polluants participe ainsi à la préservation des sols, des habitats naturels et à la préservation du patrimoine en diminuant la fréquence des pluies acides.

---

<sup>159</sup> Source : WWF, 2024.

<sup>160</sup> Le référentiel d'évaluation socio-économique des projets de transport (<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/evaluation-projets-transport>) indique notamment que « en milieu urbain, [...] les projets de transports routiers en zone urbaine font [...] généralement l'objet d'une attention particulière au regard des enjeux, des impacts cumulés possibles et des impacts indirects [...] ainsi que des impacts induits par l'augmentation de trafic sur les voies existantes ». A contrario, il précise que « Même si les émissions de particules fines ne sont pas toujours négligeables, les transports collectifs urbains (métro, tramways, etc.) émettent globalement assez peu de polluants et n'ont donc pas d'effets directs importants sur la qualité de l'air. » Les effets induits liés au report ou à l'induction du trafic routier sont en revanche déterminants.

<sup>161</sup> Par personne transportée, le bruit émis par un tramway et un bus est 5 fois moins important qu'un véhicule particulier (Paris, 2024). <https://www.bruitparif.fr/les-moyens-de-lutte-contre-le-bruit-routier/>

Les effets liés à l'exposition au bruit peuvent être appréhendés selon la méthodologie développée dans le cadre du référentiel d'évaluation des projets de transports (<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/evaluation-projets-transport>). Sont pris en compte le mode de transport, la vitesse de circulation sur l'infrastructure, la proximité avec les zones habitées et le niveau de peuplement à proximité de l'infrastructure ponctuelle, le long de l'infrastructure linéaire. Il est à noter que le coût du bruit des transports en commun est moindre par passager.kilomètre que celui d'une voiture.

<sup>162</sup> Les pluies récoltent des polluants tels que le dioxyde de carbone, les oxydes d'azote et les oxydes de soufre. Au contact de l'eau, ces substances deviennent des acides (pH <5.6) et détériorent les bâtiments, les écosystèmes, les habitats naturels et les objets métalliques comme les véhicules (Gouvernement du Canada, Ministère de l'Ecologie). <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/pollution-atmospherique/enjeux/pluies-acides-causes-effets.html>

- Sous réserve d'une électricité bas carbone abondante<sup>163</sup>, voyager en transport massifié, comme le train, le bus ou le métro s'avère beaucoup plus efficace énergétiquement parlant comme en matière d'émissions de CO<sub>2</sub><sup>164</sup>.
- La réduction du bruit entraîne aussi une diminution du stress et de l'anxiété au niveau local<sup>165</sup>.

Toutefois, il est parfois possible qu'en augmentant l'offre de transport disponible, un effet rebond de la demande de transport puisse être observé. Les usagers se déplaceraient alors davantage, en transport en commun comme en voiture, car la réduction de la congestion routière liée au report modal pourrait attirer de nouveaux usagers. Ce phénomène rebond ne permet pas d'apprécier complètement les effets positifs initialement prévus par les mesures mises en place. En addition, bien qu'au global l'impact des nuisances comme le bruit, les nuisances olfactives ou la pollution de l'air puisse être réduit, le report modal peut entraîner la création d'infrastructures légères ou lourdes destinées à inciter les usagers à changer de mode. Elles impliquent le plus souvent une augmentation des nuisances sonores, olfactives et la pollution de l'air au niveau local et de manière temporaire, ce qui se révèle non négligeable lors d'études plus fines du projet.

Enfin, lorsque de nouvelles infrastructures sont construites pour inciter au report modal, celles-ci doivent être pensées comme résilientes face au changement climatique. L'augmentation de la fréquence et de l'ampleur des phénomènes climatiques extrêmes mettent à l'épreuve la durabilité de ces constructions, qui peuvent parfois se montrer inadaptées. Ainsi, une conception durable et la prise en compte de ces effets pourront garantir la pérennité des services qu'elles supportent. Cette approche est nécessaire, d'une part pour minimiser les risques et les coûts associés, d'autre part pour valoriser un système de transport durable et résilient. A noter que dans le cas de mesures visant à favoriser le report modal sans création d'infrastructures nouvelles, les risques liés au changement climatique sont déplacés des infrastructures routières aux infrastructures de transport en commun ou de mobilités actives. Le risque global est donc peu susceptible de varier, les situations territoriales étant diverses avec tous les cas de figures de résilience relative d'un mode par rapport à un autre. Une vigilance particulière doit cependant être apportée au report vers le mode fluvial, puisque l'augmentation de la fréquence des crues et des étiages a un impact plus direct sur le transport fluvial que sur d'autres modes.

Dans cette partie, sauf exceptions qui seront signalées, toutes les pistes d'actions entraînent les effets listés dans l'en-tête de cette partie. Ils seront signalés par un astérisque (\*) sur les enjeux Climat et énergie et Santé humaine et Nuisances.

### ***Agir avec les employeurs pour décarboner les déplacements domicile-travail***

La SDMP formule plusieurs propositions pour décarboner les déplacements domicile travail, par exemple de poursuivre la réforme fiscale des solutions de mobilité de fonction proposées par les employeurs ou de créer un label "pro mobilité durable".

<sup>163</sup> Les émissions de la France liées à la production d'électricité ont atteint 16,1 MtCO<sub>2</sub>eq en 2023 (Rapport Secten, Citepa, 2023), soit 5% du bilan carbone national, contre 21% en moyenne au sein des pays de l'UE (EEA). L'intensité carbone est donc très faible, soit 32gCO<sub>2</sub>eq/kWh.

[https://www.citepa.org/wp-content/uploads/publications/secten/2023/Citepa\\_Secten\\_ed2023\\_v1.pdf](https://www.citepa.org/wp-content/uploads/publications/secten/2023/Citepa_Secten_ed2023_v1.pdf)

<sup>164</sup> Les émissions du puit à la roue d'une voiture diesel en 2018 s'élèvent à 162gCO<sub>2</sub>/passager.km (moyenne parc) contre 2,53g/passager.km pour le TGV, 2,8gCO<sub>2</sub>eq/passager.km pour le tramway/métro, et 151gCO<sub>2</sub>eq/passager.km pour un autobus moyen dans une agglomération de moins de 250 000 habitants (Base Carbone ADEME). Chaque fois, la voiture est plus polluante qu'un transport en commun quel qu'il soit. <https://base-empreinte.ademe.fr/>

<sup>165</sup> Selon un rapport bibliographique du CGEDD en 2014, la gêne due au bruit ferroviaire est plus faible que celle due au bruit routier (EU's Future Noise Policy, 2002). A titre indicatif, 15% des personnes soumises à un bruit d'origine ferroviaire de même puissance (70dB) se déclarent très gênées, alors que pour un bruit routier du même niveau, ce pourcentage monte à 25% et 40% pour un bruit aérien. <https://igedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/notice?id=Affaires-0008183>.

| Climat et énergie / Santé humaine et nuisances* / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                   |              |              |           |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                                 |                                                                                   |              | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                               |  | Très positif | Indirect     | Permanent | Moyen terme |

Globalement, la décarbonation des déplacements domicile-travail permet de réduire de manière importante les émissions de GES ainsi que la consommation énergétique globale associée. Les externalités telles **que la pollution de l'air, le bruit et les nuisances olfactives sont réduites**. De plus, cette politique de décarbonation des trajets domicile-travail encourage les personnes volontaires à se rendre au **travail à pied, à vélo ou en combinant les mobilités actives avec les transports en commun**, favorisant ainsi **une activité physique régulière**. Cela entraîne une amélioration globale de la santé publique.

| Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                     |         |              |           |             |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                               |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                             |  | Positif | Indirect     | Permanent | Moyen terme |

Inciter les employés à décarboner leurs déplacements domicile-travail peut agir indirectement sur leur demande de véhicules professionnels, et limiter leur besoin en véhicules de fonction ou de service, ce qui conduira, à moyen terme, l'entreprise à diminuer sa flotte. Ainsi, les mesures proposées contribuent **également indirectement à une économie structurelle de ressources et de matières critiques**, usuellement utilisées lors d'extractions minières ou plus généralement au sein de processus industriels lors de la construction des véhicules.

#### **Limitier la place de la voiture individuelle dans les mobilités, lorsque cela est pertinent**

Afin d'assurer un report modal, la place de la voiture individuelle doit être questionnée en même temps que de nouvelles offres sont proposées, dans le but d'éviter de générer de nouveaux déplacements. **La limitation de la place de la voiture individuelle** permet donc de rendre **plus attractifs** les déplacements réalisés avec **d'autres modes ou les mobilités routières partagées**, et de questionner les motifs de déplacements.

Dans cet objectif, il est proposé, dans la SDMP, de remplacer une partie (quand c'est pertinent) de la place donnée à la voiture individuelle par les autres modes, par exemple via un **partage de la voirie plus équitable** et des formations pour les élus afin de les sensibiliser aux options existant pour décarboner les mobilités et proposer des alternatives à la voiture individuelle dans leurs territoires. A noter que la mise en place de telles formations pourrait avoir des impacts directs si des voyages d'études sont organisés (comme envisagé dans la proposition formulée dans la SDMP). Cependant, si ces derniers sont organisés au niveau local et ponctuellement, **leurs impacts environnementaux resteront très limités**.

Il s'agit également de planifier **l'accès aux services essentiels via des mobilités alternatives à la voiture**, ce qui peut avoir indirectement des impacts via les infrastructures et services nécessaires à mettre en place pour tous les modes alternatifs, cependant, ceux-ci sont traités plus directement

dans les parties relatives à chaque mode (train, covoiturage, transports collectifs, vélo...) et ne sont donc pas évoqués ici.

Cette partie s'applique **principalement aux agglomérations et zones périurbaines**, car ce sont les zones où il est le plus pertinent de limiter la place de la voiture individuelle (existence et pertinence des alternatives modales).

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* |                                                                                   |         |              |           |             |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                        |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                      |  | Positif | Direct       | Permanent | Moyen terme |

Cette partie engendre les bénéfices d'une mesure usuelle de report modal (\*) : réduction des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques par le remplacement de la voiture individuelle par des modes moins émetteurs. Cependant, localement, la limitation physique de la place de la voiture sur la voirie peut causer un **risque d'augmentation de la congestion ou un report d'itinéraires substantiel**, ce qui peut causer des émissions de gaz à effet de serre induites<sup>166</sup>. Des **travaux** d'adaptation de la voirie peuvent également **être nécessaires** pour une potentielle revalorisation de l'infrastructure en piste cyclable, engendrant nécessairement **des externalités négatives en phase chantier** comme une pollution locale ainsi qu'une dégradation de l'écoulement des eaux temporaires.

Le remplacement de la voiture individuelle par des alternatives modales devrait permettre de réduire le parc de véhicules roulants, et donc l'utilisation des ressources nécessaires à la production des véhicules. Les modes alternatifs sont en général moins consommateurs de ressources (car ils sont soit bien plus sobres comme le vélo, soit ils permettent de transporter un grand nombre de personnes).

| Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                     |         |              |           |            |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                               |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                             |  | Positif | Indirect     | Permanent | Long terme |

### **Développer le transport ferroviaire pour renforcer son usage**

Le train est l'un des modes les moins carbonés pour le transport de voyageurs. De plus, il n'émet pas de polluants atmosphériques. La SDMP propose de **maintenir le financement de la régénération et la modernisation du réseau**, dans un but **d'accroissement des performances des trains** et de rendre le mode ferroviaire plus attractif. Une autre piste d'action proposée est l'amélioration des trains de nuit afin de concurrencer l'avion et la voiture, notamment par le renouvellement du matériel roulant. Enfin, d'autres pistes sont également proposées comme la poursuite et **l'accélération des expérimentations de navettes légères ferroviaires**.

<sup>166</sup> Au global, l'impact pressenti serait une baisse des émissions, non contrebalancé par les émissions induites



| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* |                                                                                   |              |              |           |            |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                        |                                                                                   |              | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                      |  | Très positif | Direct       | Permanent | Long terme |

Les impacts sont usuels à une mesure de report modal, avec **un grand potentiel dû à la grande capacité d'offre des trains**. Des nuisances ponctuelles peuvent être causées par les phases de chantier liées à la modernisation et à la régénération, mais celles-ci restent temporaires et peuvent être compensées par des mesures locales spécifiques lors des chantiers. Les effets de réduction d'émissions sont des effets à long terme car de la même manière que la plupart des mesures de report modal, le développement d'un mode est long à mettre en place.

| Risques naturels et technologiques / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                    |        |              |           |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                    |                                                                                    |        | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                  |  | Neutre | Direct       | Permanent | Court terme |

Les navettes légères peuvent être sujettes à **des risques d'explosion et d'inflammation liés aux batteries** qu'elles embarquent<sup>167</sup>. Le risque est faible mais **une normalisation peut être nécessaire** pour prévenir un accident potentiel.

La régénération induit nécessairement **un renouvellement des équipements et infrastructures ferroviaires**, tels que le changement partiel de rails ou le remplacement du ballast (des roches broyées d'un certain diamètre permettant de stabiliser le sol sur lequel se pose les rails ainsi qu'une bonne résistance aux vibrations). Si le ballast n'est pas une ressource critique à cause de son abondance, **le changement des rails induit la consommation de nouvelles ressources minières**. À l'instar d'une partie de l'acier qui compose ces rails et qui est recyclé, **une gestion durable de cette ressource** devra être maintenue afin de **garantir la pérennité** des infrastructures ferroviaires françaises.

Par ailleurs, un travail avec la filière industrielle sera mené dans le cadre du contrat de filière en révision autour de l'enjeu de la disponibilité du matériel roulant neuf. Cela nécessite **des ressources pour leur construction**, mais participe au **développement de l'offre afin de répondre à la demande et au report modal des voyageurs**. La possibilité de **réutilisation et recyclage** de l'ancien matériel roulant devra être **approfondie** pour faire face à cet enjeu de ressources.

### **Renforcer l'offre et l'usage des transports collectifs**

Les transports collectifs permettent d'offrir des alternatives, en particulier dans les déplacements du quotidien, mais aussi pour les déplacements longue distance avec les cars. La SDMP propose de développer davantage l'offre de transports collectifs, notamment avec **le déploiement des services express régionaux métropolitains (SERM)**. Le développement des offres de transport collectif pour les trajets de rabattement vers des pôles d'échanges multimodaux (PEM) et pour le transport scolaire est également proposé. En complément, afin d'améliorer la planification de l'offre de transports

<sup>167</sup> CEA-Liten (2019). Les risques liés aux batteries Li-ion. <https://www.inrs.fr/dms/inrs/PDF/Actes-et-comptes-rendus/JT-Elec/JT-Elec--12-Guillet-Risques-batteries-Lithium/JT%20Elec%20-%2012%20Guillet%20Risques%20batteries%20Lithium.pdf>



collectifs, une piste d'action proposée porte sur la **définition un indicateur d'accès aux transports collectifs, afin de qualifier l'offre disponible en tout point du territoire** et fixer, par les territoires, des objectifs pour **développer cette offre via des actions locales**.

La SDMP propose également, dans ses orientations transverses pour la réussite de la décarbonation du secteur des transports, de construire un indicateur pour identifier les territoires à fort risque de précarité en matière de mobilité, afin de permettre **un ciblage plus facile des aides vers ces derniers et vers les ménages ne disposant pas d'alternative à la voiture** ou n'ayant pas les moyens de financer leur transition vers une alternative électrique. L'indicateur d'accès aux transports dans les territoires pourrait donc également être exploité pour **quantifier la précarité en matière de mobilité**. Il présenterait alors un bénéfice social en plus d'un bénéfice environnemental.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* |                                                                                   |              |              |           |            |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                        |                                                                                   |              | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                      |  | Très positif | Direct       | Permanent | Long terme |

Bien que les bénéfices de réduction des émissions de GES et des nuisances associées par le report modal soient importantes, il peut être cependant noté que la création d'offres de transport nouvelles peut avoir un impact sur la santé humaine et les nuisances et une vigilance particulière devra être déployée pour limiter celles-ci, notamment **la pollution en enceinte ferroviaires souterraines** liée au développement de nouvelles lignes de métro (ou à l'augmentation de la fréquence des lignes existantes) ou le bruit et la pollution liée à l'augmentation de la circulation de véhicules lourds transportant des voyageurs en ville (bus). Néanmoins, ces effets néfastes liés à la mise en place d'offres nouvelles demeurent limités par rapport aux effets du même ordre sur les offres de transport déjà existantes, car **l'atténuation des nuisances est généralement intégrée dès la conception des nouveaux services** (par exemple, avec l'installation de portes palières sur les quais des métros, visant à limiter la propagation des particules, dans les métros).

| Sols et sous-sols         |                                                                                     |        |              |           |             |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables |                                                                                     |        | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP               |  | Neutre | Indirect     | Permanent | Court terme |

Le renforcement des transports collectifs peut nécessiter **l'artificialisation des sols** (dans le cas de pôles d'échanges, d'aménagements de nouveaux arrêts de bus et de car...), mais demeure plutôt faible car **l'essentiel des transports en commun et des infrastructures lourdes** associées se trouvent déjà **dans des zones urbaines artificialisées**. Cet effet devra néanmoins être évalué au cas par cas au moment de la mise en place de tels projets.

***Simplifier la billettique pour renforcer l'usage des transports collectifs***

La billettique est un élément essentiel de l'accès aux transports collectifs pour les usagers. Sa **simplification permet de fluidifier le parcours des usagers**, ce qui favorise le recours aux transports collectifs, notamment pour des trajets multimodaux.

Cette simplification s'appuie notamment sur la **création de titres uniques** (réduction du nombre de titres de transport nécessaires pour réaliser un trajet dans un groupe de réseaux donné avec regroupement de ceux-ci sur un seul support), la **numérisation et l'interopérabilité des services de billettique** (services numériques multimodaux).

**À date, l'écosystème des services numériques de mobilité émerge, s'il jouit d'une dynamique certaine, et se caractérise par un degré d'intégration servicielle limité** : les services de billettique numérique qui, pour la plupart, sont proposés par des gestionnaires de services de mobilité et non par des acteurs indépendants, sont souvent réservés aux propres sites et applications de ces gestionnaires.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets / Biodiversité et habitats naturels |                                                                                   |         |              |           |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                                                                      |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                                                                    |  | Positif | Direct       | Permanent | Court terme |

Outre les effets attendus dus au report modal engendré, **il peut être anticipé une réduction du nombre de titres physiques émis**. Cela implique la réduction des effets associés comme la consommation de matières premières, une diminution marginale de la déforestation et l'abandon des tickets dans l'espace public. Nous pourrions noter toutefois **une augmentation de l'utilisation de ressources numériques, difficilement évaluable compte tenu de la difficulté à étudier son impact futur**. La réduction de la production de la consommation de papier peut aussi permettre de diminuer d'une part les tickets usagés, mais aussi **les composants dangereux pour les écosystèmes et habitats naturels** comme les composés chlorés, magnétiques ou des liants chimiques.

### **Renforcer l'usage du vélo et de la marche**

La SDMP propose par le renforcement de l'usage du vélo, par la création de pistes cyclables et l'augmentation de l'accessibilité à pied aux gares et aux transports en commun, **une augmentation plurielle de la qualité de vie des usagers tout en diminuant leurs émissions de GES**. Ainsi, afin de garantir la possibilité d'intermodalité sur tous types de trajets, le développement des possibilités d'emport de vélo dans les trains et les cars constitue une autre piste pour améliorer l'attractivité du vélo.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* |                                                                                     |              |              |           |             |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                        |                                                                                     |              | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                      |  | Très positif | Direct       | Permanent | Moyen terme |

La qualité de l'air s'améliore significativement grâce à la réduction des émissions polluantes due au report modal des voitures vers les vélos, contribuant également positivement à la lutte contre le changement climatique. Une **vigilance** est cependant nécessaire pour assurer que **le report modal se**

fasse depuis la voiture individuelle vers le vélo et non depuis les services de transport en commun. C'est l'objectif des mesures de limitation de la place de la voiture explicitées au paragraphe *b* de cette partie.

Les usagers profitent largement de ces aménagements grâce à la promotion de l'activité physique. Une politique cyclable permettant un report des déplacements depuis la voiture individuelle présente également comme avantages la réduction des maladies liées à la pollution de l'air et à la sédentarité et l'amélioration des conditions de vie usuelles des populations par la réduction du bruit urbain et de la pollution, ainsi que le développement d'un environnement plus sûr pour les cyclistes et les piétons.

| Paysages et patrimoines   |                                                                                   |         |              |           |             |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP               |  | Positif | Direct       | Permanent | Court terme |

L'intégration des pistes cyclables dans l'urbanisme valorise les paysages et les sites patrimoniaux, en les **rendant plus accessibles par mode actif et esthétiquement agréables**. Les voies vertes contribuent à l'expansion du tourisme durable, permettant d'accéder autrement que par un mode motorisé au patrimoine national.

| Ressource en eau et écosystèmes aquatiques / Biodiversité et habitats naturels / Sols et sous-sols |                                                                                     |        |              |           |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                          |                                                                                     |        | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                        |  | Neutre | Indirect     | Permanent | Moyen terme |

Bien que l'augmentation de la **fréquentation des pistes cyclables puisse légèrement perturber les écosystèmes environnants**, les impacts restent modérés de par la légèreté de l'infrastructure et donc du débit observé. Les sols bénéficient de la **faible empreinte des infrastructures cyclables**, souvent implantées en zone urbaine sur **des terrains déjà artificialisés**, ce qui **limite leur artificialisation supplémentaire**. Concernant les ressources en eau, les perturbations sont limitées à la phase de chantier, et demeurent temporaires.

### ***Développer les pôles d'échanges multimodaux pour en faire des espaces fonctionnels, attrayant et sécurisés***

Les pôles d'échange multimodaux (PEM) sont un outil de la multimodalité qui permettent notamment de faciliter l'interconnexion de différents modes de transport et d'améliorer l'expérience des usagers de ces différents modes. La SDMP propose de développer les PEM afin de les rendre plus attractifs, pratiques et sécurisés, ce qui nécessite une coopération de la part des différents acteurs qui s'y retrouvent. Un moyen identifié pour y parvenir est **le soutien et l'outillage des collectivités pour des plans de développement**, de rénovation des PEM. Cela permettrait **la pérennité et l'amélioration des infrastructures déjà existantes**, voire **l'émergence de nouvelles** infrastructures sur le territoire national.

A noter qu'un **PEM** constitue une **centralité naturelle** ; la création d'un nouveau PEM est donc susceptible d'attirer de nouvelles activités et de nouveaux habitants à proximité, ce qui peut avoir un impact économique positif pour le territoire.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* |                                                                                   |         |              |           |            |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                        |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                      |  | Positif | Indirect     | Permanent | Long terme |

Même si la part de déplacements intermodaux est faible dans certains territoires, l'intermodalité concerne souvent des déplacements plus longs que la moyenne et orientés vers le centre des agglomérations. **Ces mobilités, qui recourent en partie au transport collectif, permettent de limiter l'engorgement du centre en automobiles, la congestion en entrée de ville et aux abords des zones d'emploi et l'impact environnemental associé.**

**Sur les principaux axes de circulation du territoire, ainsi que dans les agglomérations du bassin d'emploi**, les nuisances devraient diminuer du fait du report modal et de la diminution de la congestion. L'impact du développement des PEM est donc globalement positif à l'échelle d'un territoire.

| Paysages et patrimoine    |                                                                                     |        |              |           |             |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables |                                                                                     |        | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP               |  | Neutre | Direct       | Permanent | Moyen terme |

**Un PEM peut modifier substantiellement le paysage** en fonction des caractéristiques topographiques et du patrimoine architectural du territoire sur lequel il est implanté. En l'absence de traitement esthétique et d'intégration paysagère particulier, **le PEM peut contribuer à une forme de dénaturation des paysages.**

| Risques naturels et technologiques / Biodiversité et habitats naturels / Sols et sous-sols / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                     |         |              |           |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                                                                            |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                                                                          |  | Négatif | Direct       | Permanent | Moyen terme |

**L'aménagement de nouveaux PEM ou l'extension de ceux existants présente un impact environnemental local** similaire à l'ensemble des projets d'aménagement (utilisation de matières premières et nuisances relatives au chantier, artificialisation des sols, destruction d'habitats, etc.). **A proximité du PEM**, les nuisances pourraient être renforcées, par rapport à une situation de référence (augmentation de trafic à proximité de la nouvelle centralité). Néanmoins, **de manière globale**, le report modal permis par les nouveaux PEM entraîne une réduction de la consommation de

ressources : en effet, le besoin en parkings est réduit, donc l'artificialisation des sols est également moindre que dans le scénario de référence.

Un bilan fin doit être réalisé pour évaluer le déport d'impact (des centralités vers les localités accueillant un PEM) impliqué par la modification du trafic routier de véhicules privés. De plus, un PEM est un aménagement relativement lourd et peut perturber les écoulements d'eau en surface et dans le sous-sol (imperméabilisation, structures souterraines) et aggraver les risques en zone inondable. Enfin, le PEM est **un espace** caractérisé par certaine **concentration de véhicules lourds** (bus, car, modes ferrés). En fonction du mode de motorisation et de **l'éventuel stockage de carburants sur site, des risques industriels pourraient être confirmés.**

En ce qui concerne les risques technologiques, l'implantation d'un PEM adapté aux modes de transports décarbonés comme les bus peut également conduire à une concentration d'infrastructures de recharge<sup>168</sup> ou avec des carburants alternatifs, ce qui peut conférer au PEM une qualité d'installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) et donc présenter un risque technologique. De plus, une attention particulière doit être portée à la résilience du PEM face au changement climatique, puisque ce dernier vise à concentrer plusieurs services de transport et son dysfonctionnement pourrait donc entraîner des perturbations dans de nombreux modes de transport.

### **Développer les parkings relais**

La création d'un parking relais (ou « parc-relais ») vise à encourager l'utilisation des transports en commun en fournissant des espaces de stationnement sécurisés aux abords des zones urbaines. Les automobilistes peuvent y garer leurs véhicules et poursuivre leur trajet en transport public, réduisant ainsi le trafic et les émissions de gaz à effet de serre en centre-ville.

De façon générale, la SDMP propose, de manière analogue aux pôles d'échanges multimodaux ; de soutenir les AOM dans le développement de parkings-relais, ce qui permettrait de **lever les obstacles financiers, techniques, et organisationnels** qui peuvent **freiner leur mise en place**. Ce soutien aide à créer des infrastructures de stationnement bien planifiées, intégrées dans les systèmes de transport en commun, et répondant aux besoins des utilisateurs, facilitant ainsi leur adoption et leur déploiement à grande échelle.

| Climat et énergie / Santé humaine et nuisances |                                                                                     |         |              |           |             |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                      |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                    |  | Positif | Indirect     | Permanent | Moyen terme |

Si la plupart des effets bénéfiques proviennent du report modal, un effet rebond marginal peut-être observé si une **diminution du trafic est observée sur l'axe desservie par le parking relais**. Cependant, cet **effet demeure marginal** compte-tenu de la **faible capacité de l'infrastructure**.

<sup>168</sup> Les ateliers de charge d'accumulateurs électriques dont la puissance de charge maximale utilisable est supérieure à 600 kW ; ou la concentration de véhicules électriques de transport en commun M2 ou M3 dépasse 10 véhicules, sont classés ICPE. (Légifrance, arrêté du 3 août 2018, relatif aux prescriptions générales applicables aux ateliers de charge contenant au moins 10 véhicules de transport en commun). <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037311523/>

| Risques naturels et technologiques / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets / Sols et sous-sols / Biodiversité et habitats naturels / Paysage et patrimoine |                                                                                   |         |              |           |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                                                                                                    |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                                                                                                  |  | Négatif | Direct       | Permanent | Court terme |

De manière analogue à une pôle d'échange multimodal, l'artificialisation du sol engendrée par les parkings-relais impliquent **une modification importante de des habitats naturels, de l'écoulement des eaux ainsi que l'infiltration, pouvant conduire à une augmentation du risque d'inondations au niveau local**. Des **déchets dus à la phase chantier** peuvent être comptabilisés. Cependant, au niveau global, les parkings relais permettent un report modal (rabattement vers les transports collectifs) et il s'agit principalement d'un **déplacement des parkings existants** ou qui auraient été construits dans le scénario tendanciel. L'espace utilisé par les parkings existants peut ainsi être désimperméabilisé, ce qui permet d'atténuer l'impact de cette mesure sur l'artificialisation des sols.

La création de parking relais peut aussi **nécessiter la consommation de sols agricoles ou primaires, ainsi qu'une détérioration permanente du paysage**. La **localisation des parking relais** sur des friches industrielles en périphérie urbaine peut **éviter cette externalité négative**.

De manière analogue aux pôles d'échanges multimodaux, les parkings relais sont soumis à des risques technologiques à cause d'une potentielle concentration d'infrastructures de recharge, ainsi que de potentielles ruptures de services dues au changement climatique.

#### **Développer de nouveaux véhicules, de taille intermédiaire entre le vélo et la voiture**

Les véhicules intermédiaires englobent un panel très large de véhicules entre le vélo et la voiture, qui n'est pas encore cadré réglementairement (véhicules L1 à L7 : speed-pédélec, vélos-cargos, voiturette...). Ils pourraient ainsi répondre à des cas d'usages du quotidien où les distances à parcourir excèdent ce que permet le vélo, ce qui permettrait de concurrencer la voiture pour ces déplacements du quotidien.

**La SDMP propose l'usage des véhicules intermédiaires comme alternative à la voiture individuelle.** Cela nécessiterait la mise en place de leviers économiques, de gestion de trafic, et, si c'est pertinent, des leviers réglementaires.

| Climat et énergie / Santé humaine et nuisances / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets / Risques naturels et technologiques |                                                                                     |         |              |           |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                                                                                                                     |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                                                                                                                   |  | Positif | Indirect     | Permanent | Long terme |

**Les impacts environnementaux sont difficiles à évaluer du fait de la nouveauté de tels véhicules : appréhender la part de report modal provenant de la voiture, du vélo ou des transports collectifs est quasi-impossible à l'heure actuelle, au vu du stade de développement de telles solutions.** Or c'est ce report modal qui définit les effets sur l'environnement, en effet selon que le report modal se fait depuis une voiture ou un vélo les effets sont soit positifs, soit négatifs. Les véhicules intermédiaires restent très marginaux à l'heure actuelle, leur impact sur l'environnement, la réduction des gaz à effet

de serre et la réduction énergétique associée dus à l'utilisation de ces véhicules à l'instar la voiture sont donc minimales.

Néanmoins, de façon purement prospective, il est constaté qu'un report modal de la voiture vers un véhicule intermédiaire entraînerait une réduction de la consommation énergétique, de l'utilisation des ressources critiques ainsi que de toutes les nuisances (olfactive, pollution de l'air et le bruit). A l'inverse, ces paramètres augmenteraient dans le cas d'un report modal du vélo vers un véhicule intermédiaire. De surcroît, il est nécessaire de bien prendre en compte le potentiel effet rebond qu'une nouvelle offre de mobilité peut engendrer et d'adapter la législation en conséquence. Parallèlement, les véhicules intermédiaires ne sont pas toujours soumis aux mêmes exigences de sécurité routière que les voitures, du fait qu'ils commencent tout juste à apparaître. Une vigilance devra donc être apportée également sur ce point au fil de leur développement.

Ainsi, un développement risquerait de rendre ces impacts davantage significatifs. En considérant que les pouvoirs publics orienteront ce développement vers les usages les plus vertueux comme prévu dans la SDMP, et avec les conditions de sécurité nécessaires, **il est considéré que les effets seront principalement positifs.**

### **Développer le transport fluvial pour renforcer son usage**

La SDMP suggère de faciliter le déploiement des bateaux électriques pour le transport de voyageurs dans les grandes villes. Le financement proposé pour ce déploiement se base sur une tarification différenciée pour le transport de voyageur. Spécifiquement, une étude du potentiel de développement de la mobilité fluviale électrique dans les métropoles traversées par une voie fluviale pourrait concourir à l'émergence de ce mode de transport.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* |                                                                                     |         |              |           |             |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                        |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                      |  | Positif | Indirect     | Permanent | Moyen terme |

Outre les bénéfices usuels du report modal constatés, d'autres effets positifs sont observés, tels que **la réduction des externalités négatives comme la pollution locale de l'air et le bruit, ainsi qu'une diminution importante des émissions de GES associées.**

| Risques naturels et technologiques / Ressource en eau et milieu aquatique / Biodiversité et habitats naturels / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                     |         |              |           |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                                                                                               |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                                                                                             |  | Négatif | Direct       | Permanent | Court terme |

Cependant, ce report modal induit **une augmentation de trafic importante** sur les cours d'eau, ce qui génère des **perturbations plus importantes pour la faune, la flore marine et environnante**. Des **habitats naturels peuvent aussi être détruits** à cause d'aménagements destinés à **augmenter le flux de circulation**, comme l'agrandissement du cours d'eau ou l'augmentation de sa profondeur en

creusant. Cette augmentation de trafic est aussi tributaire des évènements extrêmes comme les étiages ou les crues, ce qui peut entraîner une interruption complète du service ou sa diminution. La production des batteries électriques rend nécessaire l'utilisation de ressources critiques (cobalt, manganèse, nickel), mais **le nombre limité de bateaux dans le parc fluvial français voyageur** circonscrit cet effet négatif à un impact modéré.

4.4.1.3. Taux d'occupation

Le taux d'occupation est un indicateur qui représente le nombre de sièges occupés par rapport au nombre total de sièges disponibles dans un moyen de transport. Augmenter ce taux permet de réduire le nombre de véhicules en circulation pour un même déplacement en optimisant leur utilisation. Toutefois, cela peut entraîner un effet rebond, car l'optimisation de l'utilisation des transports améliore leur rentabilité économique.

Par exemple, réduire le coût des transports routiers en augmentant le taux d'occupation pourrait potentiellement entraîner une hausse des déplacements, augmentant ainsi les émissions. De plus, le taux d'occupation peut également croître non seulement parce que plus de voyageurs utilisent les services existants, mais aussi parce qu'une nouvelle offre de mobilité a émergé, avec l'exemple du covoiturage longue distance.

Développer le covoiturage

Le développement du covoiturage vise à augmenter le taux de remplissage des voitures, en mutualisant les trajets entre les différents voyageurs. Cela permet de diminuer le nombre total de véhicules nécessaires pour un certain nombre de trajets. L'impact attendu est une réduction du nombre de véhicules en circulation. La construction d'aires de covoiturage et de lignes de covoiturage afin de rendre robuste le service est une condition nécessaire à son essor.

**La SDMP incite donc les territoires au développement des aires de covoiturage et l'encouragement de la pratique du covoiturage**, la création des voies réservées au covoiturage et transport collectif, ainsi que des incitations dirigées vers les employeurs permettant la mise en place une charte de mobilité interne comprenant l'augmentation du covoiturage comme objectif.

| Climat et énergie / Santé humaine et nuisances / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                     |         |              |           |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                                |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                              |  | Positif | Indirect     | Permanent | Moyen terme |

L'augmentation du taux de remplissage de chaque **voiture entraine une diminution du nombre de voitures en circulation** lorsque **la demande est constante**. Cependant, la création d'une nouvelle offre de mobilité peut créer **un phénomène d'induction**, et donc de nouveaux déplacements qui n'auraient pas été effectués sans cette offre. C'est particulièrement le cas du covoiturage longue distance, dont **les effets positifs sur le climat** et l'énergie semblent plus difficilement discernables<sup>169</sup>

169 Conseil d'État (2024). Annulation de l'opération standardisée n°TRA-SE-114 relative au covoiturage de longue distance. <https://www.conseil-etat.fr/fr/arianeweb/CE/decision/2024-06-25/470893>



que le covoiturage courte distance (effets d'aubaine...), qui lui permet de couvrir la mobilité professionnelle et quotidienne (achats...).

**En revanche, à nombre de déplacements par personne constants, le covoiturage courte distance permet la diminution du nombre de véhicules sur les routes, ce qui entraîne la diminution globale des émissions de GES**, de la consommation énergétique, de la congestion routière, ainsi que de l'accidentalité et des autres externalités négatives (bruit, pollution de l'air et olfactive).

| Risques naturels et technologiques / Sols et sous-sols / Biodiversité et habitats naturels |                                                                                   |         |              |           |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                  |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                |  | Négatif | Direct       | Permanent | Court terme |

Le covoiturage est cependant conditionné par sa dépendance à des zones de rencontres, comme des aires de covoiturage. Elles engendrent localement une **imperméabilisation des sols** (augmentant ainsi le risque d'inondation de ces aires de covoiturage par ruissellement), une perturbation des écoulements d'eau et une potentielle destruction d'écosystèmes et habitats naturels environnants. De plus, outre les risques naturels liés à des infrastructures du type parkings relais et pôles d'échanges multimodaux, si ces aires sont munies d'infrastructures de recharge de véhicules électriques, ce qui devrait être le cas avec l'augmentation de l'électrification des véhicules, il existe des risques technologiques liés à ces dernières. La partie sur le déploiement des infrastructures de recharge électrique détaille les effets sur l'environnement ainsi que les risques. Cependant, **de manière globale le covoiturage permet une meilleure utilisation des véhicules existants** (taux d'occupation supérieur) et ainsi de diminuer le nombre total de véhicules nécessaires. Ainsi, de même que pour les parkings relais, **les effets sur l'artificialisation des sols peuvent être atténués** par la désimperméabilisation de parkings déjà existants qui deviendraient obsolètes.

### **Mettre en place les voies réservées pour faciliter les mobilités collectives**

La création de voies **réservées sur une pénétrante autoroutière déjà existante, une augmentation de la voirie routière d'une ou plusieurs voies limitées aux transports collectifs en urbain** vise à **améliorer la fluidité du trafic** et à **encourager les modes de transport plus durables**, tels que les bus, le covoiturage. La SDMP formule comme piste d'action un bilan d'expérimentation de voies réservées avant extension pour les transports en commun et/ou le covoiturage, afin de continuer le déploiement ces dispositifs de façon pertinente sur le réseau français.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* |                                                                                     |         |              |           |             |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                        |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                      |  | Positif | Indirect     | Permanent | Court terme |

Le report modal engendré par la réduction des voies possiblement utilisables par les usagers, associée à la garantie d'un transport en commun plus rapide bénéficiant d'une voie réservée, participe à **la réduction de véhicules totaux circulant sur la route (\*)**. Cet effet peut être modéré par **le report d'une partie du trafic évaporé** sur d'autres itinéraires adjacents.

La réduction de la congestion sur des voies rapides peut diminuer de manière significative les accidents. Cependant, des comportements dangereux pourraient être observés lors de tentatives de fraudes, **ce qui pourrait nuancer l'effet positif de la mesure.**

| Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets / Biodiversité et habitats naturels |                                                                                   |        |              |           |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                   |                                                                                   |        | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                 |  | Neutre | Direct       | Permanent | Court terme |

Même si la mise en place de voies réservées engendre quelques travaux de modernisations et de mise en conformité de la signalétique, **la consommation de ressources et de déchets est résiduelle.** Il est à noter que lorsque qu'une voie réservée est ajoutée à la voirie et ne provient pas d'une réallocation de la voirie routière, les effets positifs de la voie deviennent difficilement discernables, car l'effet est réduit à la seule incitation d'une route moins congestionnée. En outre, une nouvelle infrastructure routière provoquerait une augmentation des perturbations environnantes, potentiellement délétères pour la biodiversité.

### Efficacité énergétique

L'efficacité énergétique dans le domaine des transports se définit comme l'optimisation de la consommation énergétique associée à un type de transport ou de déplacement. Cependant, des « **effets rebonds** » peuvent **réduire voire annuler les gains d'efficacité énergétique**, à l'image du paradoxe de Jevons<sup>170</sup>. Un exemple moderne pourrait être l'efficacité des moteurs de voitures. Les avancées technologiques ont permis de concevoir des moteurs plus économes en carburant. Cependant, au lieu de réduire la consommation globale de carburant, cette dynamique peut encourager les gens à conduire plus souvent ou à acheter des véhicules plus grands, ce qui peut finalement augmenter la consommation totale de carburant. Ainsi, les différentes orientations incluses dans cette partie seront (sauf exception signalée) centrées autour de la réduction de la consommation de carburant. Ils seront signalés par un astérisque (\*) sur les filières Climat et Energie.

#### Réduire le poids des voitures particulières

Actuellement les SUV et les autres types de véhicules lourds progressent de plus en plus dans les ventes de voitures particulières<sup>171</sup>. Or, plus un véhicule est lourd plus il consomme de l'énergie pour fonctionner et plus il demande de ressources pour être construit. Cette tendance générale à l'alourdissement des véhicules<sup>172</sup> s'explique en partie **par l'augmentation du poids des équipements de sécurité, mais surtout par l'augmentation du poids des équipements de confort.** La SDMP propose donc plusieurs pistes potentielles pour limiter **ce poids superflu**, pour l'ensemble des véhicules, thermiques et électriques, par exemple la poursuite du renforcement du malus poids (qui a été modifié début 2025 pour intégrer les véhicules électriques à partir de 2026) ou la révision du barème kilométrique.

<sup>170</sup> Le paradoxe de Jevons stipule que lorsque les avancées technologiques rendent l'utilisation d'une ressource plus efficace, la consommation globale de cette ressource peut en réalité augmenter plutôt que diminuer.

<sup>171</sup> Les ventes de SUV ont été multipliées par 7 en 10 ans, représentant près de 40 % des ventes neuves. (WWF, 2024)

<sup>172</sup> Source : ADEME, 2019. <https://presse.ademe.fr/wp-content/uploads/2019/06/Communiqu%C3%A9-de-presse-Car-labelling-2019.pdf>

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances |                                                                                   |              |              |           |             |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                       |                                                                                   |              | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                     |  | Très positif | Direct       | Permanent | Court terme |

Les incitations à privilégier les véhicules plus légers jouent un rôle crucial dans la transformation des chaînes de production des constructeurs automobiles, permettant ainsi une transformation structurelle des ventes annuelles automobiles et ainsi de **diminuer de manière importante l'énergie consommée**. Nous pouvons noter qu'à court terme, il existe une baisse résiduelle des émissions directes dues à la transition d'une voiture thermique lourde vers une légère. La construction d'un véhicule plus léger diminuera aussi son coût carbone total, de la construction à son recyclage. De manière plus générale, **les véhicules plus lourds** peuvent engendrer **un sentiment de sécurité plus fort**, ce qui **favoriserait les comportements à risques**. Cela mène à plus de mortalité sur la route pour les véhicules lourds. En **favorisant les véhicules allégés d'équipements de confort**, indirectement **ces mesures favorisent une baisse de la mortalité sur la route**.

| Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                     |         |              |           |             |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                               |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                             |  | Positif | Indirect     | Permanent | Court terme |

Enfin, la **fabrication de véhicules plus légers demande moins de ressources** et notamment de métaux rares.

### ***Agir sur les habitudes de recharge***

La SDMP propose d'inciter les usagers à lisser la recharge de leurs véhicules sur des périodes adaptées. Les pistes d'actions identifiées pour **optimiser le fonctionnement du réseau électrique**, afin notamment que les recharges de véhicules électriques se fassent en heure creuses, comprennent des incitations financières (via la tarification différenciée des heures pleines et des heures creuses), le développement **d'outils de programmation de la recharge** ou des campagnes de communication pédagogiques.

| Climat et énergie / Risques naturels et technologiques / Sols et sous-sols / Biodiversité et habitats naturel / Paysages et patrimoine / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                     |         |              |           |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                                                                                                                        |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                                                                                                                      |  | Positif | Indirect     | Permanent | Moyen terme |

Le lissage de la recharge permet de **réduire l'appel de puissance à la pointe** (en général basé sur une production de type thermiques fossiles)<sup>173</sup>, **la taille du parc de production d'électricité** (qui est dimensionné pour y répondre), ainsi que **l'artificialisation des sols** et les impacts associés. Même si la consommation globale est quasiment identique, le fait de pouvoir programmer les recharges permet également de mieux optimiser le pilotage des moyens de production d'électricité, et ainsi de faire appel aux modes de production les moins émissifs.

4.4.1.4. Intensité carbone des transports

L'intensité carbone est une valeur définie par la quantité de CO<sub>2</sub> émise par unité d'énergie consommée. Elle permet d'évaluer la pertinence de l'utilisation d'une énergie au regard de l'impact environnemental associé, mais aussi des technologies de transport utilisées. Les mesures visant à réduire l'intensité carbone incluent par exemple le changement d'énergie de traction, pour utiliser des énergies alternatives moins carbonées. Ainsi, les différentes orientations incluses dans cette partie seront (sauf exception signalée) centrées autour de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, de bruit (pour une vitesse inférieure à 50 km/h), de polluants NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> et donc de pluies acides, qui se caractérisent aussi par la diminution de la consommation énergétique. Nous pouvons remarquer que l'électrification des flottes entraînent souvent une utilisation accrue des matières critiques des batteries comme le lithium, le manganèse ou le cobalt. Pour éviter des redondances, ces bénéfices et externalités négatives seront signalés par un astérisque (\*) sur les filières Climat et Energie, Santé humaine et Nuisances, et Ressources épuisables (hors énergie fossile) et Déchets.

Enfin, l'impact carbone de la construction des infrastructures en elles-mêmes n'a pas été prise en compte dans cette évaluation environnementale car la décarbonation des infrastructures ne fait pas partie du périmètre de la SDMP. Cet enjeu, qui reste très important du point de vue des émissions de gaz à effet de serre relâchées dans l'atmosphère, est traité dans la SNBC par des mesures visant à agir sur la décarbonation du secteur de la construction.

**Déployer les infrastructures de recharge suffisante pour les véhicules électriques**

La SDMP propose un maillage planifié du déploiement sur le territoire national des infrastructures de recharge électrique, ainsi que la mise en place d'une gouvernance pour la cohérence des maillages locaux et national.

L'un des principaux freins à l'adoption des véhicules électriques est leur autonomie limitée par rapport au véhicule thermique. La peur de la « panne sèche » et du manque de disponibilité des bornes de recharges sont deux points qui apparaissent décisifs dans la décision d'achat, même si le recul du prix du véhicule demeure un autre paramètre essentiel en vue d'accélérer l'électrification.

| Climat et énergie / Santé humaine et nuisances |                                                                                     |              |              |           |             |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                      |                                                                                     |              | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                    |  | Très positif | Direct       | Permanent | Moyen terme |

173 RTE (2023). Bilan électrique. <https://analysesetdonnees.rte-france.com/bilan-electrique-2023/flexibilites>

Les infrastructures de recharges des véhicules électriques (IRVE) sont donc un élément clé de l'adoption des véhicules électriques, que ce soit à domicile, en habitat collectif, en voirie publique, et sur le réseau routier national pour la recharge en itinérance lors des trajets longue distance.

Le principal effet attendu du développement des IRVE est **ainsi l'accélération du déploiement des véhicules électriques** (ou plus précisément un non-ralentissement). A ce titre, il tire **les mêmes avantages et inconvénients que le déploiement des véhicules électriques** vus précédemment.

| Sols et sous-sols / Ressource en eaux et milieux aquatiques / Risques naturels et technologiques / Biodiversité et habitats naturels |                                                                                   |         |              |           |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                                                            |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                                                          |  | Négatif | Indirect     | Permanent | Court terme |

| Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                     |        |              |           |             |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                               |                                                                                     |        | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                             |  | Neutre | Direct       | Permanent | Court terme |

Au crédit des IRVE, il faut également ajouter une réduction de la taille des batteries, un réseau bien maillé et une disponibilité des bornes permettant en effet de se contenter d'autonomie plus raisonnable. Cela joue ainsi sur **les matériaux nécessaires**, mais aussi sur le prix du véhicule (et donc son taux d'adoption). L'effet de levier est important sachant que le ratio du nombre de véhicules électriques ramené au nombre de bornes publiques est en moyenne de 10 à 15 véhicules par borne<sup>174</sup>. En revanche, l'installation des bornes en soi **consomme des matériaux (principalement du cuivre)**, et un peu d'espace, même si elles sont généralement installées sur des sols déjà artificialisés.

Les IRVE peuvent être plus vulnérables à certains aléas climatiques que les stations-services (par exemple les fortes chaleurs, en raison de composants électriques qui pourraient surchauffer et moins bien fonctionner).

### **Accélérer le déploiement des véhicules électriques pour les particuliers**

La plus grande partie des émissions produites par le secteur des transports provient essentiellement du parc routier, avec **52 % des émissions intérieures totales émises par les voitures particulières en 2022**. Pour diminuer ces émissions, la SDMP propose de favoriser l'implantation de la production de de petits véhicules particuliers (segment A et B), d'accompagner dans la durée l'émergence d'une filière industrielle dédiée à la construction de batteries, et de moduler des tarifs des péages autoroutiers en fonction de la motorisation afin d'inciter les usagers à effectuer leurs transitions vers une des motorisations peu carbonées. En complément, la poursuite des dispositifs d'aide à l'achat et à la location longue durée d'un véhicule électrique pourra faciliter ce changement.

<sup>174</sup> Les taux de VE par point de charge qui varient entre 11 et 17 par région (20 pour la Corse). La directive 2014/94/EU sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs fixait comme objectif indicatif un nombre moyen de 10 véhicules électriques par point de recharge public. <https://ufe-electricite.fr/watt-the-carte/deploiement-bornes-de-recharge-en-france/>

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* |                                                                                   |              |              |           |            |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                        |                                                                                   |              | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                      |  | Très positif | Direct       | Permanent | Long terme |

L'électrification du parc induit une diminution de l'énergie finale utilisée à cause de meilleurs rendements des moteurs électriques. De plus, le passage à l'électrique supprime les émissions directes des véhicules. Cette annulation n'est pas totale, car même si les émissions directes deviennent nulles, la fabrication d'une voiture électrique est très émettrice. Toutefois, **sur l'ensemble du cycle de vie, le bilan carbone d'une voiture électrique légère reste cependant 3 à 4 fois meilleur que celui de son équivalent thermique**). Il peut être aussi observé que **le renouvellement du parc** avec des innovations technologiques permettra **une diminution des accidents**. L'émergence d'une industrie de production de batterie française pourrait entraîner un report d'une partie des émissions et de la consommation énergétique du secteur du transport vers le secteur de l'industrie<sup>175</sup>.

Il est aussi à noter que, outre la diminution des externalités négatives comme la baisse de la pollution de l'air ainsi qu'olfactive, **l'électrification des véhicules permet une réduction importante du bruit** à vitesse basse et modérée (<50 km/h). La modulation de péage, elle, n'aura aucun effet sur le bruit global.

| Sols et sous-sols / Biodiversité et habitats naturels / Ressources en eaux et milieux aquatiques / Risques naturels et technologiques |                                                                                     |         |              |           |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                                                                                                             |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                                                                                                           |  | Négatif | Direct       | Permanent | Long terme |

Les mesures d'incitation n'ont pas directement d'effets sur les risques naturels ou technologiques. A ce titre, **l'augmentation du nombre de voitures électriques** dans le parc peuvent engendrer **une diminution des incendies de véhicules**, une voiture électrique étant moins sujette à ce risque<sup>176</sup>. Cependant, le risque peut se reporter sur les IRVE qui, si elles dysfonctionnent du fait d'aléas climatiques (tels que les fortes chaleurs), peuvent fortement diminuer la mobilité des particuliers. Les mesures d'incitation et l'électrification du parc associée n'ont pas d'impact sur les sols. Nous pourrions noter tout de même **l'ouverture de mine de lithium** qui peut générer des pollutions locales. Des résidus miniers issus de l'extraction et des processus de concentration (lixiviation<sup>177</sup>...) à partir de minerais doivent être gérés efficacement par un stockage dans des bassins ou valorisés dans d'autres secteurs. En parallèle, la consommation d'eau induite par l'exploitation souterraine, bien que plus

<sup>175</sup> 115 – 120 kgCO<sub>2</sub>eq/kWh de batterie. Oxford Academic. Estimating the environmental impacts of global lithium-ion battery supply chain: A temporal, geographical, and technological perspective. <https://academic.oup.com/pnasnexus/article/2/11/pgad361/7451193>

<sup>176</sup> Les incendies chimiques provoqués par les batteries sont moins courants, mais potentiellement plus dangereux car difficiles à éteindre.

<sup>177</sup> Techniques de L'ingénieur : Opération de lessivage pour l'extraction d'une substance d'intérêt en faisant passer lentement l'eau à travers un solide en poudre. <https://www.techniques-ingenieur.fr/glossaire/lixiviation>

économe que l'extraction de lithium par évaporation <sup>178</sup>, peut nécessiter d'importantes consommations d'eau. Enfin, l'exploitation minière peut perturber les habitats naturels autour des sites d'extraction, avec de possibles effets à long terme si des changements sur la qualité de l'eau ou des sols ont été opérés (par lixiviation avec des solvants chimiques par exemple). L'activité minière peut aussi produire des phénomènes géologiques comme des éboulements ou des affaissements, qu'il convient de prendre en compte lors de la valorisation post-exploitation de la zone.

| Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets* |                                                                                   |              |              |           |            |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                                |                                                                                   |              | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                              |  | Très négatif | Direct       | Permanent | Long terme |

La construction de batteries augmente fortement la consommation de lithium, cobalt, manganèse ou autre matières critiques nécessaires à la création des batteries actuelles <sup>179</sup>. **De surcroît**, la recyclabilité des batteries étant inférieure à 100 %, **la quantité de déchets non traités et recyclés deviendra de plus en plus importante à mesure** que le parc s'électrifiera. Un nouveau règlement européen adopté en 2023<sup>180</sup> a cependant renforcé les règles de durabilité applicables aux batteries des véhicules électriques et à leurs déchets, avec des objectifs de collecte et de valorisation ou recyclage croissants dans le temps.

**Le maintien et la valorisation industrielle de la stratégie de recyclage française** est donc essentielle au succès de la stratégie d'électrification du parc.

### Décarboner les flottes professionnelles

Les flottes professionnelles représentent une partie non négligeable du parc routier national français. Par ailleurs, les principaux acheteurs de véhicules neufs sont principalement les entreprises. Afin de décarboner le marché de l'occasion, **la décarbonation des flottes se révèle être le principal levier**. Pour agir sur ces flottes les pistes d'action suggérées dans la SDMP sont d'abord fiscales, en renforçant le caractère environnemental de l'amortissement comptable des véhicules thermiques, couplée à une accentuation des taxes sur les émissions des véhicules affectés à des fins économiques. Il s'agit également de travailler sur les leviers permettant de donner une vision pluriannuelle au soutien financier à l'acquisition de véhicules lourds et électriques, ce qui pourrait faciliter la transition des entreprises.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* |              |       |         |
|--------------------------------------------------|--------------|-------|---------|
| Effets notables probables                        | Type d'effet | Durée | Horizon |

<sup>178</sup> Nature reviews earth and environment : Environmental impact of direct lithium extraction from brines, 2023. <https://www.nature.com/articles/s43017-022-00387-5.pdf>

<sup>179</sup> Des technologies limitant le besoin en matériaux critiques se développent, mais ne sont pas encore matures pour une production industrielle

<sup>180</sup> Selon le règlement européen relatif au recyclage des batteries et des véhicules électriques, il est fixé un objectif de collecte des déchets de batteries de 51 % d'ici fin 2028 et 61 % d'ici fin 2031, un objectif de valorisation du lithium à partir des déchets de batteries de 50 % d'ici fin 2027 et de 80 % d'ici fin 2031, et des niveaux minimaux obligatoires de contenu recyclé de 16 % pour le cobalt, 85 % pour le plomb, 6 % pour le lithium et 6 % pour le nickel. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-2-2023-INIT/fr/pdf>

|             |                                                                                   |              |        |           |            |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|-----------|------------|
| Impact SDMP |  | Très positif | Direct | Permanent | Long terme |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|-----------|------------|

#### Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets\*

| Effets notables probables |                                                                                   |              | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|-------------|
| Impact SDMP               |  | Très négatif | Direct       | Permanent | Court terme |

### Décarboner les transports collectifs

La SDMP propose d'étudier et d'analyser les leviers permettant de donner **une vision pluriannuelle pour l'acquisition de véhicules lourds électriques (bus et cars, sous certaines conditions)**. La SDMP propose également de développer l'offre industrielle d'autobus et d'autocars zéro émission en France. **Pour ce qui relève des transports collectifs ferrés**, déjà majoritairement électrifiés, l'impact de la phase chantier des infrastructures sur l'empreinte carbone complète du service rendu reste conséquent. **Côté matériel roulant, la SDMP propose également de sécuriser des stocks de biocarburants** – cela concerne les lignes dont l'électrification n'aura pas été jugée opportune économiquement parlant – **et d'étudier une réduction de la fiscalité énergétique** (accise sur l'énergie pour les biocarburants). Côté infrastructures, **la SDMP suggère d'envisager la mise en place et la réalisation d'un plan de décarbonation complet du mode ferroviaire**.

**Le transport collectif fluvial est négligeable** et ne fait donc pas l'objet d'orientations ciblées, d'autant plus que les nouveaux services fluviaux pour les voyageurs peuvent déjà être électriques. Sa transition se fera dans la roue de la décarbonation du transport fluvial de marchandises et permettra principalement de diminuer les nuisances locales du ressort de la pollution atmosphérique, olfactive et sonore.

#### Climat et énergie\* / Santé humaine et nuisances\*

| Effets notables probables |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|------------|
| Impact SDMP               |  | Positif | Indirect     | Permanent | Long terme |

**La décarbonation des transports en commun contribue à la réduction des émissions de gaz à effet de serre** en s'appuyant prioritairement sur un changement de motorisation du matériel roulant ou l'utilisation de biocarburants. **Elle bénéficie également au niveau local en réduisant la pollution de l'air**, notamment en milieu urbain et dans les vallées encaissées à fort trafic (espaces montagneux). De même, un bus électrique émet un bruit moyen jusqu'à 12 décibels inférieur à celui d'un bus classique, permettant une diminution globale du bruit. De manière analogue à la production des véhicules électriques particuliers en France, un possible report des émissions CO2 du secteur des transports vers celui de l'industrie est possible.

#### Risques naturels et technologiques



| Effets notables probables |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|------------|
| Impact SDMP               |  | Négatif | Indirect     | Permanent | Long terme |

Spécifiquement, comme les PEM, Les dépôts de bus électriques ou hydrogène présentent des risques différents de ceux des bus diesel, notamment du fait de la présence de bornes de recharge ou de stocks de carburant. Ils peuvent être classés pour la protection de l'environnement (ICPE 2925-2). Les stocks de biocarburants pour le mode ferré et les bornes de recharge constituent donc **un risque technologique** au titre du caractère inflammable des carburants et d'un potentiel incendie électrique du aux bornes.

| Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                   |              |              |           |             |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                               |                                                                                   |              | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                             |  | Très négatif | Direct       | Permanent | Court terme |

Concernant les modes ferrés spécifiquement, l'utilisation de carburants biosourcés peut mobiliser des surfaces agricoles au détriment de cultures alimentaires (selon le mode de production des biocarburants) et engendre une raréfaction des ressources. De plus, de manière analogue à la production de véhicules électriques particuliers, l'émergence de la production industrielle française impliquent la consommation de matériaux critiques comme le cobalt et le manganèse.

### Décarboner le ferroviaire

Voir partie « Décarboner le ferroviaire » partie marchandises.

## 4.4.2. Logistique et transport de marchandises

### 4.4.2.1. Demande de transport

#### Mailler le territoire en zones logistiques appropriées et optimiser leur utilisation

La SDMP propose la mise en place d'un schéma de cohérence immobilier et foncier logistique, pour réaliser un maillage optimisé des infrastructures logistiques (entrepôts, zones logistiques) sur l'entièreté du territoire national, dans un objectif de réduction des distances parcourues. La mise en place d'hôtels logistiques urbains pourrait aussi diminuer les distances parcourues en permettant une distribution de marchandises en zone urbaine dense.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* |                                                                                     |         |              |           |            |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                        |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                      |  | Positif | Indirect     | Permanent | Long terme |

Les zones logistiques sont un élément clé de l'organisation du transport de marchandises, par leur place dans la chaîne logistique. Leur **emplacement impacte directement les nombres de mouvement et les distances parcourues** par type de véhicule, ainsi que le potentiel de report modal en fonction des infrastructures ferroviaires et fluviales à proximité (voire également la cyclo-logistique).

| Sols et sous-sols / Biodiversité et habitats naturels / Paysages et patrimoine |                                                                                   |         |              |           |             |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                      |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                    |  | Négatif | Indirect     | Permanent | Moyen terme |

La mise en place d'un schéma directeur du foncier logistique a pour objectif d'améliorer le maillage et l'efficacité de la chaîne globale, notamment en s'appuyant sur **le développement d'hôtels logistiques urbains** <sup>181</sup>. Si cette augmentation peut être **vectrice d'artificialisation des sols**, l'augmentation des surfaces dédiées à la logistique peut **être évitée** par **des mutualisations entre différentes entreprises et opérateurs transports** (exemple des parkings et des dépôts de bus urbain). **La dégradation du paysage peut être aussi un effet observé à cause de la création de bâtiments logistiques proches** de milieux naturels, mais est contrebalancé par une diminution du trafic routier au global.

**Optimiser et réduire les trajets parcourus pour le transport de marchandises (auprès des transporteurs notamment)**

La SDMP valorise l'optimisation des trajets, la réduction du nombre de mouvements, ou la réduction des distances parcourues, qui permettent toutes de réduire les distances totales parcourues par les véhicules pour une même quantité de marchandises transportées. En particulier, un examen avec les filières des pistes possibles d'optimisation de leur processus de production (notamment pour réduire le nombre de mouvements de marchandises en modifiant ce processus) permet une approche collective et partagée de la réduction des distances parcourues.

Il est aussi envisagé, dans un objectif de réduction des difficultés de déplacement des véhicules lourds en zone urbaine, la possibilité de la simplification et de l'homogénéisation de leur circulation et de leur stationnement.

| Climat et énergie / Santé humaine et nuisances / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                     |         |              |           |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                                                                                |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                                                                              |  | Positif | Indirect     | Permanent | Long terme |

Les mesures à mettre en place pour atteindre ces objectifs peuvent avoir des impacts environnementaux négatifs localement (suite à des augmentations de trafics locaux, par exemple à

<sup>181</sup> Les hôtels logistiques urbains (HLU) permettent à différents acteurs de la logistique de se partager un seul site et ainsi de mutualiser les flux de marchandises entrant dans l'agglomération, et d'organiser de façon optimisée leur distribution dans la ville (et en utilisant des modes plus sobres)

proximité d'une carrière), mais **l'impact global de ces propositions demeure positif**, car les distances totales parcourues (et donc les émissions associées) sont réduites.

#### 4.4.2.2. Report modal

De manière analogue au report modal voyageur (voir partie « Report modal » voyageur), le report modal marchandises génère les mêmes bénéfices et externalités négatives, dès lors qu'il s'agit d'un transport de marchandises plutôt que de voyageurs. Il peut être remarqué que les poids lourds augmentent de manière importante l'usure de la voirie routière, et que la diminution des externalités négatives dues au report modal marchandises dépend fortement de la géographie alentours. A titre indicatif, le report modal vers le train dans une vallée encaissée diminue fortement la pollution locale, car les hydrocarbures en suspension ont tendance à stagner à cause du relief.

#### Développer la multimodalité pour les marchandises

La SDMP propose comme objectif d'utiliser les modes les moins énergivores et carbonés pour transporter les marchandises.

Les pistes d'actions identifiées dans ce but sont de développer le transport combiné, voire la multimodalité entre modes massifiés lorsque ceci est pertinent, notamment via le développement et la construction de sites intermodaux (rail-route, fleuve-route, mais aussi rail-fleuve), ce qui permettrait d'accroître le report modal vers les modes massifiés (ferroviaire et fluvial). Cela nécessite également, en plus des infrastructures, de développer l'offre de service associée.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* |                                                                                     |         |              |           |             |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                        |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                      |  | Positif | Direct       | Permanent | Moyen terme |

Allier plusieurs modes de transport permet de décarboner le transport de marchandises sur les longues distances, tout en gardant la flexibilité du transport routier pour les derniers kilomètres. Cependant, cela **engendre un coût supérieur**, notamment du fait **des ruptures de charge et des transbordements entre les différents modes**. Les émissions de gaz à effet de serre et d'autres polluants liés à la construction et aux aménagements des infrastructures intermodales ne sont compensés avec le report modal qu'après une période d'utilisation qui dépend de chaque projet, mais dont le bilan global est positif à moyen ou long terme.

| Risques naturels et technologiques / Sols et sous-sols / Biodiversité et habitats naturels / Paysages et patrimoine |                                                                                     |         |              |           |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                                           |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                                         |  | Négatif | Direct       | Permanent | Moyen terme |

L'imperméabilisation et l'artificialisation des sols à cause de la création de sites intermodaux en urbain, périurbain ou rural génère plusieurs effets négatifs sur la résilience des zones concernées face

aux inondations et sur la biodiversité locale. Leur implantation, sans gestion paysagère particulière, peut également affecter le paysage local.

Les sites intermodaux fluviaux présentent également des risques particuliers :

- **Les risques d'inondations** sont plus élevés pour les sites intermodaux fluviaux à cause de leur localisation proche de la voie d'eau : les mesures adéquates doivent donc être mises en œuvre pour limiter ces risques et éviter de perturber les chaînes logistiques ;
- La création de flux logistiques au bord de voies d'eau provoque **des perturbations, que ce soit pour les écosystèmes aquatiques ou terrestres à proximité des cours d'eau** ;
- De manière analogue, l'augmentation de flux logistiques aux abords d'habitats naturels conduit à des perturbations cette fois-ci des habitats naturels et écosystèmes environnants.

### **Développer le fret ferroviaire pour renforcer son usage**

Le train est l'un des modes les moins carbonés pour le transport de marchandises. De plus, il n'émet pas de polluants atmosphériques. La SDMP propose de favoriser le report modal des modes de transport de marchandises polluants vers le train. Concrètement, cet objectif s'appuierait tout d'abord sur des **investissements pour la régénération et la modernisation du réseau**. Cela permettrait d'accroître les performances des trains et de rendre le mode ferroviaire plus attractif.

Une autre piste de travail identifiée est la **meilleure coordination de l'utilisation de la capacité du réseau ferroviaire entre la circulation du fret ferroviaire et des trains voyageurs**. Cela concerne à la fois l'équilibrage entre les marchandises et les voyageurs, et l'étude de l'impact potentiel de l'amélioration des performances des wagons de fret, en particulier en termes de freinage.

Les effets du développement du ferroviaire sont relativement similaires pour les voyageurs et pour les marchandises, des détails sont donc donnés dans la partie voyageur.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* |                                                                                     |              |              |           |            |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                        |                                                                                     |              | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                      |  | Très positif | Direct       | Permanent | Long terme |

| Risques naturels et technologiques / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                     |        |              |           |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                    |                                                                                     |        | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                  |  | Neutre | Direct       | Permanent | Court terme |

Comme expliqué dans la partie traitant de la régénération du ferroviaire pour le transport de voyageurs, **des matériaux comme l'acier sont nécessaires à la bonne maintenance du réseau**, qu'il soit utilisé pour le transport de voyageurs ou de marchandises. Il faudra ainsi veiller à planifier **une recyclabilité plus importante des équipements et des infrastructures** ferroviaires, afin de permettre une économie circulaire durable.

### **Développer le fret fluvial pour renforcer son usage**

Le fluvial, au même titre que le ferroviaire, est un mode de transport massifié, ce qui permet de limiter les émissions de GES par tonne de marchandises transportées. De plus ce mode de transport présente l'avantage d'être en mesure d'accueillir un trafic beaucoup plus important sans avoir à modifier les infrastructures déjà existantes.

Dans ce cadre, la SDMP propose quelques pistes qui pourraient permettre de développer son usage. En particulier, il est proposé de réaliser une étude du potentiel du transport fluvial de marchandises et de matériaux pour les projets de construction et pour les entreprises en bords à voie d'eau, dans les cas pertinents. En addition, la SDMP suggère la création de pontons flottants et de quais pour les bateaux, afin d'améliorer l'accessibilité des infrastructures pour le fret.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* |                                                                                   |         |              |           |            |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                        |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                      |  | Positif | Indirect     | Permanent | Long terme |

| Ressource en eaux et milieux aquatiques / Biodiversité et habitats naturels |                                                                                     |         |              |            |             |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|------------|-------------|
| Effets notables probables                                                   |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée      | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                 |  | Négatif | Direct       | Temporaire | Court terme |

L'accroissement du trafic fluvial dû à son développement **génère une augmentation de la capacité du réseau grâce à des travaux**, comme une **augmentation de la profondeur du canal**, potentiellement **négatif pour les écosystèmes aquatiques**.

#### **Renforcer l'usage de la cyclo-logistique pour les derniers kilomètres**

La livraison du dernier kilomètre est un enjeu et défi logistique important souvent associé à une démultiplication des émissions de gaz à effet de serre, dues à l'augmentation des flux de livraisons, mais aussi un vecteur d'augmentation de la congestion routière. Les poids lourds ou véhicules utilitaires légers, premiers véhicules utilisés pour transporter ces flux, pourraient être abandonnés au profit d'utilisation de la cyclo-logistique, en accélérant la création de pistes cyclables et en limitant aux itinéraires structurants les poids lourds et les véhicules utilitaires légers.

Les transbordements seraient facilités par des infrastructures logistiques en cœur urbain accompagné du développement d'infrastructures cyclables. Cet encouragement à l'utilisation des modes de transport de marchandises actifs contribuerait à l'utilisation plus efficace des infrastructures urbaines.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* |              |       |         |
|--------------------------------------------------|--------------|-------|---------|
| Effets notables probables                        | Type d'effet | Durée | Horizon |

|             |                                                                                   |              |          |           |             |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|-----------|-------------|
| Impact SDMP |  | Très positif | Indirect | Permanent | Court terme |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|-----------|-------------|

Le report modal de marchandises d'un poids lourds/véhicules utilitaires légers vers un vélo-cargo **diminue de manière très importante les émissions et consommations d'énergie potentiellement créées par un transport motorisé.**

| Risques naturels et technologiques / Paysages et patrimoine / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                   |        |              |           |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                                             |                                                                                   |        | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                                           |  | Neutre | Indirect     | Permanent | Court terme |

La construction de pistes cyclables adaptées à la cyclo-logistique induit une utilisation des ressources mais demeure faible. L'utilisation des batteries entraîne nécessairement : d'une part, une **consommation de matières critiques** telles que le lithium, le cobalt ou le manganèse, mais cet effet peut être contrebalancé par la réduction de la fabrication des VUL ou des PL associées. D'autre part, **les incendies provoqués par une surchauffe des batteries sont très rares**, mais demeurent **difficiles à maîtriser**.

Les infrastructures cyclables sont sujettes **aux mêmes risques que les infrastructures linéaires routières, ce risque pouvant même être plus fort** vu que ces infrastructures ne sont pas forcément conçues avec **le même degré de résistance et peuvent s'abîmer plus vite**.

Par ailleurs, les infrastructures de transbordement et les pistes cyclables **peuvent être facilement intégrées dans le paysage urbain**, pouvant même **embellir des friches industrielles revalorisées**.

**Toutefois, il pourra être noté que la durée de vie des vélos-cargos et des batteries demeure faible** et devra être améliorée pour proposer une alternative économiquement et écologiquement durable aux véhicules motorisés, en plus de promouvoir une filière de recyclage associée.

#### 4.4.2.3. Taux de chargement

Voir partie taux de chargement voyageur.

#### **Massifier le transport de marchandises**

La massification du transport de marchandises permet à la fois d'optimiser le taux de remplissage des véhicules (moins de distance parcourue pour une même quantité transportée), mais aussi de favoriser le report modal, le ferroviaire et le fluvial étant adaptés aux gros volumes et aux marchandises conteneurisées qui facilitent les transbordements. **Un meilleur taux de remplissage des véhicules routiers** devrait également permettre de **favoriser l'adoption de véhicules propres, en amortissant mieux le surcoût à l'achat de ces véhicules**. Les pistes d'actions proposées pour augmenter le taux de chargement comportent notamment l'accompagnement et l'outillage des filières vers la réduction des fréquences de livraison demandées aux entreprises de logistique ainsi que la promotion de bonnes pratiques des chargeurs qui s'engagent vers des solutions massifiées.

|                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Effets notables probables |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Impact SDMP               |  | Positif | Direct       | Permanent | Moyen terme |

### **Travailler sur les emballages pour limiter le volume à transporter**

Les emballages jouent un rôle important dans les volumes transportés. La SDMP suggère donc une réflexion autour de la forme de l'emballage dès leur conception. En particulier, le lancement d'une étude par filière sur l'usage de conteneurs standardisés proposée dans la SDMP constitue une première étape vers l'optimisation du chargement des véhicules.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                   |         |              |           |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                                                                                  |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                                                                                |  | Positif | Direct       | Permanent | Long terme |

D'un point de vue du transport, **l'optimisation des emballages permet de massifier les trajets**, et donc de réduire le nombre de véhicules nécessaires pour un même chargement. Cela réduit la consommation de carburant, les émissions de CO<sub>2</sub>, et économise l'utilisation d'un véhicule (donc moins de ressources sont nécessaires). Cependant, un effet rebond potentiel existe : du fait de la massification, **le coût du transport peut être réduit et cela peut entraîner une augmentation de la demande**.

Outre ces enjeux, l'éco-conception permet également de **réduire les ressources nécessaires aux emballages**.

#### **4.4.2.4. Efficacité énergétique**

Voir partie Efficacité énergétique voyageur.

### **Développer l'écoconduite**

**L'écoconduite désigne une conduite automobile responsable et économique** qui vise à réduire la consommation de carburant et les émissions polluantes. Elle se caractérise par une conduite souple, anticipative et modérée en termes de vitesse. Elle est déjà fortement développée dans le transport routier de marchandises, **eu égard au poids du poste carburant dans les coûts**, c'est une préoccupation des employeurs et fait partie des contenus de formation.

Une piste d'action suggérée dans la SDMP est la mise en place d'une charte volontariste à destination des entreprises de transport routier de marchandises et des campagnes de communication sur les co-bénéfices (consommation de carburant, santé, pollutions) et les bonnes pratiques associées.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* |              |       |         |
|--------------------------------------------------|--------------|-------|---------|
| Effets notables probables                        | Type d'effet | Durée | Horizon |

|             |                                                                                   |         |        |           |             |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|-----------|-------------|
| Impact SDMP |  | Positif | Direct | Permanent | Court terme |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|-----------|-------------|

Outre les bénéfices usuels de la réduction de la consommation d'énergie et la baisse d'émissions associées, l'écoconduite encourage **une conduite plus douce et anticipative**, ce qui peut **réduire la probabilité d'accidents** de la route. Une réduction de l'usure des pneus et des freins peut aussi être observée, ce qui **diminue les déchets liés à l'entretien des véhicules**.

| Ressource en eaux et milieux aquatiques / Biodiversité et habitats naturels |                                                                                   |        |              |           |             |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                   |                                                                                   |        | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                 |  | Neutre | Indirect     | Permanent | Court terme |

La meilleure combustion du carburant **diminue les émissions de polluants atmosphériques** tels que les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), les particules fines (PM) et les composés organiques volatils (COV), mais aussi **moins de rejets de polluants dans les eaux de ruissellement des routes**. Nous pourrions enfin noter que l'écoconduite diminue les nuisances associées à la route, et permettent **une moindre perturbation des écosystèmes environnants**. Ces effets demeurent marginaux.

#### 4.4.2.5. Intensité carbone des transports

Voir partie « Intensité carbone des transports » voyageurs.

#### Décarboner les véhicules de transports routiers de marchandises

Les émissions associées au fret routier représentent 25 % du total émis par le secteur des transports, ce qui en fait donc un gisement important de décarbonation. Différents leviers de décarbonation existent pour couvrir les différents cas d'usage : électrification (levier principal à déployer pour les cas où cela est possible), biocarburants, bioGNV, hydrogène.

Pour décarboner le transport routier de marchandises, une piste d'action identifiée dans la SDMP est la mise en place d'un dispositif permettant aux chargeurs de contribuer au verdissement des flottes de poids lourds. En complément, la SDMP suggère également **le développement du soutien au retrofit en raison de sa pertinence environnementale et de son coût inférieur pour les transporteurs** ; de développer une offre industrielle de poids lourds zéro émission française, afin de soutenir la conversion des lignes d'assemblage thermiques à la motorisation électrique, et de favoriser la hausse de la capacité de production pour faire face à la demande future.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances* |                                                                                     |              |              |           |             |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                        |                                                                                     |              | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                      |  | Très positif | Indirect     | Permanent | Court terme |

Il peut être noté les bénéfices usuels de la décarbonation (diminution des émissions GES, de la consommation énergétique finale ainsi que la réduction du bruit et de la pollution de l'air/olfactive).



| Risques naturels et technologiques |                                                                                   |         |              |           |             |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables          |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                        |  | Négatif | Direct       | Permanent | Court terme |

La concentration de poids lourds peut entraîner des risques technologiques comme les risques d'incendies électriques ou chimiques, à cause de la présence de batteries au lithium.

| Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                   |              |              |           |             |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                               |                                                                                   |              | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                             |  | Très négatif | Direct       | Permanent | Court terme |

Les effets sont plutôt analogues à la production de véhicules électriques pour les particuliers. **De surcroît, la consommation de matière critique associée est encore plus importante pour les véhicules lourds, car les batteries sont 2 à 10 fois plus grandes** que pour les véhicules particuliers.

#### **Déployer les infrastructures suffisantes pour les véhicules lourds électriques**

Voir Partie « Déployer les infrastructures suffisantes pour les véhicules lourds électriques » voyageur.

#### **Décarboner le fluvial**

Avec le ferroviaire, le transport fluvial est au cœur de la stratégie de report modal de la route vers les modes massifiés au niveau national. La décarbonation totale du parc fluvial ne représente qu'un investissement mesuré au regard du nombre de péniches dédiées en circulation. Il est donc nécessaire d'engager une réflexion collégiale entre armateurs, constructeurs, architectes des péniches fluviales notamment, sur le mode d'exploitation afin de permettre la transition des flottes vers une énergie bas-carbone. La question des usages semble indispensable afin de hiérarchiser les énergies possibles.

Si pour le transport de courte distance l'électrification semble la meilleure voie de décarbonation, **la réflexion autour de l'interopérabilité entre les pays européens** lors de transports de marchandises transnationaux demeure indispensable. Les réflexions avec les autres pays européens doivent ainsi être continuées afin de s'accorder sur l'énergie de décarbonation à privilégier.

Afin de décarboner le transport fluvial, la SDMP propose de mettre en place un soutien financier au déploiement de bateaux hybrides rechargeables ou électriques ce qui constituerait une solution de long terme, face aux enjeux environnementaux nationaux. A plus court terme, la SDMP propose de faire bénéficier au secteur fluvial d'un taux d'incorporation de biocarburants afin de décarboner rapidement le transport ferroviaire non électrifiable en raison de problématiques financières.

| Effets notables probables |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Impact SDMP               |  | Positif | Direct       | Permanent | Court terme |

En effet, de nombreuses études se basant sur des analyses de cycle de vie (ACV) ont montré que la substitution des carburants fossiles **par les biocarburants de 1ère génération pouvait permettre une réduction des émissions de GES allant de 59 à 91 % pour les biodiesels et de 49 à 72 % pour les bioéthanol**<sup>182</sup>. Des résultats de simulations à l'échelle de la région Île-de-France ont également montré que les émissions de GES sur l'ensemble du cycle de vie des biocarburants de première génération étaient de 50 à 70 % inférieures à celles générées par des équivalents d'origine fossile<sup>183</sup>. Les biocarburants (hors première génération) présentent, quant à eux, un potentiel de réduction des émissions de GES supérieur à celui des biocarburants de 1ère génération<sup>184</sup>.

| Ressource en eaux et milieux aquatiques / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets / Sols et sous-sols / Biodiversité et habitats naturels |                                                                                    |         |              |           |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                                                                                 |                                                                                    |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                                                                               |  | Négatif | Direct       | Permanent | Court terme |

Outre les bienfaits sur la diminution importante des émissions de gaz à effet de serre, la production de biocarburants est **dépendante de l'utilisation de cultures énergétiques**<sup>185</sup>. L'utilisation d'engrais, d'eau, de pesticides, ont de nombreux impacts locaux sur le cycle du carbone, de l'azote et de l'eau. Cela peut entraîner, **selon les pratiques agricoles, une érosion importante des sols de culture** ainsi que la **consommation toujours plus grande de terres agricoles nouvelles**. L'impact visuel ainsi associé à des monocultures énergétiques peut devenir important, mais est toujours moins grand qu'une infrastructure destinée au forage.

Cependant, il peut être remarqué que **des effets positifs sur la biodiversité** émergent lorsque des cultures énergétiques pérennes sont implantées sur **des sols dégradés ou abandonnés, et cultivées avec peu d'intrants**. En revanche, si ces cultures sont implantées au **niveau de zones sensibles** à forte valeur environnementale (forêts, prairies naturelles, zones humides etc.), les **impacts sur la biodiversité demeurent négatifs**.

### Décarboner le ferroviaire

Le secteur ferroviaire est amené à croître à mesure que la part modale du train augmentera, que ce soit dans le transport de voyageurs ou de marchandises. La décarbonation du transport ferroviaire représente donc un enjeu majeur afin de ne pas augmenter structurellement les émissions associées.

182 ADEME (2010). Analyses de Cycle de Vie appliquées aux biocarburants de première génération consommés en France. [https://bibliothèque.ademe.fr/ged/1397/acv\\_biocarburants\\_premiere\\_generation\\_france\\_2010-rapport.pdf](https://bibliothèque.ademe.fr/ged/1397/acv_biocarburants_premiere_generation_france_2010-rapport.pdf)

183 Gabrielle, B. et al. (2008). Environmental assessment of biofuel pathways in Ile de France based on ecosystem modeling. Bioresource Technology (Volume 152). <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.10.104>

184 El Akkari, M. et al. (2018). A meta-analysis of the greenhouse gas abatement of bioenergy factoring in land use changes. Nature. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26712-x>

185 Les déchets issus de la production de biocarburants (matières carbonées et azotées) peuvent être valorisées en grande partie, notamment pour l'alimentation animale. Cela a deux conséquences : une faible production de déchets (à comparer à la production de diesel), couplée à une faible augmentation du besoin en espaces agricoles pour maintenir le niveau de production alimentaire d'environ 4 %

En complément des orientations et mesures incluses dans la Stratégie Nationale de Développement du Fret Ferroviaire (SNDFF), la SDMP propose quelques mesures permettant de décarboner le secteur dans son intégralité.

**Pour ce qui relève des transports collectifs ferrés**, déjà majoritairement électrifiés, l'impact de la phase chantier des infrastructures sur l'empreinte carbone complète du service rendu reste conséquent. **Côté matériel roulant, la SDMP propose de sécuriser des stocks de biocarburants.** Cela ne concernerait que les lignes dont l'électrification n'aura pas été jugée opportune économiquement parlant. Côté infrastructures, la SDMP suggère **la réalisation d'un plan de décarbonation complet du mode ferroviaire.**

Hors bénéfices climatiques, les principaux effets environnementaux liés à la généralisation de l'usage des biocarburants dans le transport ferroviaire sont liés au changement d'usage des sols (cultures énergétiques). Ce changement de carburant ne présenterait pas d'impact opérationnel significatif sur l'approvisionnement des trains<sup>186</sup>.

| Climat et énergie* / Santé humaine et nuisances |                                                                                    |         |              |           |             |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                       |                                                                                    |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                     |  | Positif | Direct       | Permanent | Court terme |

| Ressource en eaux et milieux aquatiques / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets / Sols et sous-sols / Biodiversité et habitats naturels |                                                                                     |         |              |           |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                                                                                                                                 |                                                                                     |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                                                                                                                               |  | Négatif | Direct       | Permanent | Court terme |

Les effets et externalités négatives associées à l'usage des biocarburants demeurent similaires à la partie précédente.

### 4.4.3. Autres leviers transverses

#### 4.4.3.1. Construire un environnement économique permettant de mettre en œuvre en pratique les orientations écologiques

La SDMP propose la mise en œuvre de différentes mesures, dont l'efficacité reste conditionnée par l'existence de modèles économiques viables pour les acteurs et soutenables dans la durée. Il est nécessaire pour cela de construire un environnement économique cohérent avec cette perspective. Cela implique d'appréhender les tendances et les effets dans la durée des mesures prises sur la compétitivité des différents acteurs et d'ajuster les mesures d'aide en nature et en volume en conséquence.

186 SNCF Groupe (2024). La décarbonation du transport ferroviaire. <https://www.groupe-sncf.com/fr/innovation/decarbonation-transport-ferroviaire>

Il est notamment visé d'encourager les chaînes logistiques à sortir du paradigme « en flux tendus » qui contraint fortement les acteurs sur le chemin de la transition. Concrètement, il s'agit par exemple **d'inciter les consommateurs à accepter des délais de livraison plus longs**, par le biais **d'une modulation de tarifs**. Qui dit délai de livraison plus long implique des durées de stockage plus importantes et davantage d'opérations de manutention pour optimiser les livraisons (groupage de colis).

| Climat et énergie / Santé humaine et nuisances / Ressources épuisables (hors énergie fossile) et déchets |                                                                                   |         |              |           |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                                                                                |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                                                                              |  | Positif | Direct       | Permanent | Long terme |

Tout d'abord, l'allongement des délais de livraison permet aux entreprises d'opter pour des modes de transport plus lents (donc moins carbonés) que le camion ou l'avion. Entre autres, la relégation au second plan de l'impératif de la rapidité de livraison permet **d'opter pour des modes plus lents, a priori moins bruyants et moins polluants**, mais aussi d'optimiser l'utilisation du matériel roulant et des supports logistiques (taux de remplissage des conteneurs, des palettes, etc.). De fait, **la réduction de l'usage de modes rapides de livraison** permettra de **réduire le trafic de poids-lourds** et la pollution associée, notamment aux abords des grands corridors routiers.

| Sols et sous-sols / Biodiversité et habitats naturels / Paysages et patrimoine |                                                                                     |        |              |           |            |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|-----------|------------|
| Effets notables probables                                                      |                                                                                     |        | Type d'effet | Durée     | Horizon    |
| Impact SDMP                                                                    |  | Neutre | Indirect     | Permanent | Long terme |

La diminution du trafic routier induite par cette mesure permet de limiter les nuisances diffuses liées au trafic de poids lourds. En revanche, l'augmentation des surfaces dédiées au traitement logistique risque de dégrader localement des écosystèmes et de contribuer à l'artificialisation des sols. Concernant les paysages, la diminution du trafic routier de poids-lourds permet de limiter les nuisances visuelles et auditives, de manière diffuse, sur l'ensemble du territoire. Néanmoins, **il semble raisonnable de penser que la construction et le développement des zones logistiques existantes** contribue à modifier fortement le paysage en milieu rural et aux abords des zones urbanisées, ce qui pourrait **dégrader**<sup>187</sup> (voir **Maillage des zones logistiques**).

#### 4.4.3.2. Digitaliser la logistique pour faciliter les échanges entre acteurs

La digitalisation de la logistique a pour objectif d'optimiser les flux de marchandises transportées, en améliorant à la fois les taux de remplissage et le potentiel de report modal.

<sup>187</sup> Il peut être noté que le développement de centres logistiques s'accompagne d'une augmentation de l'efficacité du secteur logistique, l'impact à plus grande échelle sur les paysages pourrait être plus favorable que dans le scénario tendanciel.

| Climat énergie / Santé humaine et nuisances |                                                                                   |         |              |           |             |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|-------------|
| Effets notables probables                   |                                                                                   |         | Type d'effet | Durée     | Horizon     |
| Impact SDMP                                 |  | Positif | Direct       | Permanent | Moyen terme |

Les bénéfices associés à la digitalisation sont ceux qui découlent de l'amélioration des taux de remplissage, de la réduction des distances totales parcourues et du report modal. La digitalisation de la logistique doit permettre d'**optimiser les flux de marchandises transportées, en améliorant à la fois les taux de remplissage et le potentiel de report modal**. En revanche, la digitalisation de la logistique vient augmenter indirectement l'installation des centres de stockage de données, des outils informatiques, et l'usage des réseaux de télécommunications. Ces effets négatifs relèvent *a priori* du second ordre comparés aux flux physiques des marchandises.

#### 4.4.4. Mesures ERC : Eviter, Réduire, Compenser

##### 4.4.4.1. Planification et aménagement urbain

On regroupe ici les mesures ERC liées à la planification ou à de l'amélioration de la qualité de vie au sein de l'espace urbain.

##### **Éviter**

- Proposer une tarification forte ou une limitation des places pour les véhicules particuliers les plus lourds (SUV), en outillant et en soutenant les collectivités qui le souhaitent (cf propositions dans la SDMP).
- Planification urbaine : intégrer des solutions d'autopartage et des infrastructures de mobilité durable pour minimiser les besoins de nouvelles constructions.
- Partager équitablement la voirie entre les différents modes et types de véhicules afin de pouvoir réaménager et valoriser de manière durable la voirie existante.
- Définir un partage de la voirie garantissant la sécurité pour tous les modes.

##### **Réduire**

- Développer un urbanisme compact permettant l'accès aux services essentiels dans un temps raisonnable.
- Intégrer les bâtiments de transbordement ainsi que les pistes cyclables au sein du paysage urbain.
- Mettre en œuvre des mesures de réduction de l'impact acoustique des pôles d'échange multimodaux (réflecteurs acoustiques par exemple).
- Travailler l'intégration paysagère des pôles d'échange multimodaux dans leur territoire.

##### **Compenser**

- Restaurer des habitats naturels et des zones humides endommagées pour compenser les impacts de l'urbanisation.
- Investir dans des projets de protection et de restauration des habitats naturels affectés par les infrastructures de transport, en restaurant par exemple des zones humides ou dans la gestion et création de couvert végétal, mares, haies.
- Accompagner les ménages et les communes pour désartificialiser leur terrain.
- Investir dans des projets locaux de protection de la biodiversité et de restauration écologique.

#### 4.4.4.2. Energie et ressources

On regroupe ici les mesures ERC qui traitent de la réduction ou de la bonne gestion de la consommation énergétique ou des ressources.

##### **Éviter**

- Renforcer la récupération et le recyclage des batteries usagées en mutualisant des parcours logistiques dédiés
- Encourager les modèles économiques basés sur la réutilisation des batteries.
- Utiliser des terres marginales, dégradées, ou intermédiaires à vocation énergétique pour cultiver des plantes destinées aux biocarburants, et éviter la conversion de terres naturelles ou agricoles à haute valeur écologique.
- Sélection de sources durables : favoriser les biocarburants provenant de matières premières non alimentaires et de déchets agricoles.
- Ne pas gagner les espaces agricoles nécessaires pour la production de biocarburants sur les espaces naturels.
- Encourager les fabricants à concevoir des véhicules optimisés pour une conduite écoénergétique, en évitant les modèles gourmands en carburant dès la phase de conception.

##### **Réduire**

- Proposer des alternatives à la voiture individuelle dans les usages quotidiens, en proposant un choc d'offre de services de mobilités alternatives destiné à réduire au niveau global la consommation énergétique et les émissions de GES (cf propositions dans la SDMP).
- Faciliter la logistique du recyclage des batteries usagées.
- Investir dans des technologies propres et des matériaux de construction à faible impact environnemental (ex : matériaux biosourcés ou recyclés).
- Favoriser l'emploi de ressources issues de l'économie circulaire.
- Sensibiliser les particuliers et les professionnels à l'écoconduite, y compris via des formations pour les professionnels.
- Mettre en place des programmes de maintenance préventive pour les véhicules en autopartage.
- Amélioration des moteurs et des véhicules : encourager le développement de moteurs plus efficaces et compatibles avec des mélanges plus élevés de biocarburants, ainsi que l'utilisation de technologies avancées pour améliorer l'efficacité énergétique des bateaux électriques.
- Promouvoir l'entretien régulier des véhicules pour maintenir l'efficacité énergétique et réduire la consommation de carburant.

##### **Compenser**

- Investir dans des projets de séquestration de carbone (plantation d'arbres, restauration de forêts) pour compenser les émissions résiduelles de CO<sub>2</sub>.
- Investir dans la R&D pour améliorer la recyclabilité des batteries (les batteries sont recyclées à 65% de leur poids en France<sup>188</sup>).
- Reforestation et afforestation : Planter des arbres et restaurer des forêts pour compenser les émissions de CO<sub>2</sub> et les impacts.

#### 4.4.4.3. Infrastructures et phase chantier

On regroupe ici les mesures liées à la construction des véhicules, aux développements des infrastructures de transport, comme le développement des pistes cyclables, des voiries réservées, des aires de covoiturage, des terminaux de transport combiné, etc.

##### **Éviter**

- Revue de la programmation des projets routiers et autoroutiers neufs, en limitant ceux-ci au désenclavement de territoires peu accessibles. Les territoires concernés par de la congestion routière sans potentiel de développement d'offres alternatives peuvent aussi être concernés.
- Renforcer la prise en compte des effets climatiques et environnementaux (dont sur la biodiversité) dans les études socio-économiques en amont du projet d'infrastructure de transport.
- Privilégier des espaces déjà artificialisés en cas de création de pôles d'échange multimodaux ou de parkings-relais.
- Sélection de sites : choisir des sites pour les installations multimodales qui minimisent l'impact sur la biodiversité et les habitats naturels.
- Privilégier la réservation de voies existantes plutôt que la création de voies réservées gagnées sur des espaces naturels.
- Minimisation des impacts des infrastructures : choisir des emplacements appropriés pour les infrastructures de recharge électrique afin de minimiser les perturbations aux écosystèmes locaux.
- Prendre toutes mesures permettant d'éviter et de réduire l'impact chantier d'un projet d'aménagement (mesures génériques).

##### **Réduire**

- Utilisation de matériaux de marquage au sol durables et respectueux de l'environnement.
- Réduire autant que possible l'impact sur l'écoulement des eaux ainsi que sur les chemins.
- Intégrer des éléments de design écologique dans les aires de covoiturage (surfaces perméables, espaces verts).
- Recycler les déchets produits durant les phases de chantier.
- Gérer efficacement les résidus miniers en les valorisant dans d'autres secteurs.
- Employer de l'acier bas carbone pour la production des rails et du béton bas carbone pour les traverses.
- En cas d'élargissement de la voie, gérer les eaux pluviales en augmentant la taille des fossés.
- Lors de la création d'infrastructures multimodales, prévoir l'intégration de solutions écologiques, comme des quais de chargement avec surfaces perméables et des systèmes de réutilisation des eaux pluviales.

---

<sup>188</sup> Source : EDF, 2020

## **Compenser**

- Désartificialiser des espaces en proportion de ceux artificialisés.
- Accompagner les projets de mesures de désartificialisation dans les espaces urbains irrigués par les infrastructures de transport.
- Investir dans des projets de protection et de restauration des habitats naturels affectés par les infrastructures de transport.
- En cas de potentielle destruction d'habitats naturels, déplacer l'écosystème vers un lieu propice à son implantation et sa prospérité.
- Projets de restauration des écosystèmes : financer des projets visant à restaurer les habitats naturels et les écosystèmes aquatiques affectés par la production de biocarburants et l'électrification des bateaux fluviaux.

### **4.4.4.4. Changements de comportement**

On regroupe ici les mesures ERC liées aux changements de comportement. Les autres mesures listées précédemment dans les autres parties peuvent aussi être vecteur de changements indirects de comportements (notamment la revue d'infrastructures routières).

## **Éviter**

- Promouvoir le télétravail en outillant numériquement les usagers afin de réduire les trajets pendulaires quotidiens. (cf propositions dans la SDMP)
- Ne pas autoriser ou limiter l'utilisation des plus gros véhicules intermédiaires pour les jeunes avant l'âge du permis B pour éviter le report modal depuis le vélo. (cf premières proposition en ce sens dans la SDMP)

## **Réduire**

- Effectuer des campagnes de sensibilisation sur les avantages du covoiturage et de l'utilisation des transports en commun afin de réduire le nombre de trajets effectués en voiture individuelle. (cf. propositions dans la SDMP)
- Favoriser l'adoption du covoiturage de courte distance par la multiplication et la facilitation à l'accès des zones le permettant. (cf. propositions dans la SDMP)
- Mettre en place des plans de mobilité pour mutualiser les trajets domicile-travail. (cf. propositions dans la SDMP)
- Evaluer la possibilité, en collaboration avec les filières industrielles, de réduire le temps d'antenne des produits ou services de mobilité nocifs pour l'environnement (cf. propositions dans la SDMP).



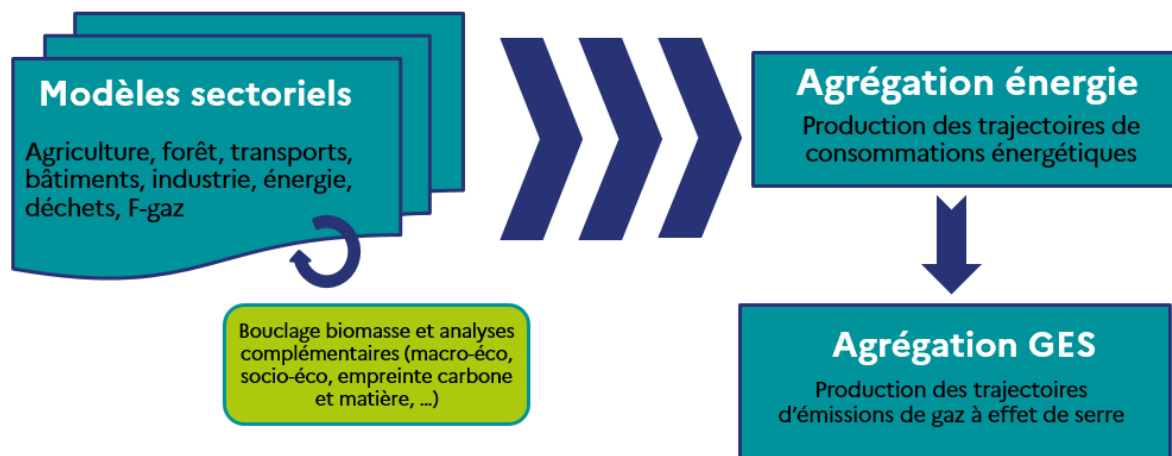
## 5. Évaluation de l'impact global de la PPE

### 5.1. Présentation de la modélisation utilisée

Les scénarios énergétiques et climatiques de la Direction générale de l'énergie et du climat sous-jacents aux travaux de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) et de la stratégie nationale bas-carbone (SNBC) sont les scénarios avec mesures existantes, dit « AME », et avec mesures supplémentaires, dit « AMS ».

L'élaboration de ces scénarios repose sur un exercice de modélisation complète de notre économie, de nos approvisionnements énergétiques, des disponibilités des différentes ressources, de leur bouclage économique, et des émissions. **Il repose sur un ensemble de modélisations sectorielles** mobilisant des outils internes et des prestations externes (CIRED, Solagro, Enerdata, etc.). Les modélisations sectorielles, alimentées par près de 2 000 hypothèses arrêtées à l'issue de travaux de concertation et de dialogue avec les parties prenantes, permettent d'estimer certaines données d'activités sectorielles, comme par exemple le trafic de véhicules, le nombre de rénovations énergétiques de logements, la taille des cheptels ou les consommations d'énergie. **Les résultats des modélisations sectorielles sont ensuite agrégés**, d'abord sur la forme de bilans d'énergie, puis sous la forme d'inventaires d'émissions de GES, de façon cohérente avec les données statistiques publiées annuellement.

*Figure 63 : Processus de modélisation de l'AME 2024 et de l'AMS run 2 (DGEC)*



**L'élaboration du scénario AME, piloté par la DGEC, vise à décrire une trajectoire résultant des politiques et mesures déjà en place.** Ce travail n'est pas un exercice de prévision mais d'évaluation de politiques publiques : il s'agit pour l'État d'estimer l'impact des différentes politiques en vigueur, afin d'évaluer l'écart au scénario de référence de la SNBC en vigueur. Le scénario AME prend en compte l'ensemble des politiques et mesures adoptées jusqu'à une date donnée. Le scénario AME actuel prend en compte l'ensemble des politiques et mesures adoptées avant le 31 décembre 2023.

Les politiques et mesures concernent l'ensemble des dispositifs mis en place par la puissance publique, que ce soit par arrêté, décret, loi ou par un autre moyen. L'AME étant défini par le Règlement « gouvernance », il est soumis à un certain nombre de règles et de lignes directrices :

- La prise en compte des données de cadrage de la Commission (prix, PIB notamment) ;
- La non-prise en compte de mesures non formellement actées : les directives adoptées mais non transposées ou encore les financements prévus mais non votés, ne peuvent être inclus dans l'AME ;
- La date limite de prise en compte des politiques et mesures incluses dans l'AME ne doit pas être plus tardive que la date de rapportage.

En plus de ces règles, la DGEC suit un certain nombre de « bonnes pratiques » basée sur son expérience de construction des scénarios AME :

- La définition des hypothèses, politiques publiques et mesures à intégrer se fait en lien étroit avec les directions concernées des différents ministères : DGPE, DGE, DGITM, DHUP, DE, etc. ;
- Lorsqu'un objectif a été nouvellement fixé dans la loi, il est pris en compte car cela constitue une avancée et traduit une certaine ambition, mais sa prise en compte peut être partielle, de manière conservatrice, si les mesures existantes ne permettent pas de sécuriser l'objectif et/ou si les données historiques les plus récentes montrent que la trajectoire pour l'atteindre n'est pas respectée. Cette évaluation est refaite à chaque nouvel exercice ;
- Pour les politiques qui ne sont pas assorties d'objectifs chiffrés, l'évaluation des effets est réalisée en lien étroit avec les services métiers concernés.

**L'élaboration du scénario avec mesures supplémentaires dit « AMS » est également coordonnée par la DGEC.** Dans ce cadre, le scénario énergétique et climatique vise à **décrire une trajectoire cible de réduction des émissions de gaz à effet de serre jusqu'à l'atteinte des objectifs fixés pour 2030 et jusqu'à la neutralité carbone en 2050**. Le scénario de référence prend en compte :

- Les politiques nationales existantes et leur prolongation voire renforcement pour atteindre nos objectifs ;
- Les objectifs climatiques et énergétiques prévus par la législation européenne ;

- L'ensemble des législations climatiques et énergétiques de l'Union européenne qui ont un impact sur le prix de l'énergie ou qui créent des incitations à la décarbonation ;
- Les législations européennes qui donnent des orientations dans le développement de certaines technologies, comme les règlements sur les standards d'émissions de CO<sub>2</sub> des véhicules ou la directive sur la performance énergétique des bâtiments ;
- Et vise le respect des objectifs internationaux issus des instances auxquelles la France participe et qui engagent notre pays, par exemple les objectifs de décarbonation fixés par l'Organisation Maritime Internationale (OMI) en ce qui concerne le transport maritime international.

Sur le cas particulier des énergies renouvelables, le scénario AME 2024 est basé sur la PPE 2 publiée en 2020, en prenant également en compte l'adoption en 2023 de la loi d'accélération de la production d'énergies renouvelables (loi APER) et la loi d'accélération du nucléaire. Le scénario AMS actuel (2<sup>ème</sup> itération dite « AMS run 2 ») se base sur un scénario de développement des énergies renouvelables cohérent avec le scénario central de la PPE 3.

Concernant l'évaluation de l'impact global de la PPE sur l'utilisation des ressources du sous-sol, cette évaluation environnementale stratégique s'est appuyée sur les travaux de modélisation et d'analyse réalisés par RTE dans le cadre du rapport *Futurs énergétiques 2050* pour estimer la demande française de certaines ressources critiques, ainsi que sur les résultats et les analyses publiés par l'IFPEN grâce au modèle TIAM-IFPEN permettant d'estimer les tensions pouvant apparaître sur la disponibilité de certaines ressources critiques pour la transition énergétique au niveau mondial.

Enfin, les objectifs de la PPE prennent en compte la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC), par exemple sur le potentiel de développement de la production hydroélectrique qui est limité par l'évolution des régimes hydrologiques, l'augmentation de l'évapotranspiration et l'évolution des autres usages de la ressource en eau. Ainsi, entre 2030 et 2035, malgré une augmentation des capacités hydroélectriques de 26 à 29 GW, essentiellement avec le développement du stockage par STEP, la production renouvelable devrait rester stable autour de 54 TWh. Cependant, les modèles utilisés ne peuvent pas intégrer pleinement ses effets car il est difficile d'estimer précisément l'impact d'un scénario de réchauffement par rapport à un autre sur des hypothèses, en raison du manque de données et de connaissances disponibles, notamment sur la baisse de la capacité de stockage de carbone dans les sols due aux effets du changement climatique.

## 5.2. Les impacts de la PPE sur l'environnement

Cette partie présente l'analyse des incidences probables générales et cumulées de la mise en œuvre de la PPE sur l'environnement. Ces incidences sont déclinées selon les thématiques environnementales présentées dans l'état initial, et sont analysées au regard des pressions potentielles qui ont été identifiées dans les enjeux environnementaux. L'analyse est réalisée de façon quantitative quand les données existent et qualitative synthétisée dans un tableau quand les données ne sont pas disponibles.

Dans les tableaux qualitatifs, pour chaque secteur de la SNBC, les enjeux environnementaux sont recensés et croisés avec les orientations de la PPE pour identifier de potentielles pressions sur chaque thématique environnementale, symbolisées par des flèches comme suit.

|                                                                                     |                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Les actions menées par la PPE ont pour conséquence d' <b>augmenter la pression</b> sur la thématique environnementale étudiée |
|  | Les actions menées par la PPE ont pour conséquence de <b>réduire la pression</b> sur la thématique environnementale étudiée   |



Les actions menées par la PPE n'ont **pas d'impact** sur la thématique environnementale étudiée au regard de la pression potentielle identifiée.

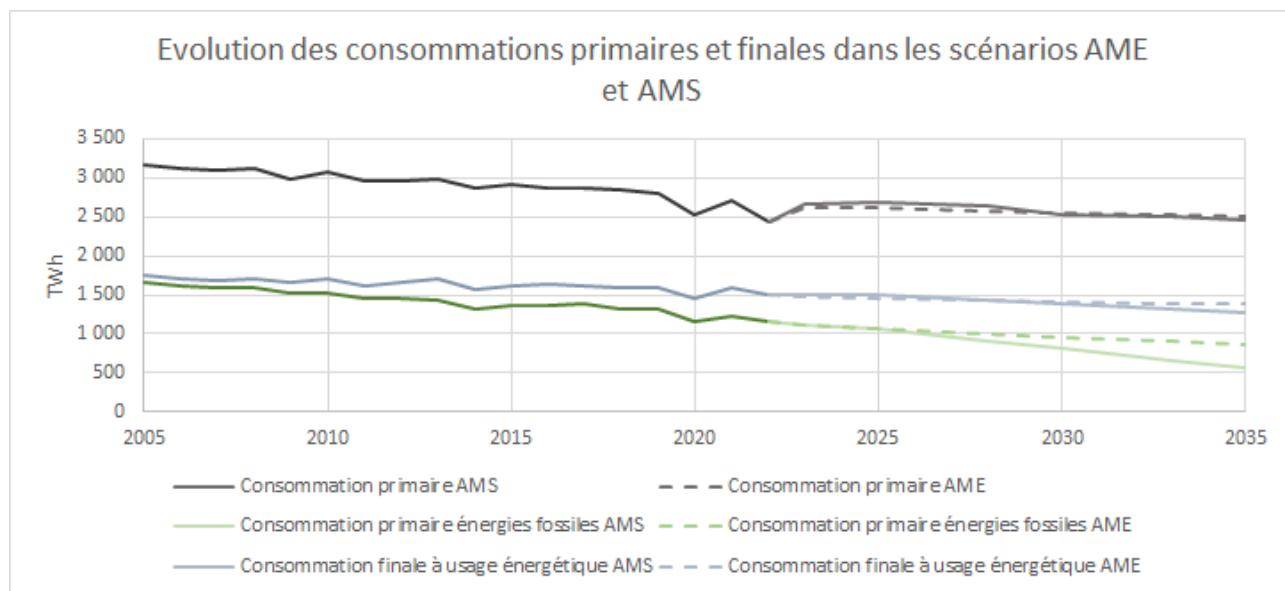
A noter qu'une augmentation de la pression ne génère pas nécessairement un impact négatif sur l'environnement, si elle est contenue au-dessous du seuil générant des impacts. Le respect de la réglementation permet généralement de prévenir les impacts négatifs sur l'environnement des activités concernées. Une attention particulière est portée sur ces sujets dans l'élaboration des projets.

### 5.2.1. Climat et énergie

Le scénario AMS utilisé dans la PPE vise une réduction de la demande en énergie menant à une consommation primaire d'énergie de 2 539 TWh en 2030, puis 2 465 TWh en 2035, soit -8 % par rapport à 2023. Le scénario AMS permettra également la diminution de la part fossile du mix énergétique pour atteindre 819 TWh en 2030 et 565 TWh en 2035 pour des usages non-énergétiques et énergétiques (soit -61 % en 2035 par rapport à 2012 et -49 % par rapport à 2023).

La consommation d'énergie finale diminuera, pour atteindre 1 380 TWh en 2030 puis 1 275 TWh en 2035 (soit -15 % par rapport à 2023, voir figure ci-dessous). Cette différence provient de la substitution massive des sources d'énergie fossile (produits pétroliers, gaz naturel et charbon) par des efforts de sobriété, des énergies bas-carbone et par l'électrification des usages. Cela résultera en une réduction d'impact sur les ressources épuisables, ainsi qu'une réduction des impacts environnementaux liés à la consommation d'énergie.

Figure 64 : Évolution des consommations d'énergie primaire (dont fossiles) et d'énergie finale dans les scénarios AME et AMS entre 2005 et 2035 (DGEC)



En termes de contribution à la décarbonation, le scénario AME mènera à la réduction des émissions de GES liées à la combustion d'énergie pour atteindre 187 MtCO<sub>2</sub>e en 2035. Avec mesures supplémentaires (AMS), on obtiendra un niveau de 108 MtCO<sub>2</sub>e en 2035, soit 79 MtCO<sub>2</sub>e de différence. La PPE conduit donc à une réduction significative des émissions de gaz à effet de serre et à une incidence positive dans la lutte contre le changement climatique.

## 5.2.2. Milieux physiques

### Ressources en eaux et milieux aquatiques

Tableau 24 : Évolution de la pression sectorielle engendrée par la PPE sur les ressources en eau et les milieux aquatiques

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transport</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pollutions issues des eaux de ruissellement.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                        | Baisse de l'utilisation des carburants routiers                                       |    |
| <b>Forêt – bois - biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Problématiques d'inondation et de ruissellement liées à la gestion des sols (tassements, etc.),</li> <li>Pollutions des eaux par les matières en suspension liées aux ruissellements.</li> </ul>                                                                                                                               | Développement de l'exploitation de la biomasse solide                                 |    |
| <b>Industrie</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pollutions aux hydrocarbures.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Baisse des consommations d'énergie fossile dans l'industrie et donc baisse des rejets |    |
| <b>Production d'énergie</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aménagements des berges et cours d'eau (obstacles à l'écoulement) dans le cas de l'hydroélectrique, associés à des modifications de la température de l'eau dans le cas de production nucléaire.</li> </ul>                                                                                                                    | Hausse du nucléaire et hausse de la capacité de STEP                                  |  |
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modification de l'habitat marin sur les lieux d'implantations d'énergies marines : érosion du fond marin, remise en suspension de sédiments et modifications du régime hydro-sédimentaire, risque de pollution avec les produits chimiques et les lubrifiants liés aux revêtements utilisés pour les installations.</li> </ul> | Développement de l'éolien en mer et des énergies marines renouvelables                |  |
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pressions qualitatives et quantitatives sur la ressource en eau liée à la production de biocarburants.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                              | Augmentation de la production de biocarburants avancés                                |  |
| <b>Déchets</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pollutions issues des eaux de ruissellement (lixiviation).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                          | Réduction de la quantité de déchets éliminés en les valorisant énergétiquement        |  |

Le programme de construction de 6 nouveaux réacteurs EPR2 confirmé par la PPE, ainsi que le développement d'au moins 1,7 GW de capacité additionnelle de STEP d'ici 2035, nécessiteront des travaux d'aménagements de berges et de cours d'eau avec un impact local possible sur les milieux aquatiques. Les chantiers peuvent également générer des pollutions dans l'environnement local.

Les réacteurs EPR2 et les STEP en circuit ouvert nécessitent pour leur fonctionnement de prélever un certain volume d'eau dans l'environnement. L'évaluation environnementale pour le projet de construction d'une première paire de réacteurs EPR2 à Penly fait ainsi état d'un prélèvement d'eau de mer de 12 Mm<sup>3</sup>/j, et d'eau douce d'1 Mm<sup>3</sup>/an<sup>189</sup>. Dans le cas des nouveaux réacteurs EPR2, ces prélèvements n'interviendront toutefois qu'après l'horizon de temps visé par la PPE, après leur mise en service.

Les impacts des projections climatiques à l'horizon de 2100 sur la disponibilité de la ressource en eau et, de manière incidente, sur le fonctionnement des centrales nucléaires existantes ou projetées font l'objet de travaux dédiés. Les actions de la PPE-3 relatives à la poursuite du fonctionnement des réacteurs existants au-delà de 50 et 60 ans (NUC.1) et à la construction de nouveaux réacteurs (NUC.3 et NUC.4) tiennent compte de l'enjeu de la disponibilité de la ressource en eau.

### Sols et sous-sols

Tableau 25 : Évolution de la pression sectorielle engendrée par la PPE sur les sols

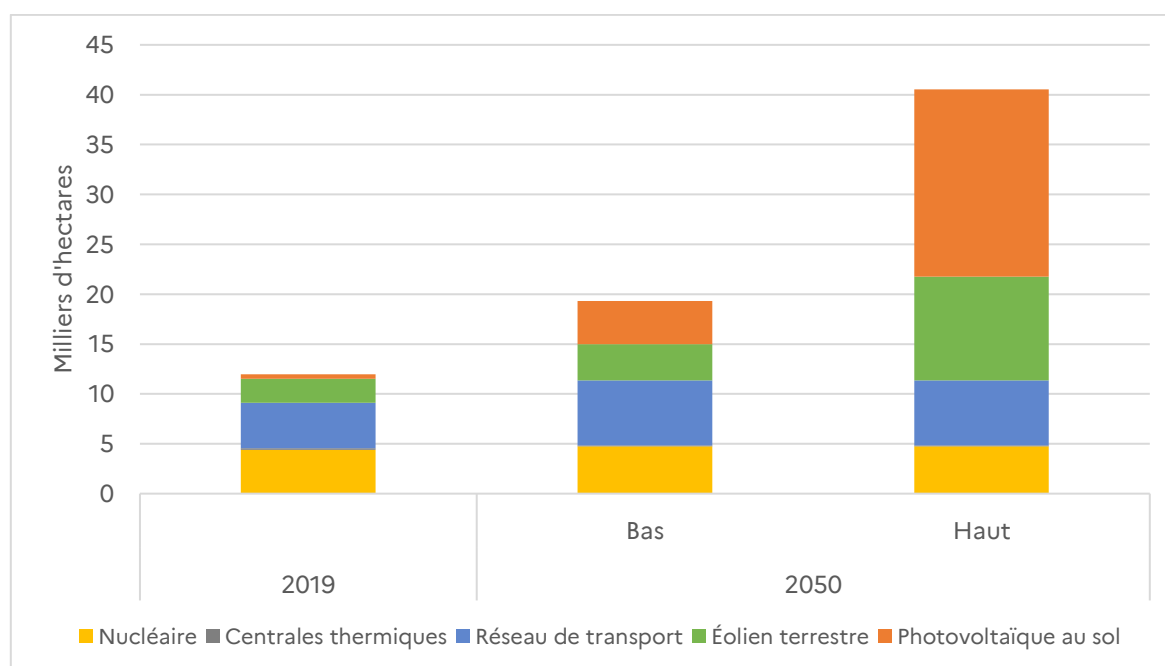
|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pollutions aux hydrocarbures.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                | Baisse de l'utilisation des carburants fossiles                                                                                                                                                            |  Pollution<br> Artificialisation |
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation de l'artificialisation des sols.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                | Création d'infrastructures améliorant la multimodalité                                                                                                                                                     |                                                                                                                     |
| <b>Forêt – bois – biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tassement des sols lié au passage des engins de sylviculture</li> <li>Modification des cycles de l'azote et du phosphore due au recours accru à la biomasse</li> <li>Diminution des teneurs des sols en matière organique (en cas d'export massif des rémanents forestiers).</li> </ul> | Développement de l'exploitation de la biomasse solide                                                                                                                                                      |                                                                                                                   |
| <b>Industrie</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pollutions aux hydrocarbures.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                | Baisse des consommations d'énergie fossile dans l'industrie et donc baisse des rejets                                                                                                                      |                                                                                                                   |
| <b>Production d'énergie</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Artificialisation et imperméabilisation des sols augmentant la tension sur les terres disponibles.</li> </ul>                                                                                                                                                                           | Développement des énergies bas-carbone (en particulier PV, éolien terrestre et maritime, nucléaire, biogaz, biocarburants) et emprise accrue des installations de l'aval du cycle du combustible nucléaire |                                                                                                                   |

189 Autorité environnementale (2023). Avis délibéré de l'Autorité environnementale sur l'implantation de deux EPR2 et leurs raccordements électriques sur le site de Penly (76). [https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/231109\\_epr2\\_penly\\_delibere\\_cle2fda58.pdf](https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/231109_epr2_penly_delibere_cle2fda58.pdf)

|                |                                                                                         |                                                                                                                              |                                                                                     |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                                                                         | Réflexions pour engager une transformation des infrastructures gazières et pétrolières (effets positifs attendus après 2035) |  |
| <b>Déchets</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pollutions aux métaux et métalloïdes.</li> </ul> | Réduction de la quantité de déchets éliminés en les valorisant énergétiquement                                               |  |

Le développement des énergies renouvelables et du réseau électrique tel que prévu dans la PPE sera susceptible d'engendrer une plus forte artificialisation des sols. Les enjeux spécifiques à chaque filière ont été présentés dans la partie 3.2.2. En additionnant les contributions de chaque filière à l'artificialisation des sols, la pression issue des mesures prévues par la PPE restera limitée. Sur la base des modélisations de RTE<sup>190</sup>, on peut ainsi estimer entre 19 000 et 41 000 ha la surface artificialisée par le système électrique en 2050, contre 12 000 ha en 2019. La figure suivante illustre la répartition de ces estimations par filière :

Figure 65 : Surfaces artificialisées du système électrique en 2019 et 2050 (RTE<sup>191</sup>)



Cette estimation peut monter jusqu'à 180 000 ha de surfaces occupées par le système électrique en prenant en compte l'ensemble des surfaces occupées (mais pas nécessairement artificialisées) par la filière photovoltaïque, contre 18 000 en 2019. À titre de comparaison les routes et autoroutes mobilisent 1 280 000 ha artificialisés en 2019, et les bâtiments 850 000 ha.

190 RTE (2021). Futurs énergétiques 2050. <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>. Les chiffres sont issus des résultats du scénario N2 « réindustrialisation profonde », sauf pour la borne haute de la filière photovoltaïque dont le rythme d'installation dans la PPE est celui du scénario M0

191 RTE (2021). Futurs énergétiques 2050. <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>

La concurrence d'usage liée au secteur énergétique devrait rester limitée en dehors des surfaces artificialisées, les co-usages agricoles étant par exemple possibles avec l'essentiel des équipements du système électrique, hors PV au sol<sup>192</sup>.

Par ailleurs, la réutilisation de surfaces déjà artificialisées permet de réduire la pression sur les sols. La PPE prévoit ainsi que le développement du photovoltaïque au sol privilégie les surfaces déjà artificialisées ou présentant des enjeux moindres notamment en termes de biodiversité (parkings, friches, délaissés routiers, autoroutiers, ferroviaires, etc.), tandis que le photovoltaïque sur bâtiment ne consomme pas de surface. L'agrivoltaïsme permet également de combiner l'activité agricole et de production d'électricité, sans nuire à la production agricole et en minimisant les défrichements. Enfin, le « repowering » de sites de production d'énergie renouvelable prévu par la PPE permet d'augmenter la capacité de production avec un impact neutre sur les sols.

La PPE limite la consommation des biocarburants de première génération, dont la production est en concurrence avec les cultures destinées à l'alimentation, au niveau plafond prévu par les textes européens, soit 7 % du volume de carburants. La PPE prévoit en outre de développer les biocarburants avancés, qui ne sont pas en concurrence avec l'alimentation ou s'intègrent dans la gestion forestière durable, limitant ainsi les impacts de la filière des biocarburants sur les sols.

S'agissant du cycle de l'azote, la biomasse est au carrefour des échanges des différentes formes d'azote entre le sol, l'atmosphère et l'eau. Le prélèvement de biomasse pour la production de bioénergie aura donc des impacts sur le cycle de l'azote. La dynamique de l'azote dans les sols agricoles est fortement influencée par les cultures, leur itinéraire technique et les pratiques associées, en particulier les apports d'engrais azotés de synthèse ou de matières fertilisantes de substitution. La synthèse des engrais minéraux azotés via le procédé Haber-Bosch est fortement consommatrice d'énergie et toute augmentation d'usage de ces engrais minéraux aura un impact négatif sur le bilan environnemental du système de culture.

Le stockage de l'azote dans le sol, sa minéralisation ainsi que son lessivage pourront être affectés, produisant des impacts positifs dans le cas d'une augmentation du stock d'azote organique et d'une limitation de sa lixiviation sous forme de nitrate ou bien des impacts négatifs en cas d'excès d'azote nitrique dans les sols par rapport aux besoins des plantes. Les processus biotiques et abiotiques à l'origine de l'émission de N<sub>2</sub>O, gaz à effet de serre impliqués dans le changement climatique disposant d'un potentiel de réchauffement global très élevé (près de 300 fois celui du CO<sub>2</sub> sur 20 à 100 ans), et de NH<sub>3</sub>, responsable de la pollution de l'air (particules fines) et des écosystèmes (acidification et eutrophisation), pourront également être amplifiés ou diminués par de nouveaux prélèvements de biomasse.

Enfin, la lixiviation du nitrate impactant de façon conséquente la qualité de l'eau, ce paramètre est également important à considérer dans l'évaluation des effets sur l'environnement.

L'absence de retour à la terre de l'azote et du phosphore présents dans la biomasse solide, les biocarburants et le biogaz entraîne une perturbation de leur cycle naturel.

---

192 RTE (2021). Futurs énergétiques 2050. <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>



L'impact sur les sols lié à l'augmentation de l'exploitation sylvicole sera limité dans la mesure où celle-ci respecte les préconisations du PNFB.

Enfin, les activités minières induites par le besoin en ressources de la PPE peuvent présenter plusieurs types de risques sociaux en fonction des lieux dans lesquels elles sont implantées. D'une part, le risque associé au droit des travailleurs, qui peut être de plusieurs ordres : travail des enfants, travail forcé, discriminations, etc. De manière générale, l'activité extractive est source de dégagements nocifs, ce qui renforce le besoin de conditions de sécurité strictes pour les travailleurs afin de limiter les risques de morbidité et de mortalité. Selon les zones géographiques, la gouvernance et la transparence des pays influent sur le respect des conditions de sécurité.

Les activités minières ont également une incidence environnementale importante, notamment pour ce qui concerne les consommations d'eau. C'est le cas par exemple au Chili où il existe d'ores et déjà des conflits d'usages sur la ressource en eau et des réactions de la population locale face à l'impact sur l'écosystème et sanitaire dans les régions désertiques du fait de la présence de mines de cuivre et de lithium.

### Biomasse

La SNBC 3, en cours de construction, vise à date une réduction globale des émissions de GES du secteur agricole de -25 % en 2030 par rapport à 1990 et une maximisation du puits de carbone pour le secteur forestier<sup>193</sup>. La SNBC vise également, face à l'augmentation prévisible de la consommation en biomasse, à déployer des mesures, adaptées à chaque secteur, permettant une mobilisation accrue pour augmenter l'offre de biomasse utilisable à des fins énergétiques par rapport à un scénario tendanciel, sans préjudice de la priorité à donner aux usages alimentaires (pour la biomasse agricole), aux puits de carbone et à la production pour des usages industriels non énergétiques, notamment sous forme de molécules et de matériaux (pour la biomasse agricole et forestière).

Par ailleurs, la Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse (SNMB) et les schémas régionaux de la biomasse (SRB) fixent un cadre pour développer la mobilisation de biomasse pour des usages non-alimentaires en cohérence avec la stratégie française énergie climat (SFEC) et les études les plus à jours quantifiant les volumes de biomasse disponibles durablement pour de nouveaux usages. Ces documents stratégiques formulent également un grand nombre de recommandations permettant une mobilisation de la biomasse raisonnée, réduisant les impacts environnementaux liés à celle-ci.

L'Etat travaille enfin à renforcer la recherche et la mise en place d'études liées à la biomasse afin d'optimiser la production et la valorisation des bioressources et de mieux comprendre les enjeux environnementaux de leur mobilisation accrue. Le groupement d'intérêt scientifique sur la biomasse, créé en 2024, sera particulièrement utile pour éclairer l'Etat dans l'élaboration de politiques publiques.

Au niveau régional, les préfets de régions, appuyés par les cellules biomasse (DRAAF, DREAL, DREETS, DR ADEME), représentent des acteurs clés pour l'atteinte d'un équilibre offre/demande de biomasse au niveau des territoires. De par leur mission d'expertise sur l'octroi d'aides à la mise en place de

---

<sup>193</sup> Commission européenne (2024). France - Final updated NECP 2021-2030.  
[https://commission.europa.eu/publications/france-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024\\_en](https://commission.europa.eu/publications/france-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024_en)

projets d'installations consommatrices de biomasse, ils orientent les politiques publiques afin de limiter les pressions environnementales sur les ressources et les conflits d'usages entre les acteurs des filières.

La PPE prévoit de manière globale une augmentation de l'utilisation de la biomasse à des fins énergétiques.

Or, les ressources en biomasse, multiples et renouvelables, sont contraintes en quantité pouvant conduire à des conflits d'usage entre alimentation humaine, bioénergies, stockage du CO<sub>2</sub>, biomatériaux et export. Aujourd'hui, l'alimentation humaine concentre 7 % de la biomasse agricole primaire et 11 % de la production agricole utile (hors résidus et imports, voir figure suivante).

Pour rappel, le scénario énergie-climat de la France coordonné par le ministère en charge de l'énergie se fonde d'une part, sur des modélisations de l'offre en biomasse issue des secteurs agricoles, forestiers et de la gestion des déchets, et d'autre part, sur une modélisation de la demande émanant des différents secteurs consommateurs (ex : industrie, résidentiel, routes internationales...) en cohérence avec les hypothèses de transition retenues pour ces secteurs (par exemple sur l'évolution du parc de véhicules thermiques individuels). Dans cet exercice, l'offre n'est pas déterminée par la demande (c'est d'ailleurs la raison pour laquelle il faut s'assurer du "bouclage" soit de l'adéquation entre l'offre et la demande de biomasse aux différents horizons temporels, en dépit des paramétrages adoptés visant à modérer la demande).

Dans ce contexte, ce sont donc avant tout les hypothèses adoptées sur l'offre de biomasse dans le scénario énergie-climat qu'il convient d'interroger afin d'apprécier leurs impacts sur les secteurs producteurs. A ce stade, il n'a pas été associé, aux modélisations nationales, d'analyse quantitative détaillée et territorialisée des impacts associés à chaque type de prélèvement/production de biomasse (par exemple pour le déploiement des cultures ligno-cellulosiques ou encore des CIVE). L'analyse n'existe que concernant l'impact sur le puits de carbone forestier de la récolte forestière, prise dans son ensemble et dont une fraction est affectée à un usage énergétique (impact apprécié de façon globale et sans détailler les effets des diverses pratiques de récolte sur les différents compartiments carbone de l'écosystème forestier).

Face à une disponibilité sous contrainte et un risque de conflit d'usage avec l'alimentation, la PPE<sup>194</sup> vise à hiérarchiser les usages de la biomasse en donnant la priorité à la filière agro-alimentaire et aux usages énergétiques non substituables tels que la production de chaleur à haute température ou à destination des réseaux de chaleur. La PPE prévoit ainsi en particulier de limiter l'usage de la biomasse pour la production d'électricité et de diminuer la consommation de bois-énergie du secteur résidentiel pour l'orienter vers des secteurs à meilleurs rendements.

Dans sa publication de juillet 2024 portant sur le bouclage biomasse<sup>195</sup>, le SGPE évalue les flux actuels de biomasse (environ 335 MtMS entrantes) ainsi que les besoins à horizon 2030 par type de biomasse

---

194 Tableau page 88 du PNIEC Français transmis à la commission européenne en juillet 2024

[https://commission.europa.eu/publications/france-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024\\_en](https://commission.europa.eu/publications/france-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024_en)

195 SGPE (2024). Bouclage biomasse : enjeux et orientations.

<https://www.info.gouv.fr/upload/media/content/0001/11/62adc0f13c5a98c5a736dd6a4f078762810ec904.pdf>

(voir graphiques ci-dessous). Il s'agit d'une première estimation qui sera affinée avec les prochaines itérations de modélisation.

Pour aller plus loin, il pourrait être utile de mener une analyse pour chaque type de biomasse, afin de documenter les pratiques actuelles de production, récolte et prélèvements sur ce type de biomasse, les hypothèses retenues sur l'évolution de ces pratiques, à la fois dans les modélisations nationales mais également dans les études régionales et l'impact associé à l'évolution des pratiques, une fois pris en compte les dispositifs d'encadrement déjà en place (par exemple, les dispositions de la politique agricole commune).

Figure 66 : Cartographie des flux actuels de biomasse en MtMS (Source : SGPE)

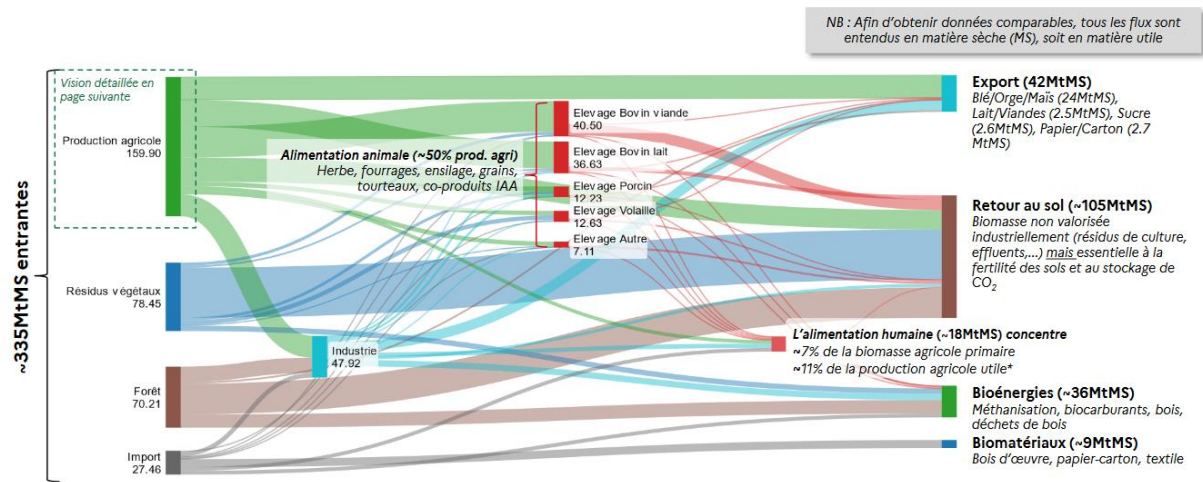


Figure 67 : Des ressources en bioénergies contraintes, sous toutes leurs formes (Source : SGPE)

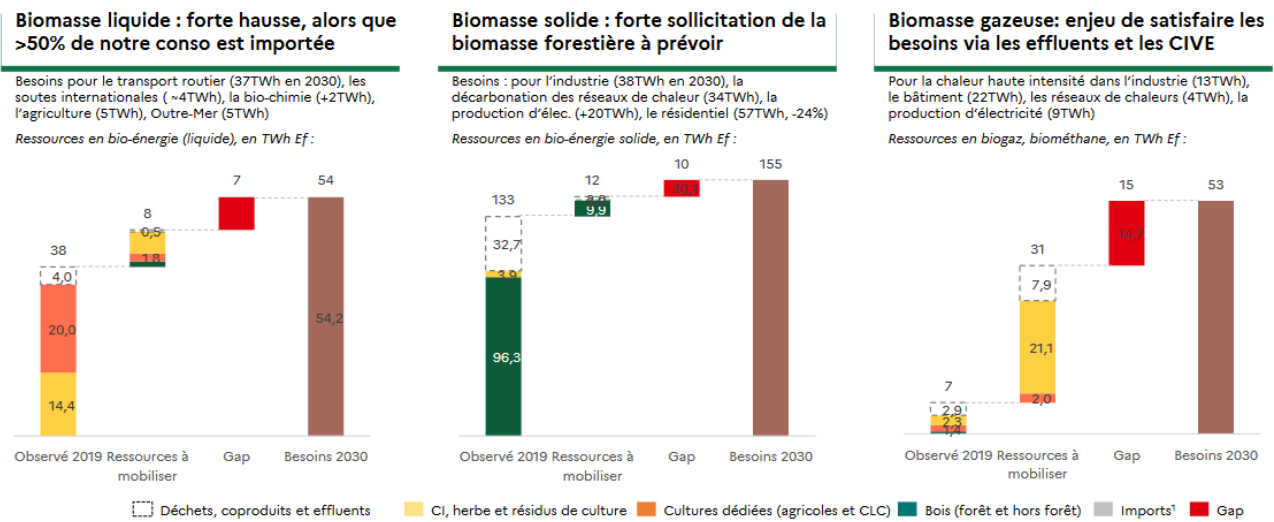


Tableau 26 : Évolution de la pression sectorielle engendrée par la PPE sur la biomasse

|                                |                                                                               |                                                                    |                                                                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation de biomasse.</li> </ul> | Hausse de la production de biocarburants avancés                   |  |
| <b>Résidentiel - tertiaire</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation de biomasse.</li> </ul> | Baisse de la consommation de biomasse résidentielle (bois-énergie) |  |
| <b>Agriculture</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation de biomasse.</li> </ul> | Mobilisation de biomasse 2G                                        |  |
| <b>Forêt - bois - biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation de biomasse.</li> </ul> | Réduction de la biomasse forestière (bois-énergie)                 |  |
| <b>Industrie</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation de biomasse.</li> </ul> | Hausse de la consommation de biomasse dans l'industrie             |  |
| <b>Déchets</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation de biomasse.</li> </ul> | Baisse de la quantité de déchets agricoles et forestiers           |  |
| <b>Production d'énergie</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation de biomasse.</li> </ul> | Très forte hausse de la production de biogaz                       |  |

### Ressources du sous-sol

Tableau 27 : Évolution de la pression sectorielle engendrée par la PPE sur les ressources du sous-sol

|                   |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                 |                                                                                       |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation de ressources minérales non énergétiques.</li> <li>• Criticité de l'approvisionnement.</li> </ul> | Hausse de consommation de métaux non ferreux stratégiques (aluminium, cuivre, lithium, cobalt, nickel, manganèse) à destination de la mobilité électrique.                      |  |
| <b>Industrie</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation de ressources fossiles.</li> </ul>                                                                | Baisse des consommations d'énergie fossile dans l'industrie.                                                                                                                    |  |
| <b>Énergie</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation de ressources fossiles.</li> </ul>                                                                | Baisse des consommations d'énergie fossile pour la production d'électricité, de chaleur et de froid.                                                                            |  |
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation de ressources minérales non énergétiques.</li> <li>• Criticité de l'approvisionnement.</li> </ul> | Hausse de consommation de métaux non ferreux stratégiques (aluminium, cuivre, terres rares, argent, silicium) à destination du réseau électrique et des énergies renouvelables. |  |
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation d'uranium et de zirconium pour la production nucléaire.</li> </ul>                                | Hausse de la production nucléaire.                                                                                                                                              |  |

Les orientations de la PPE permettront de diminuer une partie de l'empreinte matière de la France en réduisant le recours aux énergies fossiles. La PPE prévoit en effet de réduire cette consommation

grâce à des efforts de sobriété et d'efficacité énergétiques, ainsi que de remplacer certains usages d'énergies fossiles grâce à l'électrification, la production de chaleur et de froid renouvelables et de récupération, par l'incorporation de biocarburants et par l'utilisation de gaz bas-carbone.

Néanmoins, certaines technologies mobilisées dans le cadre de la PPE nécessiteront en parallèle un usage accru de certaines ressources : béton, acier, verre, métaux non ferreux, etc. (voir tableau ci-dessous). Étant donné que les autres pays engagent également, ou engageront dans le futur, des transformations similaires de leur système énergétique, certains métaux de la transition énergétique sont susceptibles de connaître des pressions sur leurs chaînes d'approvisionnement dans les prochaines décennies. L'Agence internationale de l'énergie estime ainsi que la demande mondiale pour cinq des principaux matériaux critiques (cuivre, lithium, cobalt, nickel et néodyme) en 2030 serait de 3 à 14 fois supérieure à leur niveau de 2021, avec une demande cumulée pour ces cinq métaux passant de 26 Mt/an en 2021 à 43 Mt/an en 2030<sup>196</sup>.

*Tableau 28 : Enjeux de criticité des ressources clés en 2019 et les tendances à venir vues d'aujourd'hui au regard des besoins dans les Futurs Énergétiques 2050 (RTE)*

---

<sup>196</sup> Agence internationale de l'énergie (2023). Energy Technology Perspectives. <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2023>

|              | Niveau d'accroissement*<br>de la demande par rapport<br>aux consommations et réserves<br>connues actuellement pour... |                                                   | Indicateurs de criticité**    |                                        |                             |               |                 |                                     |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|---------------|-----------------|-------------------------------------|
|              | ... le système<br>électrique                                                                                          | ... les batteries<br>des véhicules<br>électriques | Disponibilité<br>des réserves | Risque de<br>monopole<br>sur le marché | Concurrence<br>entre usages | Recyclabilité | Substituabilité | Impact social et<br>environnemental |
| Cuivre       | ●                                                                                                                     | ●                                                 | △                             | △                                      | ▷                           | ▽             | ▷               | ▷                                   |
| Aluminium    | ●                                                                                                                     | ●                                                 | ▷                             | △                                      | ▷                           | ▷             | ▷               | ▽                                   |
| Cobalt       | ●                                                                                                                     | ●                                                 | △                             | ▷                                      | ▷                           | ▽             | ▷               | ▽                                   |
| Lithium      | ●                                                                                                                     | ●                                                 | △                             | △                                      | ▷                           | ▽             | ▷               | ▽                                   |
| Nickel       | ●                                                                                                                     | ●                                                 | △                             | ▽                                      | ▷                           | ▽             | ▷               | ▷                                   |
| Graphite     | ●                                                                                                                     | ●                                                 | ▷                             | ▽                                      | △                           | ▽             | ▷               | ▽                                   |
| Silicium     | ●                                                                                                                     | ●                                                 | △                             | ▷                                      | △                           | ▽             | ▽               | ▽                                   |
| Acier        | ●                                                                                                                     | ●                                                 | ▷                             | ▷                                      | ▷                           | ▷             | ▷               | ▽                                   |
| Argent       | ●                                                                                                                     | ●                                                 | ▷                             | ▷                                      | ▷                           | ▽             | ▽               | ▷                                   |
| Manganèse    | ●                                                                                                                     | ●                                                 | △                             | ▷                                      | △                           | ▷             | ▷               | ▷                                   |
| Béton        | ●                                                                                                                     | ●                                                 | △                             | ▷                                      | △                           | ▷             | ▷               | ▽                                   |
| Terres rares | ●                                                                                                                     | NC                                                | ▷                             | ▽                                      | △                           | ▷             | ▽               | ▽                                   |
| Uranium      | ●                                                                                                                     | NC                                                | △                             | ▷                                      | ▷                           | ▽             | ▷               | ▷                                   |
| Zirconium    | ●                                                                                                                     | NC                                                | ▷                             | ▷                                      | ▷                           | ▷             | ▷               | ▽                                   |
| Zinc         | ND                                                                                                                    | ND                                                | ▷                             | ▷                                      | ▷                           | ▷             | ▷               | ▽                                   |
| Chrome       | ND                                                                                                                    | ND                                                | ▽                             | ▷                                      | ▽                           | ▷             | ▽               | ▽                                   |

**Niveau  
de criticité**

NC non concerné  
ND non disponible

Niveau  
d'accroissement :

● élevé  
● moyen  
● faible

Niveau de  
criticité actuel :

● élevé  
● moyen  
● faible

Tendance  
future :

△ à la hausse  
▷ stable  
▽ à la baisse

\* Indicateurs estimés en fonction des besoins évalués dans les *Futurs énergétiques 2050* et des données disponibles sur les consommations, productions et niveau des réserves et ressources

\*\* Indicateurs construits en fonction des données disponibles à travers la littérature et une série d'expertise réalisées par le BRGM

*Note : Le niveau de risque d'approvisionnement du cuivre vis-à-vis des réserves actuelles est moyen et risque de devenir élevé dans les prochaines années/décennies ; ses capacités de recyclage sont moyennes aujourd'hui et pourraient s'améliorer dans le futur, tandis que l'exploitation minière du cuivre a un impact environnemental et social (pour les populations riveraines) élevé et risque de le rester dans les années à venir. De plus, les besoins de cuivre sont élevés par rapport au niveau de consommation actuelle en France (besoins représentant plus de 20 % de la consommation actuelle totale de cuivre).*

Le recyclage permet de diminuer une partie de cette empreinte matière, allégeant la pression sur l'extraction de ressources du sous-sol. Le recyclage de certaines matières est très bien développé (acier, verre, cuivre, aluminium). Pour certains métaux, notamment ceux présents en faible concentration dans les équipements, le recyclage est plus complexe (c'est par exemple le cas du silicium et des terres rares) ou peu économique (lithium).

Toutefois, même en augmentant la part de matériaux recyclés, une partie de la demande continuera à devoir être satisfaite par la production primaire de ressources, car le recyclage ne peut entièrement répondre à une demande croissante, d'autant plus que les matériaux en question sont le plus souvent immobilisés dans des équipements ou des infrastructures pendant une période de temps importante.

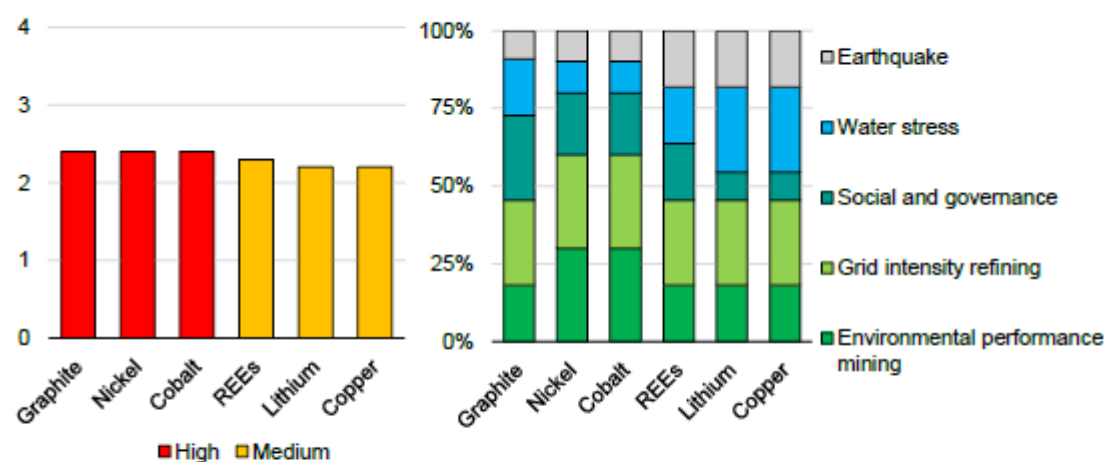
La partie 3.2 ci-avant détaille les besoins en ressource de chaque filière impactée par la PPE. En complément, cette partie évalue les enjeux agrégés pour chaque ressource, en prenant notamment en compte l'addition d'impacts venant de plusieurs filières énergétiques le cas échéant. Le choix a été fait de ne traiter que les ressources les plus critiques en termes d'approvisionnement et d'impact environnemental, celles stratégiques pour une filière (par exemple, l'uranium), ou bien mobilisées dans les volumes les plus importants (par exemple, le béton). Les ressources évaluées dans cette partie sont : cuivre, aluminium, terres rares, silicium, argent, lithium, nickel, cobalt, uranium et zirconium, platine et iridium, acier, béton et verre.

Les données liées aux pressions environnementales des ressources minérales, par pays de production sont très lacunaires. Selon L'Agence internationale de l'énergie (AIE), les principales pressions associées à l'extraction des ressources minérales et qui posent des risques pour la sécurité des approvisionnements sont : la gestion de l'eau (quantitative et qualitative), les émissions de gaz à effet de serre, les droits humains, l'engagement des parties prenantes et la corruption.

L'AIE estime que les émissions de gaz à effet de serre associées à la production des matières premières critiques se situent entre 4,6t CO<sub>2</sub>eq/tonne pour le cuivre raffiné et 76t CO<sub>2</sub>eq/tonne pour les oxydes de néodyme (terres rares). Ces émissions sont relativement faibles en comparaison des métaux dits de base (aluminium, fer).



**Figure 4.6. Environmental, social and governance risks assessment for energy transition minerals**



IEA. CC BY 4.0.

Note: Environmental performance of mining = weighted average environmental performance score of today's mined production, based on selected indicators in Yale's Environmental Performance Index. Grid intensity refining = weighted average grid carbon intensity of the regions refining minerals today, Social and governance = weighted average corruption, human rights and conflict score of today's mined production, based on relevant indicators in the V-Dem database. Water stress = share of mine production located in areas with high and extreme high-water stress and arid conditions. Earthquake = share of mine production located in areas with high earthquake risks.

Source: Based on the IEA's risk assessment in the Global Critical Mineral Outlook (2024).

Les consommations d'eau sont également difficiles à quantifier. Pour les procédés physiques de traitement du minerai, la consommation d'eau par tonne de minerai traité dépend assez peu de la nature du minerai. Elle varierait entre 0,3 et 1 m3 par tonne de minerai, le broyage étant l'étape la plus consommatrice (BRGM, 2024). Pour les procédés hydrométallurgiques, la consommation d'eau varie fortement selon la nature du minerai. Ainsi, elle se situe entre 0.1 à 0.3 m3 par tonne de minerai traité dans le cas du cuivre alors qu'elle atteint près de 3 m3 par tonne de minerai lors de l'extraction du nickel (BRGM, 2024). En revanche, quel que soit le procédé utilisé, la consommation par tonne de métal, augmente très fortement avec la baisse des teneurs des minerais.

L'AIE estime que les pressions environnementales sont particulièrement fortes pour trois ressources minérales associées aux usages de la transition énergétique (le graphite, le nickel et le cobalt), suivis des terres rares du lithium et du cuivre.

Cette partie s'appuie largement sur les analyses réalisées par RTE dans le cadre de son rapport *Futurs énergétiques 2050*, ce qui est justifié par le fait que le scénario N2 de réindustrialisation profonde modélisé par RTE est très proche de celui retenu pour la PPE sur l'horizon 2025-2035. Cette partie mobilise également les résultats du modèle TIAM-IFPEN développé par l'IFPEN afin d'estimer la demande mondiale en ressources à l'horizon 2050 dans un scénario de transition énergétique à l'échelle mondiale permettant de limiter le réchauffement climatique à 2°C, et donc dans un scénario où les pressions sur l'approvisionnement en ressources de la transition énergétique seraient les plus élevée.

- Le sujet de l'approvisionnement en métaux et minerais stratégiques est traité par le gouvernement, mais ne rentre pas dans le périmètre de la PPE (article L. 141-2 du Code de l'énergie). Le Gouvernement a en particulier décidé de mobiliser des moyens financiers en plus des mesures déjà prises pour faire émerger des projets en ce sens. Près d'une quarantaine de projets ont été soutenus. Parmi les mesures retenues par le Gouvernement : La création d'un fonds d'investissements public/privé. Objectif : permettre des prises de participation et la mise en place



de contrats d'approvisionnements de long terme aux côtés d'opérateurs industriels (mines, raffinage, première transformation, recyclage) ;

- La création d'un Observatoire des métaux critiques auprès du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) qui associerait la filière mines et métallurgie du Conseil national de l'industrie ;
- Le développement de deux plateformes industrielles. L'une à Dunkerque (Nord) pour le raffinage des minerais et la fabrication de cathodes pour les batteries. L'autre à Lacq (Pyrénées-Atlantiques) pour la fabrication d'aimants permanents pour les secteurs de l'aéronautique, de l'automobile, des énergies renouvelables. Mais dans le recyclage des batteries de smartphones et de véhicules électriques ;
- Un appel à projets ciblé sur les métaux critiques à destination des filières industrielles stratégiques, qui s'est terminé en janvier 2024.

## Cuivre

Le cuivre est un matériau structurant de nos sociétés modernes et est fortement mobilisé dans l'essentiel des technologies de la transition énergétique : éolien terrestre et maritime, solaire photovoltaïque, réseau électrique et véhicules électriques. RTE estime ainsi la consommation annuelle moyenne de cuivre pour le système électrique entre 30 et 70 kt/an dans ses scénarios prospectifs, et à plus de 100 kt/an la consommation de cuivre pour les batteries des véhicules électriques. Au total, cela correspond entre 25 et 30 % de la consommation annuelle de cuivre (primaire et secondaire) en France en 2015.

Au niveau mondial, une hausse de la demande de cuivre généralisée, dans un scénario compatible avec les objectifs de l'accord de Paris, pourrait causer des pressions importantes sur la disponibilité de cette ressource. Les modélisations de l'IFPEN estiment ainsi à 89,4 % la quantité des ressources connues de cuivre ayant été extraites entre 2010 et 2050 dans leur scénario d'un réchauffement de 2°C, y compris en prenant en compte la production secondaire issue du recyclage<sup>197</sup>.

Par ailleurs, les gisements les plus favorables ayant déjà été exploités, la concentration des minerais de cuivre dans les gisements restants tend à baisser structurellement. La consommation d'eau et d'énergie de l'extraction du cuivre tend donc à augmenter.

Le recyclage du cuivre est aisé mais est contraint par la durée d'immobilisation des équipements.

Le cuivre est extrait dans plus de 53 pays dont les principaux sont le Chili, le Pérou et la Chine. Tout comme le lithium, la principale pression environnementale associée à l'extraction minière est la consommation d'eau. En 2013, on estimait que les prélèvements d'eau liés à l'extraction du cuivre atteignaient 6 à 8 milliards de m<sup>3</sup> par an (Gunson, 2013). Tout comme le lithium, 50% de la production mondiale se situe dans une zone à fort stress hydrique (AIE, 2023).

Le raffinage du cuivre est par ailleurs associé à de fortes émissions de gaz à effet de serre, liés aux importantes consommations d'énergie des procédés de raffinage. Ces émissions tendent à augmenter du fait de la baisse des teneurs des gisements mondiaux, particulièrement observées pour le cuivre. Le ministère des mines du Chili enregistre et communique les consommations directes des mines de cuivre présentes sur leur territoire depuis une vingtaine d'année (Comission Chilena del cobre 2022). L'évolution de leurs données entre 2001 et 2021 montre que pour une diminution de la teneur en cuivre de 0.6 %, la consommation d'énergie unitaire augmente de près de 100 %.

---

197 IFPEN (2020). Le cuivre dans la transition énergétique : un métal essentiel, structurel et géopolitique ! <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/cuivre-transition-energetique-metal-essentiel-structurel-et-geopolitique>

## Aluminium

Comme le cuivre, l'aluminium est un matériau omniprésent dans notre société. Dans le cadre de la PPE, la hausse de son utilisation est essentiellement liée aux véhicules électriques, et dans une moindre mesure également aux éoliennes, aux onduleurs et cadres des panneaux photovoltaïques, et aux infrastructures du réseau électrique (notamment les conducteurs).

La consommation d'aluminium augmentera donc selon les orientations de la PPE. Là-aussi des tensions sont possibles au niveau mondial sur la disponibilité de la ressource. Les modélisations de l'IFPEN estiment à 63,9 % la quantité des ressources connues de bauxite (le minerai permettant de produire de l'aluminium) ayant été extraites entre 2010 et 2050 dans leur scénario d'un réchauffement de 2°C, y compris en prenant en compte la production secondaire issue du recyclage<sup>198</sup>.

La production d'aluminium étant fortement électro-intensive, l'augmentation de la demande en aluminium peut avoir un impact important sur le climat selon l'intensité carbone du système électrique sur lequel est situé le site de production.

Le recyclage de l'aluminium étant aisé, celui-ci peut être un levier pour limiter significativement le recours à la production primaire (ce qui présente un double avantage environnemental et de disponibilité de la ressource), en prenant toutefois en compte le temps long d'immobilisation de l'aluminium utilisé dans les équipements.

## Terres rares

Les terres rares regroupent un ensemble de métaux aux propriétés similaires, notamment utilisés dans les technologies de pointe pour leurs caractéristiques particulières. Ce sont les terres rares utilisées dans les aimants permanents des génératrices de certaines éoliennes et des moteurs de certains véhicules électriques, le néodyme et le dysprosium, qui relèvent d'un intérêt pour la présente évaluation environnementale stratégique, puisque ce sont les seuls types de terres rares dont la consommation est susceptible d'être impactée par la PPE. D'autres types de terres rares sont mobilisés dans d'autres secteurs de l'économie (numérique, médical, armement)<sup>199</sup>.

Si certaines technologies d'éolien terrestre utilisent des aimants permanents mobilisant des terres rares, celles-ci ne représentent que 6 % des éoliennes en France. La consommation de terres rares pour l'éolien terrestre est par ailleurs amenée à baisser, étant donné que les constructeurs d'éoliennes terrestres tendent à se passer des terres rares dans leurs modèles les plus récents, ou à privilégier des technologies de générateurs moins consommatrices de terres rares (générateurs asynchrones ou associés à un multiplicateur de vitesse)<sup>200</sup>. Les technologies les plus récentes de véhicules électriques tendent également à se passer de terres rares. En revanche, la plupart des technologies d'éolien en mer y ont recours.

La forte disponibilité géologique des terres rares, ainsi que la tendance à limiter leur usage dans les technologies de la transition énergétique, permettent d'écarter fortement les risques pouvant peser sur l'approvisionnement en terres rares sur l'horizon de temps couvert par la PPE. L'IFPEN estime ainsi, dans un scénario de réchauffement à 2°C, que la consommation cumulée de terres rares à l'échelle mondiale entre 2005 et 2050 ne représenterait que 3,8 % des ressources observées en 2017<sup>201</sup>.

---

198 IFPEN (2021). L'aluminium dans la transition énergétique : quel avenir pour ce métal « roi du monde moderne » ? <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/laluminium-transition-energetique-quel-avenir-ce-metal-roi-du-monde-moderne>

199 Vie publique (2023). Terres rares : quels enjeux pour la France et l'Europe ? <https://www.vie-publique.fr/parole-dexpert/289457-terres-rares-quels-enjeux-pour-la-france-et-leurope#les-terres-rares--carte-didentit%C3%A9>

200 ADEME (2024). Terres rares, énergies renouvelables et stockage d'énergies. <https://bibliothèque.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/492-terres-rares-energies-renouvelables-et-stockage-d-energies.html>

201 IFPEN (2021). Les terres rares dans la transition énergétique : quelles menaces sur les « vitamines de l'ère moderne » ? <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/les-terres-rares-transition-energetique-queelles-menaces-les-vitamines-ler-ere-moderne>

Ainsi, la disponibilité géologique des terres rares ne semble pas présenter de contrainte importante pour la couverture de la demande. Elle pose néanmoins une question de dépendance géostratégique dans la mesure où la Chine dispose aujourd'hui d'une forme de monopole pour leur extraction et leur transformation. Une partie importante des terres rares transformées en Chine viennent du Myanmar (Etat du Kachin), et est associée à une production illégale, extrêmement impactante pour l'environnement et les populations (pollutions, destruction de la biodiversité etc).

L'impact environnemental de l'exploitation des terres rares inclut notamment une grande consommation d'eau. Par ailleurs, les terres rares lourdes, qui incluent le dysprosium, peuvent être extraites à partir du procédé de lixiviation en tas, ce qui présente un risque de contamination des eaux souterraines par les réactifs utilisés, ainsi qu'une fragilisation des sols. Ce procédé est interdit en Chine depuis 2011, mais reste pratiqué en Birmanie.

## Silicium

Le silicium est mobilisé dans la technologie des cellules cristallines utilisée dans la plupart des panneaux photovoltaïques. Bien que le silicium soit abondamment présent dans la croûte terrestre, le silicium ayant une pureté suffisante pour son utilisation dans l'industrie photovoltaïque est présent en proportion plus réduite. Cela requiert donc une vigilance sur l'évolution des réserves de silice haute pureté, étant donné que le développement du solaire photovoltaïque tel que prévu dans la PPE mobilisera une quantité importante de silicium (voir partie 3.2), et qu'un développement rapide du photovoltaïque au niveau mondial pourrait créer des tensions sur l'approvisionnement en silicium.

RTE estime ainsi entre 300 et 700 kt la consommation française cumulée entre 2020 et 2050 de silicium métallique pour les panneaux photovoltaïques, soit une consommation annuelle entre 10 et 23,3 kt/an. L'Agence internationale de l'énergie estime que la demande annuelle pourrait atteindre 2 000 kt/an en 2030 dans son scénario d'atteinte de la neutralité carbone en 2050 « NZE », et jusqu'à 2 500 kt/an en 2050<sup>202</sup>. La consommation française serait donc située entre 0,4 et 1,1 % de la consommation mondiale. Par ailleurs, selon le BRGM, en 2018, la part de la France dans la production mondiale de silicium était de 3 %<sup>203</sup>.

Les réserves de silicium se situent principalement en Chine mais de nombreux autres pays en possèdent également, dont la France et l'Espagne avec des réserves estimées à plus d'une vingtaine de millions de tonnes. Vis-à-vis des besoins pour le système électrique français, les réserves estimées en Europe semblent toutefois suffisantes pour tous les scénarios.

L'approvisionnement en silicium pour le photovoltaïque suscite néanmoins une vigilance particulière. En septembre-octobre 2021, le prix du silicium métallique a bondi de +300 % d'après l'agence Bloomberg, à cause d'un ralentissement de la production chinoise de silicium, du fait d'un rationnement de la consommation d'électricité dans certaines régions, ayant conduit à l'arrêt d'usines. En conséquence, tous les secteurs en aval de la production de silicium ont été affectés. En outre, le prix des panneaux photovoltaïques polycristallins pourrait en conséquence augmenter significativement.

---

202 AIE (2024). Global Critical Minerals Outlook. <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2024>

203 BRGM (2019). Fiche de criticité du silicium métal. <https://mineralinfo.fr/sites/default/files/documents/2020-12/fichecriticitesiliciummetal-publique20190729.pdf>

Cette situation illustre la forte dépendance de l'approvisionnement en silicium à la Chine, qui domine le marché de production de silice de haute pureté et de production de silicium métallique. Toutefois, la France et la Norvège sont aussi des producteurs significatifs, mais les industriels concernés connaissent aujourd'hui des difficultés économiques et prévoient des fermetures de site à moyen terme.

Par ailleurs, les capacités de recyclage du silicium sont aujourd'hui peu développées (le BRGM les qualifie de quasi-inexistantes<sup>204</sup>), mis à part la récupération des pertes liées à la découpe des lingots de silicium. Le recyclage du silicium contenu dans les panneaux photovoltaïques est particulièrement complexe techniquement étant donné que la plaquette de silicium est collée à son substrat. L'AIE remarque par ailleurs que les incitations économiques au recyclage sont partiellement manquantes étant donné les faibles volumes impliqués et les niveaux de prix du silicium primaire trop peu élevés.

### **Argent**

L'argent est utilisé à la fois pour les panneaux photovoltaïques et dans les packs de batteries des véhicules électriques, grâce à ses très bonnes propriétés conductives.

RTE estime ainsi entre 4 et 8 kt la consommation française cumulée entre 2020 et 2050 de silicium métallique, dont 60 et 80 % utilisés par les batteries stationnaires et les véhicules électriques. Malgré les réserves limitées d'argent identifiées par rapport à d'autres métaux, RTE écarte tout risque sur la sécurité d'approvisionnement étant donné qu'une majeure partie de l'argent métal en circulation est utilisée à des fins spéculatives.

Par ailleurs, une réduction des besoins pourra être permise par l'évolution technologique des panneaux photovoltaïques, qui pourraient réduire par trois les besoins de la filière selon RTE, et le recyclage de l'argent est relativement élevé, permettant de satisfaire 17 % de la consommation d'argent en 2019 selon RTE.

L'impact environnemental et social des mines d'argent, systématiquement associées à celles de l'or, est toutefois très important (consommation d'espace, déforestation et pollution des cours d'eau) et les populations locales (mines artisanales, conflits avec les populations locales, etc.).

### **Lithium**

Le lithium est un composant majeur des batteries lithium-ion, qui se sont imposées comme la technologie principale des batteries utilisées dans les véhicules électriques à l'heure actuelle. Les orientations de la PPE peuvent donc laisser envisager une consommation accrue de lithium en France pour subvenir aux besoins de l'électrification du parc de véhicules, et, de manière plus négligeable, pour l'usage de batteries stationnaires pour le stockage d'électricité.

70% de la production de lithium vient des salars d'Amérique du sud (Argentine et Chili) et des roches dures d'Australie. Si la bonne disponibilité géologique du lithium permet d'écarter les risques sur la sécurité d'approvisionnement à l'horizon de temps couvert par la PPE, des pressions pourraient apparaître à plus long terme. RTE souligne ainsi, dans son rapport *Futurs énergétiques 2050*, que la consommation française de lithium dans le scénario de référence, cumulée sur la période 2020-2050, pourrait atteindre 2,5 % des réserves actuelles (alors que la France représente seulement 1 % de la population mondiale). Le recyclage du lithium des batteries est également limité pour l'instant, étant donné les coûts élevés.

---

204 BRGM (2019). Fiche de criticité du silicium métal. <https://mineralinfo.fr/sites/default/files/documents/2020-12/fichecriticitesiliciummetal-publique20190729.pdf>

Par ailleurs, les impacts environnementaux de l'extraction du lithium sont importants. La production du lithium est fortement émettrice de gaz à effets de serre (entre 5 et 15 tCO<sub>2</sub>/tLi) et fortement consommatrice d'eau (469 m<sup>3</sup> d'eau par tonne de lithium) et d'espace (3 124 m<sup>2</sup> de terres monopolisées par tonne de lithium produite, source IFPEN)<sup>205</sup>. Selon l'AIE, la principale pression environnementale est la consommation d'eau associée à l'extraction du lithium. 50% de la production mondiale se situe dans une zone à fort stress hydrique (AIE, 2023). Son raffinage, aujourd'hui concentré en Chine, qui est très énergivore et émetteur de gaz à effet de serre. Sur le plan social, l'extraction et la transformation du lithium suscitent également des inquiétudes dans certaines régions du monde, à l'instar de la filière « salars » en Amérique du Sud, qui conduit, outre les incidences liées aux mines elle-même, à des risques accrus de conflits d'usage de l'eau. Enfin, l'approvisionnement en lithium pose des questions de dépendance géostratégique vis-à-vis de la Chine, car elle constitue un acteur majeur intégré dans le secteur du lithium en étant notamment le plus gros producteur de lithium transformé.

## Nickel

La grande majorité de la demande de nickel au niveau mondial porte sur son utilisation pour la production d'aciers inoxydables, mais une part grandissante concerne son utilisation dans les batteries, notamment de celles de technologie « nickel manganèse cobalt » (NMC). De même que pour le lithium, la consommation française de nickel est donc susceptible d'augmenter du fait de l'électrification du parc automobile prévu par la PPE.

La production de batteries nécessite une qualité de nickel spécifique, le nickel de classe I. La disponibilité de cette ressource présente des risques à plus long terme aussi bien en termes de disponibilité géologique qu'en termes de délais de mise en route de nouveaux sites miniers<sup>206</sup>.

Le recyclage du nickel est déjà développé de manière significative et permet de réduire cette pression. Selon RTE, un quart de la demande totale de nickel est issue du recyclage et 16 % du sulfate de nickel utilisé dans les batteries est recyclé.

Les principaux producteurs de nickel sont l'Indonésie, la Chine et la Nouvelle Calédonie. L'AIE considère que les pressions environnementales associées à l'extraction du nickel sont parmi les plus élevées des ressources minérales, avec des pressions importantes sur la biodiversité (déforestation notamment), de fortes consommations d'énergie (pour le raffinage notamment) et des quantités importantes de déchets miniers. Un impact majeur de l'exploitation du nickel concerne la consommation de terres par les mines à ciel ouvert, ainsi que l'acidification d'eaux douces par le phénomène du drainage minier acide (écoulement dans le sol de solutions minérales acides produites suite à l'exposition de sulfures métalliques avec l'air). Ce dernier point impacte les populations locales, qui voient leur source d'eau potable contaminée. L'approvisionnement en nickel pour les filières acier et batteries devient de plus en plus dépendant de pays considérés « à risques » de ce point de vue par l'industrie minière (Indonésie, Philippines, etc.).

## Cobalt

---

205 IFPEN (2021). Le lithium dans la transition énergétique : au-delà de la question des ressources ? <https://www.ifpenouvelles.fr/article/lithium-transition-energetique-au-dela-question-des-ressources>

206 IFPEN (2021). Le nickel dans la transition énergétique : pourquoi parle-t-on de métal du diable ? <https://www.ifpenouvelles.fr/article/nickel-transition-energetique-pourquoi-parle-t-metal-du-diable>

Le cobalt est un autre élément fortement mobilisé dans la conception des batteries des véhicules électriques (notamment les batteries NMC) et dont la consommation est donc amenée à croître selon les orientations de la PPE.

Les technologies de batteries NMC les plus récentes sont moins consommatrices de cobalt, mais cette ressource reste essentielle. Or, les disponibilités géologiques du cobalt sont fortement tendues. L'IFPEN estime que, dans un scénario limitant le réchauffement à 2°C, jusqu'à 83,2 % des ressources mondiales en cobalt pourraient être consommées entre 2013 et 2050<sup>207</sup>.

Des filières de recyclage existent, et sont amenées à se développer du fait des tensions sur la disponibilité du cobalt.

L'impact environnemental de l'extraction du cobalt est important, notamment en termes d'empreinte énergétique et de pollutions. Le cobalt est principalement extrait en République démocratique du Congo (65%) et transformé en Chine (80%). Les risques environnementaux liés à l'extraction minière sont particulièrement élevés du fait du faible niveau de gouvernance du secteur minier en RDC et de la prédominance d'activité minière artisanale souvent associée au secteur informel. Au niveau social, le cobalt (dont 65 % de la production sont concentrés en République démocratique du Congo) est associé au travail d'enfants et à des conditions de travail dangereuses, ainsi qu'à une exploitation clandestine susceptible de financer des conflits armés.

Le cobalt présente en outre un grand nombre d'impacts négatifs sur le plan social. Il génère des risques d'exploitation d'enfants dans les mines artisanales (représentant environ 20 % de la production en République démocratique du Congo) et contribue à alimenter les conflits armés en Afrique.

Enfin, l'approvisionnement en cobalt présente à l'heure actuelle une forte dépendance à un nombre réduit de pays et d'acteurs. Au niveau de la production minière, 72 % du cobalt est produit en République démocratique du Congo (RDC), tandis que la Chine dispose d'un monopole sur le raffinage (production métallurgique).

### **Uranium et zirconium**

L'uranium est utilisé, après enrichissement, comme combustible dans les centrales nucléaires, tandis que le zirconium sert de composant aux gaines des crayons de combustible nucléaire, permettant d'isoler l'uranium du circuit d'eau primaire. Le zirconium est également mobilisé dans l'anode des électrolyseurs alcalins.

La PPE permet de prévoir une consommation annuelle d'uranium et de zirconium pour le parc de production nucléaire en hausse par rapport à la dernière décennie, avec un objectif de 400 TWh de production nucléaire d'ici 2030, en incluant l'EPR de Flamanville 3. Par ailleurs, la PPE inclut la confirmation du programme de construction de 6 nouveaux réacteurs EPR2, qui consommeront également des ressources supplémentaires après leur mise en service entre 2035 et 2042. La PPE permet donc d'envisager une extraction supplémentaire de ces ressources à destination de la consommation française.

Toutefois, la dernière édition du rapport biannuel sur l'état des ressources en uranium conjoint entre l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE et l'Agence internationale de l'énergie atomique<sup>208</sup> conclut à une absence de risque sur la disponibilité de la ressource en uranium d'ici 2040, même en

---

207 IFPEN (2020). Le cobalt dans la transition énergétique : quels risques d'approvisionnements ? <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/cobalt-transition-energetique-quels-risques-dapprovisionnement>

208 AEN-AIEA (2023). Uranium 2022: Resources, Production and Demand. [https://www.oecd-ilibrary.org/fr/nuclear-energy/uranium-2022\\_2c4e111b-en](https://www.oecd-ilibrary.org/fr/nuclear-energy/uranium-2022_2c4e111b-en)

prenant en compte la croissance prévisible de la production nucléaire dans les prochaines années, et le rapport considère également peu probable que cette conclusion change au-delà de 2040. En effet, dans leur scénario prospectif de croissance forte du nucléaire, seuls 20 % à 26 % (selon le prix de l'uranium, qui définit le niveau des réserves) des réserves identifiées seraient consommés d'ici 2040. Par ailleurs, le rapport souligne la maturité limitée de l'exploration de l'uranium dans le monde, notamment dans le contexte actuel de prix bas de la ressource. Si des tensions venaient à apparaître sur l'approvisionnement en uranium, ce qui se refléterait dans son prix, il est donc prévisible que de nouvelles réserves pourraient alors être identifiées.

La question de la sécurité d'approvisionnement en uranium fait désormais l'objet d'une action spécifique de la PPE (APPRO U.1), visant à maintenir l'obligation de constitution d'un stock d'uranium par EDF pour l'exploitation de son parc électronucléaire.

Du point de vue de la filière d'approvisionnement en zirconium, les capacités d'extraction sont situées aux deux tiers en Australie et en Afrique du Sud, tandis que le raffinage s'opère aux deux tiers aux États-Unis et en France. Le marché est ainsi concentré, avec une part de marché substantielle pour la France. Les différentes étapes de la métallurgie du zirconium sont maîtrisées sur le territoire français (par la société Framatome) au-delà des besoins du système énergétique national. Les exploitations de zirconium sont plus apparentées à des exploitations de sables que de métaux, réduisant ainsi une partie des incidences environnementales. À noter toutefois que les sables exploités pour l'obtention de zirconium génèrent des poussières contenant des éléments radioactifs pouvant affecter la santé des travailleurs.

### **Platine et iridium**

Le platine est un métal principalement utilisé dans l'automobile au sein des catalyseurs d'échappement et dans la joaillerie. L'iridium est un métal du groupe des platines présent dans certains minerais de platine. Il est principalement utilisé dans des alliages à haute résistance ou dans les contacts électriques.

Ces deux métaux sont par ailleurs mobilisés dans la production et l'utilisation d'hydrogène décarboné, pour lesquels la PPE fixe des objectifs de développement importants. Ils servent en effet à la conception d'électrolyseurs basés sur la technologie PEM (de l'anglais « *proton exchange membrane* », ou membrane électrolytique polymère en français), tandis que le platine est aussi impliqué dans la conception de piles à combustible également basées sur la technologie PEM. En 2022, 30 % de la capacité d'électrolyse mondiale était basée sur cette technologie, et l'AIE anticipe que celle-ci pourrait gagner encore davantage de part de marché dans le futur<sup>209</sup>.

Par ailleurs, si le platine et a fortiori l'iridium sont des métaux rares, la demande relativement faible de platine permettait d'assurer plus de 100 ans de consommation à partir des réserves estimées en 2017<sup>210</sup>. De manière plus générale, pour tous les métaux du groupe des platines (dont le platine et l'iridium), cette valeur était estimée à 172 ans en 2019<sup>211</sup>. Par ailleurs, une baisse de la consommation française de platine provenant du secteur automobile est à prévoir grâce à la réduction de la demande en véhicules thermiques en France. L'AIE évalue dans son scénario NZE de neutralité

---

209 Agence internationale de l'énergie (2023). Global Hydrogen Review 2023. <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023>

210 BRGM (2019). Fiche de criticité du silicium métal. <https://mineralinfo.fr/sites/default/files/documents/2020-12/fichecriticitesiliciummetal-publique20190729.pdf>

211 Minke et al (2021). Is iridium demand a potential bottleneck in the realization of large-scale PEM water electrolysis? International Journal of Hydrogen Energy (Volume 46, Issue 46). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319921016219>



carbone en 2050 que la consommation en métaux du groupe des platines par les technologies de l'hydrogène atteindra un pic en 2045 à 100 t/an<sup>212</sup>. Or, en 2024, l'Institut d'études géologiques des États-Unis estimait la demande annuelle de platine à 180 t/an et le niveau des réserves des métaux du groupe des platines à 71 000 tonnes<sup>213</sup>.

Si la disponibilité géologique de ces métaux est peu susceptible d'affecter l'approvisionnement nécessaire aux technologies de l'hydrogène, un point d'attention demeure sur la capacité de la production industrielle de ces métaux à monter en puissance pour répondre à cette demande croissante<sup>214</sup>.

### Acier, béton et verre

L'acier, le béton et le verre sont des matériaux de construction mobilisés de façon importante pour la transition énergétique. Le béton est particulièrement utilisé pour le génie civil lié à la construction d'infrastructures prévues par la PPE : réseaux, énergies renouvelables, centrales nucléaires. Le verre est majoritairement utilisé dans les panneaux photovoltaïques. RTE estime ainsi la consommation annuelle moyenne de béton pour le système électrique entre 3 000 et 5 000 kt/an dans ses scénarios prospectifs, soit en deçà de 3,5 % de la production française primaire et secondaire en 2018. Pour l'acier, ce volume estimé entre 1 000 et 1 800 kt/an, soit moins de 12 % de la production française primaire et secondaire en 2018.

Il existe peu de tensions sur la disponibilité de ces ressources, qui sont majoritairement produites en France. Par ailleurs, la consommation en acier et en béton des autres secteurs de l'économie est amenée à baisser selon l'ADEME, compensant la hausse de consommation pour le système énergétique.

Du point de vue de l'approvisionnement, le béton est fabriqué en France (son transport longue distance étant plus coûteux que pour d'autres matières) et il n'existe pas de problématiques de réserves. Son utilisation dans le secteur de la construction pourrait en outre se réduire avec les nouvelles réglementations environnementales du bâtiment et le rythme décroissant de construction neuve. De plus, le béton armé des fondations des éoliennes peut aussi être facilement valorisé : trié, concassé et déferroisé, il peut être réutilisé sous la forme de granulats dans le secteur de la construction ou dans les nouvelles fondations éoliennes elles-mêmes.

De la même manière, l'acier reste une ressource assez locale, bien qu'elle nécessite des approvisionnements en fer. Dans les différents scénarios, les besoins annuels en acier pour le système électrique sur la période 2020-2050 sont de l'ordre de 24 % de la consommation annuelle d'acier du secteur du bâtiment et 6 à 12 % de la production totale française. La filière française de l'acier bénéficie par ailleurs d'une capacité de recyclage relativement fonctionnelle, permettant de réutiliser au mieux la matière.

### Déchets

*Tableau 29 : Évolution de la pression sectorielle engendrée par la PPE sur les déchets*

---

212 AIE (2024). Critical Minerals Data Explorer. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/critical-minerals-data-explorer>

213 USGS (2024). *Mineral Commodity Summaries - Platinum-Group Metals*. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2024/mcs2024-platinum-group.pdf>

214 Minke et al (2021). Is iridium demand a potential bottleneck in the realization of large-scale PEM water electrolysis? *International Journal of Hydrogen Energy* (Volume 46, Issue 46). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319921016219>



|                                  |                                                                                                                            |                                                                                                                                               |                                                                                     |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Agriculture et foresterie</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Déchets agricoles et forestiers.</li> </ul>                                         | Réutilisation de résidus de l'agriculture et de la foresterie pour la production de biocarburants avancés.                                    |  |
| <b>Énergie</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Combustible utilisé à retraiter.</li> <li>Déchets radioactifs à stocker.</li> </ul> | L'augmentation de la production nucléaire engendrera une augmentation des volumes de combustible utilisé à retraiter et de déchets à stocker. |  |
|                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Équipements EnR en fin de vie.</li> </ul>                                           | Augmentation des énergies renouvelables.                                                                                                      |  |

Les orientations de la PPE causeront une augmentation du volume de déchets produits par la filière énergétique, en particulier les équipements en fin de vie des énergies renouvelables, qui devront être recyclés au maximum pour réduire l'empreinte matière de la filière (voir la section sur les ressources du sous-sol), et les déchets ultimes présents dans le combustible utilisé issu de la filière électronucléaire. Ces derniers représentent selon ORANO 4 % du combustible utilisé ; le reste constitue un mélange d'uranium appauvri et de plutonium, matières valorisables pouvant être retraitées :

- Sous forme de MOx (valorisant le plutonium du combustible utilisé en le mélangeant à de l'uranium appauvri) ;
- Sous forme d'URE (après ré-enrichissement de l'uranium de retraitement).

La PPE prévoit par ailleurs de poursuivre les travaux sur la fermeture du cycle de combustible afin de pouvoir valoriser dans l'avenir l'uranium 238, non-fissile, ayant été séparé du combustible utilisé et entreposé dans l'optique d'une réutilisation future.

Les déchets ultimes du combustible utilisé sont vitrifiés et conditionnés dans des conteneurs en acier en attente de stockage. De plus les structures métalliques des assemblages de combustibles sont compactées et conditionnées dans des fûts en acier, également entreposés en attente de stockage.

La PPE engendrera par ailleurs une réduction du volume de résidus dans les filières de l'agriculture et de la foresterie grâce à leur mobilisation dans la production de biocarburants avancés.

### 5.2.3. Milieux naturels : biodiversité et habitats naturels

*Tableau 30 : Évolution de la pression sectorielle engendrée par la PPE sur la biodiversité et les habitats naturels*

|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                    |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports/<br/>Résidentiel-<br/>tertiaire/<br/>Industrie</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte ou modification d'habitats naturels,</li> <li>• Fragmentation du territoire,</li> <li>• Perturbations visuelles et sonores des espèces,</li> <li>• Risques de collisions,</li> <li>• Pollutions liées à l'entretien des bords d'infrastructures (herbicides),</li> <li>• Pollutions liées au ruissellement de l'eau,</li> <li>• Dégradation des paysages,</li> <li>• Impacts liés à la fabrication des matériaux (extractions, processus de transformation, etc.).</li> </ul> | Réduction des GES et des polluants atmosphériques                                                                                                  |    |
| <b>Agriculture</b>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte ou modification d'habitats naturels (prairies, haies et arbres isolés, etc.),</li> <li>• Pollutions des sols et de l'eau liées aux intrants (fertilisation, pesticides, etc.),</li> <li>• Perturbations des sols (retournement de prairies, tassement, etc.),</li> <li>• Modification des paysages.</li> </ul>                                                                                                                                                                | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux, voire permettra d'apporter de la résilience au monde agricole grâce au développement de l'agrivoltaïsme |    |
| <b>Forêt – bois<br/>- biomasse</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte ou modification d'habitats naturels (bois morts, vieux bois, etc.),</li> <li>• Dérangement des espèces, perturbations visuelles et sonores,</li> <li>• Perturbations des sols (retournement de prairies, tassement, etc.),</li> <li>• Dégradation des paysages.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                    | Développement de l'exploitation de la biomasse solide                                                                                              |  |
| <b>Production<br/>d'énergie</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte et modification d'habitats (notamment énergie hydroélectrique, bioénergie et biocarburants, avec les changements directs et indirect d'usage des sols).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Faible développement de l'hydroélectricité et utilisation de déchets et résidus pour les bioénergies                                               |  |
|                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sur le court terme, mortalité et traumatismes (notamment énergie éolienne, bioénergies et énergie océanique), et perturbation des comportements biologiques (notamment énergie solaire et éolienne).</li> <li>• Sur le long terme, le développement des énergies renouvelables réduira les mortalités.</li> </ul>                                                                                                                                                                   | Développement de l'éolien terrestre et marin et du PV                                                                                              |  |
|                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compétition pour les usages de l'eau (notamment énergie hydroélectrique et nucléaire).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Hausse du nucléaire et faible développement de l'hydroélectricité                                                                                  |  |
|                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollutions chimiques, sonores et électromagnétiques dans le cas d'installations en milieu marin.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Développement de l'éolien en mer                                                                                                                   |  |

|                |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                |                                                                                     |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Émissions de GES et pollutions atmosphériques.</li> </ul>                                                                    | Remplacement du parc thermique à combustion fossile par des énergies renouvelables et du nucléaire             |  |
|                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dégradation des paysages.</li> </ul>                                                                                         | Développement de l'éolien et du PV (si l'impact paysager est considéré inacceptable, le projet ne se fera pas) |  |
| <b>Déchets</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pollutions des sols et de l'eau,</li> <li>Pollutions atmosphériques,</li> <li>Perturbations visuelles et sonores.</li> </ul> | Réduction de la quantité et de leurs émissions par valorisation énergétique (incinération, biogaz)             |  |

L'amélioration globale de la qualité de l'air et de l'eau permise par la réduction des émissions liées à l'utilisation d'énergie fossile, est favorable à moyen-long terme au maintien de la biodiversité :

- La réduction de l'eutrophisation des milieux aquatiques et terrestre permet de diminuer la prolifération d'espèces se développant aux dépens des autres organismes vivants ;
- La réduction de l'acidité des eaux et des sols permet de garantir la survie des écosystèmes locaux en limitant le changement de pH de leur milieu de vie.

Le développement des énergies renouvelables induit un système de production d'énergie largement décentralisé qui engendre des impacts localisés sur la biodiversité. Si les incidences sur la biodiversité varient selon les sources d'énergie, elles sont encadrées par la réglementation et seront prises en compte dans l'élaboration des projets afin de les réduire. Cette démarche impliquera non seulement des efforts au niveau local mais aussi de mener ou de poursuivre des études approfondies sur les impacts de chaque filière et d'intégrer les retours d'expérience des projets développés. S'agissant des infrastructures énergétiques, une attention particulière à la question des continuités écologiques devra être portée.

L'impact sur la biodiversité lié à l'augmentation de l'exploitation sylvicole sera limité dans la mesure où celle-ci respecte les préconisations du PNFB. Les incidences ponctuelles liées aux infrastructures de transports, en lien avec la SDMP, devront également être anticipées.

#### 5.2.4. Milieux humains

##### Risques naturels et technologiques

*Tableau 31 : Évolution de la pression sectorielle engendrée par la PPE sur l'exposition aux risques naturels et technologiques*

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                     |                                                                                       |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non adaptation des infrastructures de transport aux risques naturels associés à l'évolution du climat,</li> <li>• Le secteur des transports et de l'entrepôtage est à l'origine de 4 % de l'ensemble des accidents et incidents survenus en 2022. Le transport de matières dangereuses est le plus à même d'exposer les biens et les personnes à des accidents d'ordre technologiques.</li> </ul>                                  | Réduire la part de transport routier en favorisant le report modal vers des modes de transport plus « sûrs » (ferroviaire, fluvial) |    |
| <b>Résidentiel-tertiaire</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non adaptation du parc bâti aux séismes, aux tsunamis et aux cyclones,</li> <li>• Le manque de prévention des risques technologiques autour des zones résidentielles peut aggraver l'impact d'un accident technologique en causant des pertes humaines et matérielles dans ces zones,</li> <li>• Le commerce est à l'origine d'environ 5 % de l'ensemble des accidents et incidents en 2022.</li> </ul>                            | La PPE n'aura pas d'impact direct sur ces enjeux                                                                                    |    |
| <b>Agriculture</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non adaptation de l'agriculture aux épisodes de crues importantes,</li> <li>• Non adaptation de l'agriculture aux épisodes de sécheresse,</li> <li>• Non adaptation de la sylviculture aux tempêtes,</li> <li>• L'agriculture et l'élevage sont à l'origine de 9 % de l'ensemble des accidents et incidents en 2022. Ce secteur est particulièrement sujet aux risques d'incendie et de rejets de matières dangereuses.</li> </ul> | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                                                           |  |
| <b>Forêt – bois – biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non adaptation de la sylviculture aux épisodes de crues importantes,</li> <li>• Non adaptation de la sylviculture aux épisodes de sécheresse. Ce secteur est particulièrement sujet aux risques d'incendies,</li> <li>• Le travail du bois est à l'origine de 4 % de l'ensemble des accidents et incidents en 2022.</li> </ul>                                                                                                     | Le développement de l'exploitation de biomasse solide                                                                               |  |

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                       |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Industrie</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Non adaptation des installations industrielles aux risques naturels les plus destructeurs : tsunamis, cyclones, séismes, avalanches, etc.,</li> <li>Le secteur de l'industrie manufacturière est particulièrement touché par les risques technologiques (308 accidents ou incidents en 2016, soit 37 % de l'ensemble),</li> </ul>                     | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                         |    |
| <b>Production d'énergie</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Non adaptation des installations de production d'énergie aux risques naturels les plus destructeurs : tsunamis, cyclones, séismes, avalanches, etc.</li> </ul>                                                                                                                                                                                        | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                         |    |
|                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>La production d'énergie est à l'origine de moins de 5 % de l'ensemble des accidents et incidents survenus en 2022.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                         | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                         |    |
|                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le risque lié aux installations hydrauliques existe mais la probabilité d'un incident de grande ampleur est très réduite.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                  | La faible augmentation de l'hydroélectricité n'aura pas d'impact sur le risque global             |    |
|                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le transport du gaz a connu 8 événements et le réseau de distribution du gaz en ville a connu 57 événements en 2022. Les travaux de voirie proches des ouvrages sont responsables de 70 % des fuites et endommagements de branchement.</li> </ul>                                                                                                     | La réduction de l'usage du gaz permettra de réduire les risques associés aux réseaux de transport |  |
|                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le risque lié aux installations nucléaires existe mais la probabilité d'un incident de grande ampleur est très réduite.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                    | La hausse du nucléaire augmentera le risque, qui reste faible                                     |  |
| <b>Déchets</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Non adaptation des installations de traitement des déchets aux risques naturels les plus destructeurs : tsunamis, cyclones, séismes, avalanches, etc.,</li> <li>Le traitement des déchets et eaux usées sont un secteur particulièrement touché par les risques technologiques avec 16 % de l'ensemble des accidents et incidents en 2022.</li> </ul> | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                         |  |

## Nuisances

### Qualité de l'air

Le Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA) a été adopté par la France en 2022 et couvre la période 2022-2025. Il fixe la stratégie de l'État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les normes fixées au niveau européen.

Les objectifs du PREPA sont fixés à horizons 2020 et 2030, par rapport au bilan des émissions de 2005, conformément à la convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance et à la directive européenne 2016/2284, dite directive NEC. Ce plan est intégré dans le scénario ici intitulé AME PREPA 2023, qui se fonde sur le scénario AME énergie-climat.

Le scénario ici intitulé AMS 2023 SNBC+PREPA, correspond à un scénario AMS énergie-climat intégrant la SNBC, auquel sont ajoutées les mesures qualité de l'air du PREPA, déjà prises en compte dans le scénario ici intitulé AME PREPA 2023.

Les figures ci-dessous rendent compte de l'évolution attendue des émissions de polluants atmosphériques ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ , COVNM,  $\text{NH}_3$  et  $\text{PM}_{2,5}$ ) dans les scénarios AMS version 2023 et AME version 2023 incluant les mesures PREPA sur la qualité de l'air, en les comparant au plafond d'émissions de la directive européenne NEC. Ces figures montrent que la PPE devrait permettre de réduire les émissions de polluants atmosphériques. Pour tous les polluants, il est mis en évidence que l'ambition française a été rehaussée, et notamment sur l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) afin de respecter en intégralité la réglementation européenne fixée jusqu'à 2030. Les actions supplémentaires (AMS) permettent pour chacun des polluants de renforcer les réductions d'émissions.

*Figure 68 : Projection des émissions en dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) entre 2005 et 2050 (modélisations Citepa)*

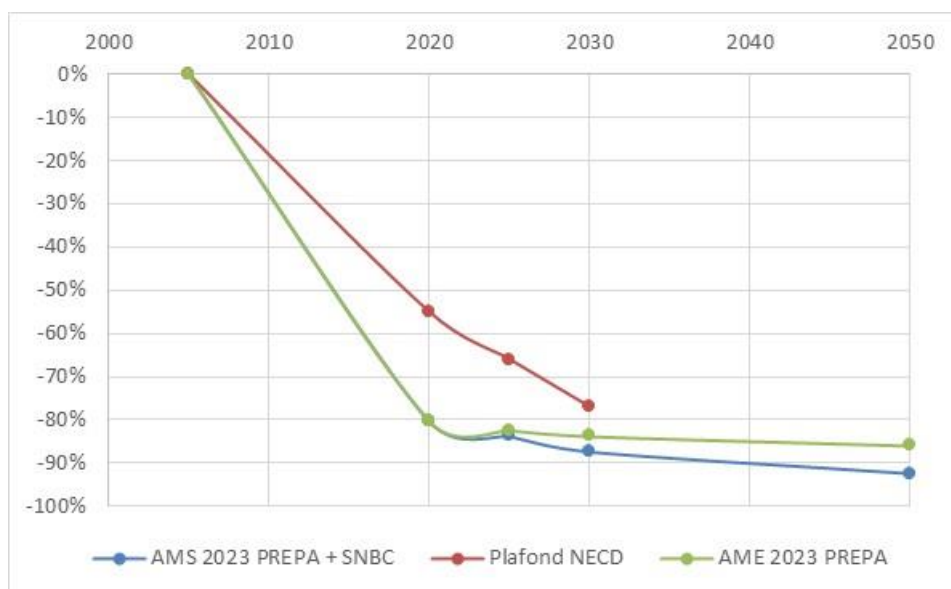


*Figure 69 : Projection des émissions d'oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) entre 2005 et 2050 (modélisations Citepa)*

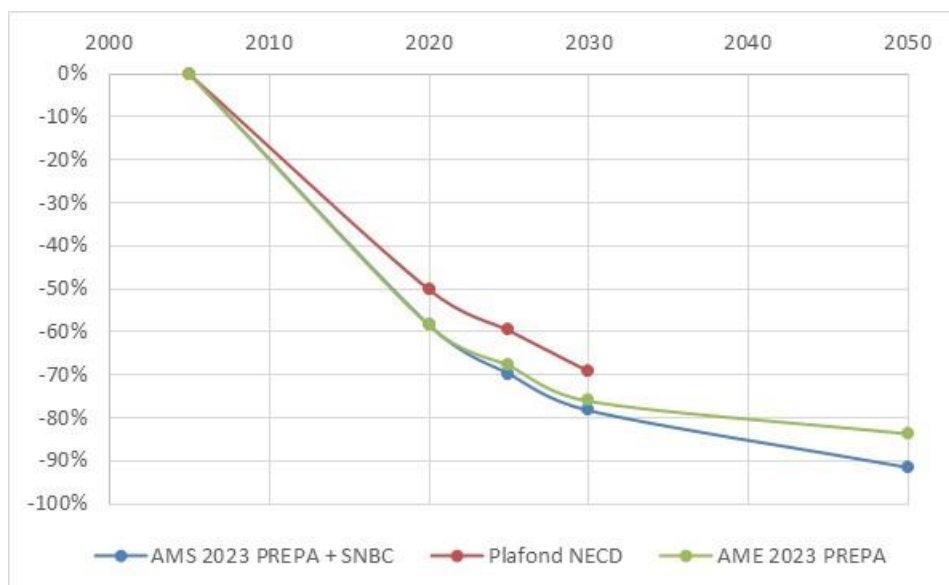


Figure 70 : Projection des émissions de COVNM entre 2005 et 2050 (modélisations Citepa)

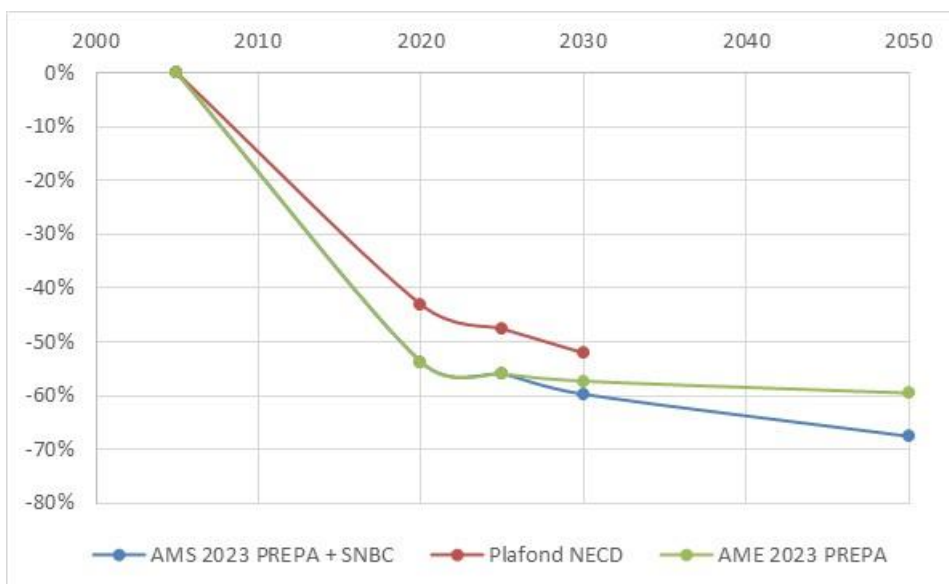


Figure 71 : Projection des émissions d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) entre 2005 et 2050 (modélisations Citepa)

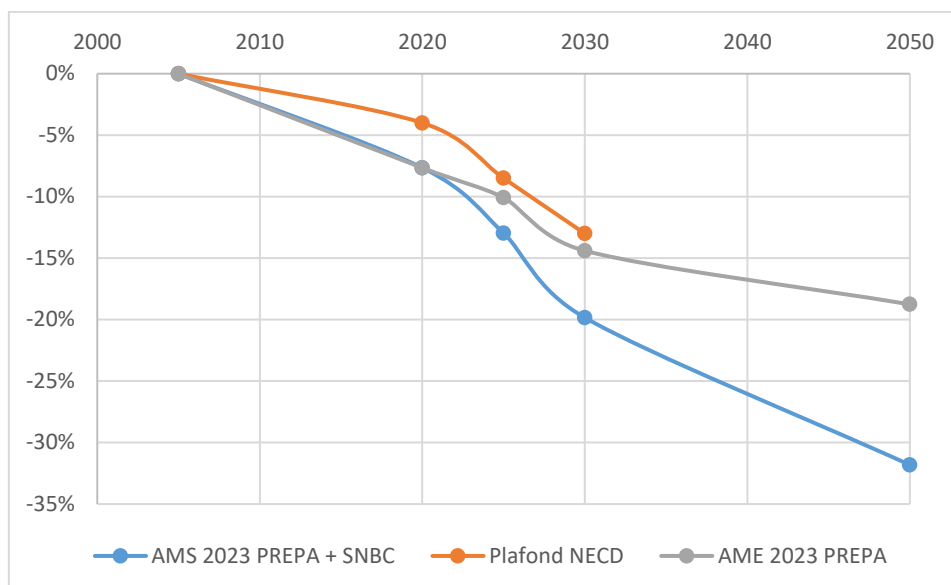


Figure 72 : Projection des émissions de particules fines (PM<sub>2,5</sub>) entre 2005 et 2050 (modélisations Citepa)

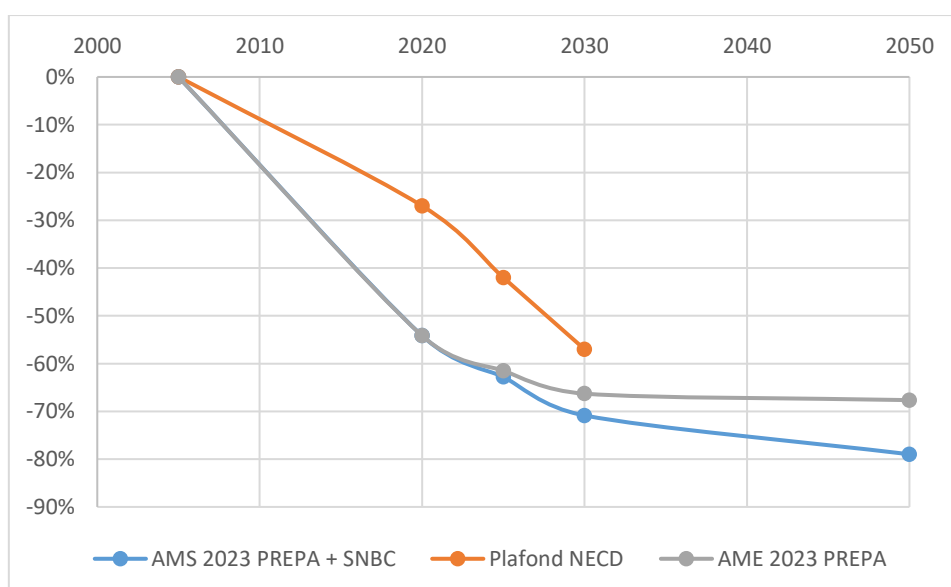


Tableau 32 : Évolution de la pression sectorielle engendrée par la PPE sur la qualité de l'air

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                |                                                                                       |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Transports | <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilisation de véhicules thermiques sources d'émission de NO<sub>x</sub> et de particules fines,</li> <li>Les véhicules diesel émettent à l'échappement une quantité plus importante de particules fines que les véhicules essence, augmentant significativement l'impact sur la santé.</li> <li>Les phénomènes d'abrasion (route, frein, pneu) est une source importante d'émissions de particules, quel que soit la source d'énergie des véhicules routiers</li> </ul> | Maîtrise de la demande en transport routiers et diminution de l'usage des carburants fossiles et biocarburants |  |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|



|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                          |                                                                                       |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Résidentiel-<br/>tertiaire</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>L'utilisation d'appareils de chauffage au bois conduit à l'émission de particules, en quantité variables selon la performance des équipements et le type de bois utilisé.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Remplacement des équipements les plus polluants par des équipements plus performants ou des PAC, mais augmentation du nombre d'appareils |    |
|                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le brûlage à l'air libre des déchets verts est source de pollution importante.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Amélioration de la valorisation énergétique des déchets verts collectés en amont                                                         |    |
|                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>La qualité de l'air intérieur peut être altérée par une mauvaise aération des bâtiments et une exposition à des polluants émis par des matériaux de construction et d'ameublement.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                                                                |    |
| <b>Agriculture</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les déjections animales et les épandages d'engrais sont responsables de la majorité des émissions d'ammoniac (respectivement 2/3 et 1/3),</li> <li>Les activités relatives au travail de la terre émettent des particules fines,</li> <li>L'impact de l'épandage de produits phytopharmaceutiques sur la qualité de l'air est encore peu connu en France mais entre 30 et 50 % de ces substances se perdent dans l'atmosphère suite à leur pulvérisation,</li> <li>Les feux ouverts pratiqués en agriculture (écobuages, brûlis) sont des sources d'émissions très localisées de particules fines, de composés organiques volatiles et autres polluants dangereux.</li> </ul> | Amélioration de la valorisation énergétique notamment des lisiers                                                                        |    |
| <b>Forêt – bois<br/>- biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Émissions des engins d'exploitation sylvicole,</li> <li>La combustion de biomasse est une source importante des émissions de particules fines.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Développement de l'exploitation de la biomasse solide                                                                                    |  |

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                          |                                                                                      |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Industrie</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>L'industrie est majoritairement responsable des émissions de dioxyde de soufre, dues principalement à la métallurgie des métaux ferreux (12 %), à la production de minéraux non métalliques et de matériaux de construction (11 %) et à l'industrie chimique (10 %),</li> <li>L'industrie est dans une moindre mesure responsable des émissions de particules fines.</li> </ul> | Remplacement de l'utilisation de ressources fossiles par des mesures de sobriété, par l'électrification des usages ou par de la biomasse |   |
| <b>Production d'énergie</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le raffinage du pétrole et la production d'électricité émettent principalement du dioxyde de soufre (30 % des émissions de SO<sub>2</sub>) et des polluants organiques persistants.</li> </ul>                                                                                                                                                                                  | Remplacement du parc thermique à combustion fossile par des mesures de sobriété, par l'électrification des usages ou par de la biomasse  |   |
| <b>Déchets</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le secteur du traitement des déchets est le principal contributeur de polluants organiques (30 % des émissions de PCB).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                              | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                                                                |  |

### Nuisances sonores

Tableau 33 : Évolution de la pression sectorielle engendrée par la PPE sur l'environnement sonore

|                                |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                         |                                                                                       |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Transport routier.</li> </ul>                                                                                                                                   | Maîtrise de la demande en transports routier et développement des véhicules électriques |  |
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Transport aérien.</li> </ul>                                                                                                                                    | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                               |  |
| <b>Résidentiel-tertiaire</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Troubles du voisinage du fait du manque d'isolation.</li> </ul>                                                                                                 | L'isolation thermique aura un effet positif sur l'isolation phonique des logements      |  |
| <b>Agriculture</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les activités agricoles peuvent être une source de trouble de voisinage dans les zones rurales à cause des engins agricoles ou des bruits d'animaux.</li> </ul> | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                               |  |
| <b>Forêt – bois - biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bruit lié aux engins d'exploitation sylvicole.</li> </ul>                                                                                                       | Développement de l'exploitation de la biomasse solide                                   |  |

|                             |                                                                                                        |                                                                                          |                                                                                     |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Industrie</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bruit lié à l'activité industrielle.</li> </ul>                 | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                |  |
| <b>Production d'énergie</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bruit lié aux installations de production d'énergie.</li> </ul> | Le bruit lié aux éoliennes est encadré de sorte à ne pas augmenter les nuisances sonores |  |
| <b>Déchets</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sans objet.</li> </ul>                                          | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                |  |

La SDMP dispose de leviers pour agir sur les nuisances sonores et maximiser les potentiels bénéfiques sur l'environnement sonore. A ce titre, les mesures préconisées devraient conduire à une diminution des nuisances sonores au sein des agglomérations et à proximité des grands axes de circulation, grâce à la maîtrise de la demande, au report modal vers les transports en commun ou les mobilités douces, ou encore aux mesures d'optimisation permettant d'augmenter le taux de remplissage des véhicules. De plus, les véhicules fonctionnant avec des carburants alternatifs (électricité, gaz) sont en général moins bruyants que les véhicules thermiques traditionnels, et leur déploiement présente donc une opportunité pour la réduction des nuisances sonores, principalement en agglomération. Cependant, cette caractéristique présente également des risques, avec une accidentologie possiblement plus élevée, notamment pour les piétons habitués à entendre les véhicules approcher. L'EES recommande donc d'anticiper ces évolutions et de déployer des efforts de recherche sur les différentes solutions envisageables, conciliant sécurité et nuisances sonores.

L'incidence des autres volets de la PPE sera en revanche globalement négligeable, bien que des risques au niveau local soient à anticiper. Le bruit et les nuisances électromagnétiques associés au fonctionnement des éoliennes ainsi que le bruit lié à l'utilisation des pompes à chaleur est d'un niveau d'incidence très réduit à condition que les projets se développent dans le respect des réglementations applicables (études d'impacts, respect de la distance de 500 mètres des habitations pour les éoliennes) et en concertation avec les territoires concernés.

Le bruit lié à l'installation des infrastructures (éoliennes en mer, forage géothermique...) sera pris en compte dans le cadre de l'élaboration des projets, mais n'ont qu'une incidence temporaire.

### Nuisances olfactives

*Tableau 34 : Évolution de la pression sectorielle engendrée par la PPE sur l'environnement olfactif*

|                              |                                                                                                                                                            |                                                                                               |                                                                                       |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les véhicules thermiques participant de manière notable aux odeurs en ville.</li> </ul>                             | Maîtrise de la demande en transport routiers et diminution de l'usage des carburants fossiles |  |
| <b>Résidentiel-tertiaire</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les nuisances olfactives peuvent être considérées comme des troubles du voisinage en milieu résidentiel.</li> </ul> | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                     |  |

|                                |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                       |                                                                                       |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Agriculture</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>L'épandage ou le stockage de matières organiques (effluents d'élevage) émettent des odeurs intenses et potentiellement gênantes pour les riverains.</li> </ul>                                | La valorisation énergétique des lisiers réduit les quantités épandues |    |
| <b>Forêt – bois - biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sans objet.</li> </ul>                                                                                                                                                                        | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                             |    |
| <b>Industrie</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Certaines usines émettent des odeurs associées aux produits chimiques qu'elles utilisent, qui ne sont pas nécessairement toxiques pour l'homme mais particulièrement malodorantes.</li> </ul> | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                             |    |
| <b>Production d'énergie</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>La transformation d'énergie comme le raffinage du pétrole peut émettre des odeurs de soufre.</li> </ul>                                                                                       | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                             |    |
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>La méthanisation engendre la manipulation et le transport de matières malodorantes en lien avec le stockage de matières organiques dans le cadre des activités agricoles.</li> </ul>          | Augmentation du recours à la méthanisation                            |    |
| <b>Déchets</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les stations de pompage, d'épuration des eaux et de traitement des boues peuvent constituer des sources importantes de nuisances olfactives.</li> </ul>                                       | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                             |  |

### Environnement nocturne

Tableau 35 : Évolution de la pression sectorielle engendrée par la PPE sur l'environnement nocturne

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                           |                                                                                       |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>L'éclairage des voies de circulation contribue fortement à la pollution lumineuse et à la perturbation de l'environnement nocturne,</li> <li>Considérant les caractéristiques de diffusion de la lumière, les éclairages des voies de circulation le long des côtes littorales peuvent perturber l'environnement sur un périmètre assez large au-delà des côtes.</li> </ul> | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux |  |
| <b>Résidentiel-tertiaire</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>L'éclairage des commerces et des bureaux inoccupés la nuit, contribue à la pollution lumineuse et à la perturbation de l'environnement nocturne.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                 | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux |  |

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                 |                                                                                       |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'éclairage des voies de circulation contribue fortement à la pollution lumineuse et à la perturbation de l'environnement nocturne,</li> <li>• Considérant les caractéristiques de diffusion de la lumière, les éclairages des voies de circulation le long des côtes littorales peuvent perturber l'environnement sur un périmètre assez large au-delà des côtes.</li> </ul> | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                                       |    |
| <b>Agriculture</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sans objet.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                                       |    |
| <b>Forêt – bois<br/>- biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sans objet.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | L'augmentation du nombre d'appareils de chauffage au bois est compensée par l'amélioration des performances     |    |
| <b>Industrie</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'éclairage de certaines installations industrielles pendant la nuit contribue à la pollution lumineuse et à la perturbation de l'environnement nocturne.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                          | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                                       |  |
| <b>Production d'énergie</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'éclairage de certaines installations de production pendant la nuit contribue à la pollution lumineuse et à la perturbation de l'environnement nocturne.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                          | Développement des installations décentralisées de production d'énergie (i.e. éolien) qui sont éclairées de nuit |  |
| <b>Déchets</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sans objet.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                                       |  |

## Santé humaine

Tableau 36 : Évolution de la pression sectorielle engendrée par la PPE sur la santé humaine

|                                |                                                                                                                                             |                                                                                                                           |                                                                                       |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rejets de polluants atmosphériques.</li> </ul>                                                       | Maîtrise de la demande en transport routiers et diminution de l'usage des carburants fossiles                             |    |
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Manque d'activité physique.</li> </ul>                                                               | Augmentation des modes de transport doux                                                                                  |    |
| <b>Résidentiel-tertiaire</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Manque d'espaces verts.</li> </ul>                                                                   | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                                                 |    |
| <b>Agriculture</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Exposition aux pesticides.</li> </ul>                                                                | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                                                 |    |
| <b>Forêt – bois - biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sans objet.</li> </ul>                                                                               | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                                                 |    |
| <b>Industrie</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rejets de polluants et contamination des milieux.</li> </ul>                                         | Baisse de l'utilisation de ressources fossiles                                                                            |  |
| <b>Production d'énergie</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rejets atmosphériques (PM, NO<sub>x</sub>) et contamination des milieux (SO<sub>2</sub>).</li> </ul> | Remplacement du parc thermique à combustion fossile par des énergies renouvelables                                        |  |
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Problèmes de santé liés à la précarité énergétique.</li> </ul>                                       | Réduction de la précarité énergétique                                                                                     |  |
| <b>Déchets</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rejets de polluants et contamination des milieux.</li> </ul>                                         | La valorisation énergétique des déchets génère des émissions dans l'air que ne génèrent pas les installations de stockage |  |

## Paysages et patrimoine

Tableau 37 : Évolution de la pression sectorielle engendrée par la PPE sur la santé humaine

|                                |                                                                                                                                                         |                                                                                                                |                                                                                       |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transports</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Noircissement des bâtiments (NO<sub>x</sub> et PM).</li> </ul>                                                   | Maîtrise de la demande en transport routiers et diminution de l'usage des carburants fossiles.                 |    |
| <b>Résidentiel-tertiaire</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Noircissement des bâtiments (PM liés au chauffage).</li> </ul>                                                   | Remplacement des équipements de chauffage les plus polluants                                                   |    |
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rénovation thermique des bâtiments remarquables non protégés.</li> </ul>                                         | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                                      |    |
| <b>Agriculture</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sans objet.</li> </ul>                                                                                           | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                                      |    |
| <b>Forêt – bois - biomasse</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sans objet.</li> </ul>                                                                                           | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                                      |    |
| <b>Industrie</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Noircissement des bâtiments (NO<sub>x</sub>).</li> </ul>                                                         | Baisse de l'utilisation de ressources fossiles                                                                 |   |
| <b>Production d'énergie</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Noircissement des bâtiments (NO<sub>x</sub>).</li> </ul>                                                         | Remplacement du parc thermique fossile par des énergies bas-carbone                                            |  |
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Impact des infrastructures de production et de transport d'énergie sur les paysages et le patrimoine.</li> </ul> | Développement de l'éolien et du PV (si l'impact paysager est considéré inacceptable, le projet ne se fera pas) |  |
| <b>Déchets</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sans objet.</li> </ul>                                                                                           | La PPE n'aura pas d'impact sur ces enjeux                                                                      |  |

Tableau 38 : Résumé des impacts de la PPE sur l'environnement analysés à partir des différents secteurs économiques

|           | Eau                                                                                 | Sols                                                                                                                                                                                                  | Biomasse                                                                            | Ressources                                                                          | Déchets                                                                             | Milieux naturels                                                                    | Risques                                                                             | Air                                                                                 | Bruit                                                                                                     | Odeurs                                                                                | Lumière                                                                               | Santé                                                                                 | Paysages et patrimoine                                                                |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Transport |  | <br>Pollution<br><br>Artificiel |  |  |  |  |  |  | <br>Transport routier |  |  |  |  |

|                            |   | alisati<br>on                                         |   |                                                       |     |                                                                                                                                |                                                                                                                 |                                             | Transp<br>ort<br>aérien |   |   |                                             |   |
|----------------------------|---|-------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------|---|---|---------------------------------------------|---|
| Résidentiel<br>- tertiaire | → | →                                                     | → | →                                                     | →   | →                                                                                                                              | →                                                                                                               | →<br>Valo<br>déche<br>ts<br>→<br>Nb.<br>PAC | →                       | → | → | →                                           | → |
| Agriculture                | → | →                                                     | → | →                                                     | →   | →                                                                                                                              | →                                                                                                               | →                                           | →                       | → | → | →                                           | → |
| Forêt - bois<br>- biomasse | → | →                                                     | → | →                                                     | →   | →                                                                                                                              | →                                                                                                               | →                                           | →                       | → | → | →                                           | → |
| Industrie                  | → | →                                                     | → | →                                                     | →   | →                                                                                                                              | →                                                                                                               | →<br>Baisse<br>fossile                      | →                       | → | → | →                                           | → |
| Déchets                    | → | →                                                     | → | →                                                     | N/A | →                                                                                                                              | →                                                                                                               | →                                           | →                       | → | → | →                                           | → |
| Production<br>d'énergie*   |   | →<br>Baisse<br>fossile<br>→<br>EnR +<br>nucléa<br>ire | → | →<br>Baisse<br>fossile<br>→<br>EnR +<br>nucléa<br>ire |     | →<br>Faible<br>dével.<br>Hydro<br>+<br>impac<br>t<br>paysag<br>er EnR<br>→<br>Baisse<br>fossile<br>→<br>EnR +<br>nucléa<br>ire | →<br>Risque<br>s<br>nature<br>ls +<br>faible<br>dével.<br>hydro<br>→<br>Baisse<br>fossile<br>→<br>Nucléa<br>ire | →<br>Baisse<br>fossile                      | →                       | → | → | →<br>Baisse<br>fossile<br>→<br>Dével<br>EnR | → |

\*Explications sur la production d'énergie :

- Sur les sols, la transformation des infrastructures fossiles réduit l'utilisation des sols et la pollution métaux/métalloïdes (effets hors horizon PPE), mais l'artificialisation augmente en raison du développement des énergies bas-carbone ;
- Sur les **ressources du sous-sol**, la baisse des consommations fossiles est directe, mais induit une hausse de la consommation de ressources minérales non énergétiques (réseau électrique et renouvelables) et d'uranium et zirconium (nucléaire) ;
- Sur les **milieux naturels**, le remplacement du parc thermique par des renouvelables et du nucléaire diminue les émissions de GES et la pollution, mais augmente la mortalité et perturbe les comportements biologiques (éolien et PV) ainsi que la compétition pour les usages de l'eau (hydroélectricité et nucléaire) et les pollutions chimiques, sonores et électromagnétiques (éolien en mer) ;



- Sur les **risques**, la réduction de l'usage du gaz diminue le risque technologique, à l'inverse de la hausse du nucléaire bien que le risque reste faible ;
- Sur la **qualité de l'air**, le remplacement des fossiles par des mesures de sobriété, par l'électrification des usages ou par de la biomasse n'a pas le même impact.

## 5.4. Suivi de l'évolution de l'environnement en lien avec l'effet de la PPE

Les indicateurs de suivi de l'évolution des pressions sur les milieux doivent permettre de suivre l'impact de la PPE sur l'environnement dans le temps. L'objectif est d'identifier des indicateurs utilisant des données existantes et facilement exploitables afin de permettre un suivi régulier et pertinent. Un nombre restreint d'indicateurs représentatifs des évolutions a été préféré à un nombre trop important, difficiles à réunir et tout aussi difficiles à interpréter et à suivre dans le temps. Bien que n'étant pas exhaustifs, l'intérêt de ces indicateurs sera d'alerter sur les tendances d'évolution, afin de pouvoir réagir en cas d'augmentation de la pression sur les milieux.

Compte-tenu des conclusions de la présente évaluation environnementale, il apparaît que les principaux enjeux environnementaux de la politique énergétique française sont la lutte contre le changement climatique et l'érosion de la biodiversité, et la gestion des ressources essentielles, dont en particulier la maîtrise de l'utilisation de la biomasse, de la ressource en eau et des ressources minérales.

Le tableau résumant l'évolution des différentes pressions résultant des orientations de la PPE sur l'environnement (tableau 38) met en exergue que les pressions seront accrues sur les principaux compartiments de l'environnement suivants : les ressources en eaux et les milieux aquatiques, la biomasse et les ressources du sous-sol. Les compartiments suivants verront également certaines pressions augmenter, avec toutefois des effets favorables sur d'autres pressions, ou des effets globalement moins marqués : les sols et sous-sols, les déchets, les risques technologiques, ainsi que les nuisances sonores, olfactives et lumineuses. Les orientations de la PPE se traduiront enfin par un effet globalement positif sur la qualité de l'air, les paysages et le patrimoine, et la santé.

Des mesures techniques pour éviter, réduire et compenser les orientations de la PPE, dites mesures « ERC », ont été incluses dans cette évaluation. Elles devront être prises en compte, notamment au niveau des projets, pour s'assurer de la réduction de l'impact sur l'environnement de la PPE à un seuil incompressible.

Afin de suivre de manière rapprochée l'évolution de ces incidences de premier ordre, telles qu'identifiées ci-avant, et la prise en compte des mesures ERC, des indicateurs ont été retenus pour être intégrés directement dans la PPE. Ils seront mis à jour et accessibles au grand public sur une base annuelle, à l'instar des autres indicateurs de la PPE :

- **Prélèvement d'eau douce pour le refroidissement des centrales électriques** (Gm<sup>3</sup> et part du total national). Issu du Bulletin annuel de la Banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau, il vaut 19,5 Gm<sup>3</sup> en 2020 soit 55 % du total national. La PPE 3 vise à contrôler la hausse de cet indicateur ;
- **Récolte totale de bois-énergie** (m<sup>3</sup> et part du total national). Issu du rapport annuel Récolte de bois et production de sciages de l'Agreste, il vaut 8,9 m<sup>3</sup> en 2021 soit 22 % du total national. La PPE 3 a pour objectif de sécuriser une baisse de la valeur absolue et de la part dans le total, en limitant l'usage du bois pour cet usage dans la logique d'une utilisation de la biomasse en cascade ;
- **Empreinte matière liée aux minerais métalliques et minéraux non métalliques** (Mte). Issu du rapport « L'empreinte matières de la France » publié par le SDES, il vaut 548 en 2021. La PPE 3 vise à contrôler la hausse de cet indicateur.

Le tableau complet de suivi ci-après contient des indicateurs permettant d'avoir un suivi plus global des incidences de la PPE. Ces indicateurs sont mis à jour annuellement par leurs sources respectives. Ils ne seront pas intégrés aux indicateurs de la PPE mais permettront de suivre dans le temps les incidences de la PPE, et le cas échéant de mettre en œuvre les mesures correctives qui s'avèreraient

nécessaires. Tous les indicateurs environnementaux sont dotés de la valeur initiale la plus récente à la publication du document. Contrairement aux indicateurs présents dans la PPE qui ont une valeur cible, ils seront mesurés et comparés à cette valeur de référence.

Certaines incidences environnementales sont suivies dans des plans et programmes spécifiques plutôt que dans la PPE. C'est le cas par exemple des matières et déchets radioactifs, font l'objet d'un suivi dans le cadre du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) prévu à cet effet et mis à jour tous les 5 ans par le Gouvernement. Le PNGMDR 2022-2026<sup>215</sup> comporte ainsi des indicateurs environnementaux dans son annexe 2, complétés par une référence à l'Inventaire national établi par l'Andra<sup>216</sup>. Ces indicateurs ont vocation à être mis à jour dans la prochaine édition du PNGMDR, et ne sont donc pas suivis directement dans la PPE.

*Tableau 39 : Tableau complet de suivi des pressions sur l'environnement découlant de la PPE*

| <i>Milieu impacté</i>                 | <i>Indicateurs</i>                                                                                                    | <i>Source</i>                                                           | <i>Périmètre</i>    | <i>Valeur initiale (2023)</i> |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| <b>Climat et énergie</b>              | Émissions de GES de l'industrie de l'énergie (MtCO <sub>2</sub> e et part du total national hors UTCATF)              | Rapport Secten (Citepa)                                                 | France entière      | 35,4 (9 %)                    |
|                                       | Émissions de GES des transports (MtCO <sub>2</sub> e et part du total national hors UTCATF)                           | Rapport Secten (Citepa)                                                 | France entière      | 126,8 (34 %)                  |
|                                       | Empreinte carbone (MtCO <sub>2</sub> e)                                                                               | L'empreinte carbone de la France de 1995 à 2022 (SDES)                  | France entière      | 623 en 2022                   |
|                                       | Part des émissions associées aux importations dans l'empreinte carbone                                                | L'empreinte carbone de la France de 1995 à 2022 (SDES)                  | France entière      | 56 % en 2022                  |
| <b>Milieux naturels, sols et eaux</b> | Récolte totale de bois-énergie (m <sup>3</sup> et part du total national)                                             | Récolte de bois et production de sciages (Agreste)                      | France continentale | 8,9 (22 %) en 2021            |
|                                       | Prélèvement d'eau douce pour le refroidissement des centrales électriques (Gm <sup>3</sup> et part du total national) | Bulletin annuel (Banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau) | France entière      | 19,5 (55 %) en 2020           |
|                                       | Consommation d'eau douce (Gm <sup>3</sup> )                                                                           | Tableau de bord (SGPE)                                                  | France continentale | 4,28 en 2019                  |
|                                       | Consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers (kha/an)                                                     | Portail national de l'artificialisation des sols (Cerema)               | France entière      | 20,276 (2022)                 |
| <b>Ressources (métaux...)</b>         | Quantité de panneaux PV collectés (t)                                                                                 | Équipements électriques & électroniques (ADEME)                         | France entière      | 3 396 en 2021                 |
|                                       | Empreinte matière liée à la biomasse (Mte)                                                                            | L'empreinte matières de la France (SDES)                                | France entière      | 231 en 2021                   |
|                                       | Empreinte matière liée aux minerais                                                                                   | L'empreinte matières de la                                              | France entière      | 548 en                        |

215 Ministère de la transition énergétique (2022). PNGMDR.

[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/PNGMDR\\_2022.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/PNGMDR_2022.pdf)

216 Andra (2024). Inventaire national des déchets radioactifs à fin 2022. <https://inventaire.andra.fr/les-donnees-annuelles/inventaire-national-en-open-data>

|                            |                                                                                                 |                                                                              |                            |                     |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|
|                            | <i>métalliques et minéraux non métalliques (Mte)</i>                                            | <i>France (SDES)</i>                                                         |                            | <i>2021</i>         |
|                            | <i>Empreinte matière liée aux combustibles fossiles (Mte)</i>                                   | <i>L’empreinte matières de la France (SDES)</i>                              | <i>France entière</i>      | <i>165 en 2021</i>  |
| <b>Risques</b>             | <i>Part d’accidents liés aux installations de production d’énergie (%)</i>                      | <i>Inventaire des incidents et accidents technologiques survenus (BARPI)</i> | <i>France entière</i>      | <i>3 % en 2021</i>  |
| <b>Santé et pollutions</b> | <i>Émissions de NO<sub>x</sub> de l’industrie de l’énergie (kt et part du total national)</i>   | <i>Rapport Secten (Citepa)</i>                                               | <i>France continentale</i> | <i>27,0 (4 %)</i>   |
|                            | <i>Émissions de PM<sub>2,5</sub> de l’industrie de l’énergie (kt et part du total national)</i> | <i>Rapport Secten (Citepa)</i>                                               | <i>France continentale</i> | <i>1,89 (1 %)</i>   |
|                            | <i>Émissions de PM<sub>10</sub> de l’industrie de l’énergie (kt et part du total national)</i>  | <i>Rapport Secten (Citepa)</i>                                               | <i>France continentale</i> | <i>2,32 (1 %)</i>   |
|                            | <i>Émissions de NO<sub>x</sub> des transports (kt et part du total national)</i>                | <i>Rapport Secten (Citepa)</i>                                               | <i>France continentale</i> | <i>309,0 (47 %)</i> |
|                            | <i>Émissions de PM<sub>2,5</sub> des transports (kt et part du total national)</i>              | <i>Rapport Secten (Citepa)</i>                                               | <i>France continentale</i> | <i>16,4 (10 %)</i>  |
|                            | <i>Émissions de PM<sub>10</sub> des transports (kt et part du total national)</i>               | <i>Rapport Secten (Citepa)</i>                                               | <i>France continentale</i> | <i>24,9 (10 %)</i>  |

## 6. Annexes

### 6.1. Glossaire

ACV : Analyse de cycle de vie

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ASN : Autorité de sûreté nucléaire

BBC : Bâtiment basse consommation

CGDD : Commissariat général au développement durable

CGEDD : Conseil général de l'environnement et du développement durable

CO<sub>2</sub> et CO<sub>2e</sub> : Dioxyde de carbone et Équivalent dioxyde de carbone

COV / COVNM : Composés organiques volatils / Composés organiques volatils non méthaniers

DCE : Directive cadre sur l'eau

EES : Évaluation environnementale stratégique

GES : Gaz à effet de serre

GNL / GNV : Gaz naturel liquéfié / Gaz naturel pour véhicules

ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement

LTECV : Loi relative à la transition énergétique pour une croissance verte

MTECT : Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires

PAC : Pompe à chaleur

PAMM : Plan d'action pour le milieu marin

PCAET : Plan climat-air-énergie territorial

PNGMDR : Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs

PPE : Programmation pluriannuelle de l'énergie

PREPA : Plan de réduction des polluants atmosphériques

R&D : Recherche et développement

SDMP : Stratégie pour le développement de la mobilité propre

SNB : Stratégie nationale pour la biodiversité

SNBC : Stratégie nationale bas-carbone

SRCAE : Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie

SRCE : Schéma régional de cohérence écologique

STEP : Stations de transfert d'énergie par pompage

TURPE : Tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité

UIOM : Usine d'incinération des ordures ménagères

## 6.2. Table des illustrations

|                                                                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Schéma simplifié des interactions entre la SNBC, la PPE et les autres plans (source : DGEC).....                                                                                         | 8  |
| Figure 2 : Schéma simplifié des interactions entre la SNBC, la PPE et les autres plans (DGEC).....                                                                                                  | 22 |
| Figure 3 : Périmètres respectifs de l'EES de la PPE et de la SNBC sur le volet énergétique (DGEC).....                                                                                              | 30 |
| Figure 4 : La France en cinq climats (Météo France).....                                                                                                                                            | 31 |
| Figure 5 : Écart à la normale des températures moyennes annuelles (1900-2022), en France métropolitaine en °C (SDES).....                                                                           | 35 |
| Figure 6 : Effets du changement climatique dans différents scénarios d'ici à 2100 (GIEC) ..                                                                                                         | 36 |
| Figure 7 : Budgets carbone de la Stratégie nationale bas-carbone 2 (en MtCO <sub>2</sub> e) ajustés techniquement en 2024 (DGEC).....                                                               | 38 |
| Figure 8 : Projection des écarts de température moyenne annuelle pour les scénarios « accord de Paris » et « pessimiste » (TRACC) .....                                                             | 41 |
| Figure 9 : Projection des écarts de cumul annuel de précipitation pour les scénarios « accord de Paris » et « pessimiste » (TRACC) .....                                                            | 42 |
| Figure 10 : Evolution 1990-2023(e) des émissions de GES (MtCO <sub>2</sub> e) hors secteur des terres (Citepa, Secten 2024).....                                                                    | 43 |
| Figure 11 : Répartition des émissions de CO <sub>2</sub> e hors UTCATF en France en 1990 et 2023(e) (Citepa, Secten 2024).....                                                                      | 44 |
| Figure 12 : Émissions brutes de GES, observées et projetées entre 1990 et 2035 en MtCO <sub>2</sub> e – scénarios AME 2024 et AMS SNBC 2 (Sources : Citepa, Secten 2024 ; modélisations DGEC) ..... | 47 |
| Figure 13 : Evolutions des émissions brutes observées de GES entre 1990 et 2050 en MtCO <sub>2</sub> e (périmètre Kyoto) – scénarios AME (Sources : Citepa, Secten 2024 ; modélisations DGEC).....  | 48 |
| Figure 14 : Emissions observées du secteur de la production et de la transformation d'énergie entre 1990 et 2035 en MtCO <sub>2</sub> e (Citepa, Secten 2024).....                                  | 49 |
| Figure 15 : Production d'énergie primaire par énergie en 2022 (SDES).....                                                                                                                           | 51 |
| Figure 16 : Répartition des émissions de CO <sub>2</sub> e hors UTCATF par combustible en France entre 1990 et 20223 (DGEC) .....                                                                   | 51 |
| Figure 17 : Répartition de la production d'énergie primaire par région en 2021 (DGEC) .....                                                                                                         | 51 |
| Figure 18 : Évolution de la consommation d'énergie primaire entre 1990 et 2022 (SDES)....                                                                                                           | 52 |
| Figure 19 : Ensemble des énergies - Bilan énergétique de la France en 2022 (SDES).....                                                                                                              | 53 |
| Figure 20 : Consommation d'énergie finale par secteur en 2022 (SDES).....                                                                                                                           | 55 |
| Figure 21 : Baisses de consommation réalisées et attendues dans la PPE par rapport à 2012 (SDES) .....                                                                                              | 57 |
| Figure 22 : Part de l'accroissement prévu entre 2018 et 2023 réalisée en 2020 (SDES) .....                                                                                                          | 57 |
| Figure 23 : Consommation d'énergie par unité de PIB entre 1990 et 2022 (SDES).....                                                                                                                  | 69 |
| Figure 24 : Répartition des masses d'eau de surface selon leur état écologique en 2019 (Eaufrance).....                                                                                             | 71 |
| Figure 25 : Répartition des masses d'eau de surface selon leur état chimique sans ubiquistes en 2019 (Eaufrance).....                                                                               | 71 |

|                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 26 : Répartition des masses d'eau souterraine selon leur état quantitatif en 2019 (Eaufrance).....                                                                                                                                     | 71  |
| Figure 27 : Répartition des masses d'eau souterraine selon leur état chimique en 2019 (Eaufrance).....                                                                                                                                        | 72  |
| Figure 28 : Répartition des volumes d'eau prélevés par usage et par milieu en 2020 (SDES)                                                                                                                                                     | 73  |
| Figure 29 : Répartition géographique et milieu des prélèvements d'eau à destination du secteur énergétique en 2021 hors barrages (Eaufrance) .....                                                                                            | 73  |
| Figure 30 : Prélèvements et consommation d'eau douce en France (moyenne 2010-2020), en millions de m <sup>3</sup> (SDES) .....                                                                                                                | 74  |
| Figure 31 : Répartition des eaux côtières selon leur état chimique et écologique en 2019 (Eaufrance).....                                                                                                                                     | 74  |
| Figure 32 : Évolution de l'indice nitrate dans les eaux souterraines de France métropolitaine (base 100 en 2000) .....                                                                                                                        | 75  |
| Figure 33 : Taux de stations dont l'indice des pressions toxiques cumulées (IPTC) des pesticides dépasse 1 sur la période 2019-2021 (SDES).....                                                                                               | 76  |
| Figure 34 : Occupation des sols en 2022 (Theia – OSO) .....                                                                                                                                                                                   | 79  |
| Figure 35 : Carte nationale des stocks de carbone organique des sols métropolitains en 2016 (hors Corse, et de 0 à 30 cm de profondeur) intégrée dans la carte mondiale de la FAO (Gis Sol, IGCS-RMQS, INRAe) .....                           | 80  |
| Figure 36 : Consommation annuelle d'espaces naturels, agricoles et forestiers entre 2009 et 2022 (NAF) .....                                                                                                                                  | 83  |
| Figure 37 : Répartition du flux de consommation d'espaces par destination entre le 1er janvier 2011 et le 1er janvier 2023 (Cerema) .....                                                                                                     | 83  |
| Figure 38 : Stock et flux de l'urbanisation. Gauche : pourcentage de surface non-urbanisée par commune en 2022. Droite : consommation normalisée d'espaces NAF entre 2009 et 2022 à l'échelle communale (Cerema) .....                        | 84  |
| Figure 39 : État de conservation des habitats d'intérêt communautaire par région biogéographique, en pourcentage sur la période 2013-2018 (SDES).....                                                                                         | 89  |
| Figure 40 : Répartition des grands types d'écosystèmes de l'EFSE sur le territoire français métropolitain (EFSE).....                                                                                                                         | 90  |
| Figure 41 : Proportion d'espèces éteintes ou menacées dans la Liste rouge nationale de l'UICN en 2023 (SDES) .....                                                                                                                            | 91  |
| Figure 42 : Synthèse des interactions entre services écosystémiques et bien être humain (Méral & Pesche, 2016) .....                                                                                                                          | 92  |
| Figure 43 : Nombre d'événements naturels dommageables de 1900 à 2021 (SDES).....                                                                                                                                                              | 100 |
| Figure 44 : Répartition des accidents par secteur d'activité en 2022 (BARPI) .....                                                                                                                                                            | 102 |
| Figure 45 : Carte des impacts déjà visibles et à venir d'ici 2050 à cause du changement climatique (ONERC).....                                                                                                                               | 104 |
| Figure 46 : Les communes à risques technologiques en 2018 (Notre Environnement) .....                                                                                                                                                         | 106 |
| Figure 47 : Evolution des émissions (en t) de dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ), d'oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ), d'ammoniac (NH <sub>3</sub> ), de particules PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> entre 1990 et 2022 (Citepa) ..... | 107 |
| Figure 48 : Evolution des concentrations moyennes annuelles pour les polluants SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> en fond urbain (Citepa).....                                        | 108 |
| Figure 49 : Synthèse des dépassements des seuils réglementaires de concentration fixés pour la protection de la santé en 2022 (Citepa) .....                                                                                                  | 109 |
| Figure 50 : Part des ménages français et européens estimant souffrir du bruit (Eurostat) ..                                                                                                                                                   | 113 |

|                                                                                                                                                              |                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Figure 51 : Évolution du parc nucléaire existant et en construction à 2050 dans la trajectoire de référence (RTE).....                                       | 145                                |
| Figure 52 : Projets de l'appel à projets « écosystèmes territoriaux » de 2023 (Gouvernement français).....                                                   | 162                                |
| Figure 53 : Projets concernés par le programme « projets importants d'intérêt européen commun » en 2023 (Gouvernement français).....                         | 163                                |
| Figure 54 : Carte des principaux hubs hydrogène en France en 2023 (Gouvernement français).....                                                               | 164                                |
| Figure 55 : Les opportunités et les risques de l'implantation d'un parc éolien en mer et de son raccordement pour l'environnement marin en 2024 (DGEC) ..... | 181                                |
| Figure 56 : La prise en compte de l'environnement dans la procédure d'autorisation d'un parc éolien en mer en 2024 (DGEC) .....                              | 184                                |
| Figure 57 : Les réacteurs électronucléaires français en fonctionnement en 2024 (DGEC) .....                                                                  | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 58 : Les installations françaises du cycle du combustible nucléaire en 2024 (DGEC) .....                                                              | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| Figure 59 : Processus de modélisation de l'AME 2024 et de l'AMS run 2 (DGEC) .....                                                                           | 257                                |
| Figure 60 : Évolution des consommations d'énergie primaire (dont fossiles) et d'énergie finale dans les scénarios AME et AMS entre 2005 et 2035 (DGEC) ..... | 260                                |
| Figure 61 : Surfaces artificialisées du système électrique en 2019 et 2050 (RTE).....                                                                        | 263                                |
| Figure 62 : Cartographie des flux actuels de biomasse en MtMS (Source : SGPE) .....                                                                          | 267                                |
| Figure 63 : Projection des émissions en dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) entre 2005 et 2050 (modélisations Citepa).....                                  | 286                                |
| Figure 64 : Projection des émissions d'oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) entre 2005 et 2050 (modélisations Citepa).....                                      | 286                                |
| Figure 65 : Projection des émissions de COVNM entre 2005 et 2050 (modélisations Citepa) .....                                                                | 287                                |
| Figure 66 : Projection des émissions d'ammoniac (NH <sub>3</sub> ) entre 2005 et 2050 (modélisations Citepa).....                                            | 287                                |
| Figure 67 : Projection des émissions de particules fines (PM <sub>2,5</sub> ) entre 2005 et 2050 (modélisations Citepa).....                                 | 288                                |



## 6.3. Bibliographie

Cette partie présente la liste des ressources utilisées pour la rédaction de ce rapport.

ADEME (2010). Analyse du Cycle de Vie appliquées aux biocarburants de première génération consommées en France.

[https://librairie.ademe.fr/ged/1397/acv\\_biocarburants\\_premiere\\_generation\\_france\\_2010-rapport.pdf](https://librairie.ademe.fr/ged/1397/acv_biocarburants_premiere_generation_france_2010-rapport.pdf)

ADEME (2024). Base Empreinte. <https://base-empreinte.ademe.fr/>

ADEME (2024). Bilan national du Recyclage (BNR) 2012 – 2021. <https://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/6959-bilan-national-du-recyclage-bnr-2012-2021.html>

ADEME (2024). Terres rares, énergies renouvelables et stockage d'énergies.

<https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/492-terres-rares-energies-renouvelables-et-stockage-d-energies.html>

ADEME (2022). L'énergie en France. <https://agirpourlatransition.ademe.fr/particuliers/lenergie-france>

ADEME (2022). Les matériaux pour la transition énergétique, un sujet critique.

[https://librairie.ademe.fr/ged/6842/feuilleton\\_materiaux\\_de\\_la\\_te\\_transitions2050\\_ademe.pdf](https://librairie.ademe.fr/ged/6842/feuilleton_materiaux_de_la_te_transitions2050_ademe.pdf)

ADEME (2021). Prospective - Transitions 2050 - Feuilleton Sols. <https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/5438-prospective-transitions-2050-feuilleton-sols.html>

ADEME (2019). La croissance des ventes de SUV contribue à une augmentation des émissions de CO<sub>2</sub>. <https://presse.ademe.fr/wp-content/uploads/2019/06/Communiqu%C3%A9-de-presse-Car-labelling-2019.pdf>

ADEME (2010). Analyses de Cycle de Vie appliquées aux biocarburants de première génération consommés en France.

[https://librairie.ademe.fr/ged/1397/acv\\_biocarburants\\_premiere\\_generation\\_france\\_2010-rapport.pdf](https://librairie.ademe.fr/ged/1397/acv_biocarburants_premiere_generation_france_2010-rapport.pdf)

Agence internationale de l'énergie (2024). Critical Minerals Data Explorer. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/critical-minerals-data-explorer>

Agence internationale de l'énergie (2024). Global Critical Minerals Outlook.

<https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2024>

Agence internationale de l'énergie (2023). Emissions from Oil and Gas Operations in Net Zero Transitions. <https://www.iea.org/reports/emissions-from-oil-and-gas-operations-in-net-zero-transitions>

Agence internationale de l'énergie (2023). Energy Technology Perspectives.

<https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2023>

Agence internationale de l'énergie (2023). Global Hydrogen Review 2023.

<https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023>

Agence internationale de l'énergie (2023). Global Methane Tracker 2023.

<https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2023>

Agence internationale de l'énergie (2023). Sustainable and responsible critical mineral supply chains, Guidance for policy makers.

<https://www.iea.org/reports/sustainable-and-responsible-critical-mineral-supply-chains>

Agence internationale de l'énergie (2025). The Role for Traceability in Critical Mineral Supply Chains.

<https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/executive-summary>

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (2017). Proposition de modalités pour une surveillance des pesticides dans l'air ambiant.

<https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2014SA0200Ra.pdf>

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (2016). Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture.

<https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2011SA0192Ra.pdf>

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (2014). Avis relatif à l'actualisation des indicateurs de risque alimentaire lié aux résidus de pesticides.

<https://www.anses.fr/fr/content/avis-de-l%E2%80%99anses-relatif-%C3%A0-l%E2%80%99actualisation-des-indicateurs-de-risque-alimentaire-li%C3%A9-aux>

Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (2024). Inventaire national des déchets radioactifs à fin 2022. <https://inventaire.andra.fr/les-donnees-annuelles/inventaire-national-en-open-data>

Agence pour l'énergie nucléaire et Agence internationale de l'énergie atomique (2023). Uranium 2022: Resources, Production and Demand. [https://www.oecd-ilibrary.org/fr/nuclear-energy/uranium-2022\\_2c4e111b-en](https://www.oecd-ilibrary.org/fr/nuclear-energy/uranium-2022_2c4e111b-en)

Autorité environnementale (2023). Avis délibéré de l'Autorité environnementale sur l'implantation de deux EPR2 et leurs raccordements électriques sur le site de Penly (76).

[https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/231109\\_epr2\\_penly\\_delibere\\_cle2fda58.pdf](https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/231109_epr2_penly_delibere_cle2fda58.pdf)

Bruit Paris (2024). Les moyens de lutte contre le bruit routier. <https://www.bruitparif.fr/les-moyens-de-lutte-contre-le-bruit-routier/>

Bureau de recherches géologiques et minières (2019). Fiche de criticité du silicium métal.

<https://mineralinfo.fr/sites/default/files/documents/2020-12/fichecriticitesiliciummetal-publique20190729.pdf>

Bureau de recherches géologiques et minières (2017). Fiche de synthèse sur la criticité des métaux - Le platine. [https://www.mineralinfo.fr/sites/default/files/2023-03/fiche\\_criticite\\_platine\\_180103.pdf](https://www.mineralinfo.fr/sites/default/files/2023-03/fiche_criticite_platine_180103.pdf)

CarbuRe (2024). Panorama des biocarburants durables incorporés en France 2023.

<https://metabase.carbure.beta.gouv.fr/public/dashboard/7850c353-c225-4b51-9181-6e45f59ea3ba?annee=2023>

CEA-Liten (2019). Les risques liés aux batteries Li-ion. <https://www.inrs.fr/dms/inrs/PDF/Actes-et-comptes-rendus/JT-Elec/JT-Elec---12-Guillet-Risques-batteries-Lithium/JT%20Elec%20-%2012%20Guillet%20Risques%20batteries%20Lithium.pdf>

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (2023). Analyse de la consommation d'espaces. [https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/sites/artificialisation/files/inline-files/rapport\\_V4\\_2009-2022.pdf](https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/sites/artificialisation/files/inline-files/rapport_V4_2009-2022.pdf)

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (2023). Consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers du 1er janvier 2009 au 1er janvier 2023. <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/consommation-despaces-naturels-agricoles-et-forestiers-du-1er-janvier-2009-au-1er-janvier-2023/>

Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (2024). Rapport Secten. [https://ressources.citepa.org/Comm\\_Divers/Secten/Citepa\\_Secten%202024.pdf](https://ressources.citepa.org/Comm_Divers/Secten/Citepa_Secten%202024.pdf)

Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (2023). Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques. Bilan des émissions en France de 1990 à 2022. [https://www.citepa.org/wp-content/uploads/publications/secten/2023/Citepa\\_Secten\\_ed2023\\_v1.pdf](https://www.citepa.org/wp-content/uploads/publications/secten/2023/Citepa_Secten_ed2023_v1.pdf)

CILOG (2023). Dossier de presse. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/DP%20CILOG%20accessible.pdf>

CITES (2024). Les espèces CITES. <https://cites.org/fra/disc/species.php>

Commissariat général au développement durable (2024). Données et études statistiques pour le changement climatique, l'énergie, l'environnement, le logement, et les transports. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/la-biodiversite-en-france-synthese-des-connaissances-en-2023?rubrique=37&dossier=177>

Commissariat général au développement durable (2023). Les ressources minérales critiques pour les énergies bas-carbone. <https://side.developpement-durable.gouv.fr/Default/doc/SYRACUSE/881845/les-ressources-minerales-critiques-pour-les-energies-bas-carbone-chaines-de-valeur-risques-et-politi>

Commissariat général au développement durable (2023). Plan de programmation des ressources minérales de la transition bas-carbone. [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/rapport\\_08\\_cgdd\\_ressources\\_minerales\\_critiques\\_energies\\_bas\\_carbone\\_juillet2023.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/rapport_08_cgdd_ressources_minerales_critiques_energies_bas_carbone_juillet2023.pdf)

Commissariat général au développement durable (2020). Le photovoltaïque : choix technologiques, enjeux matières et opportunités industrielles. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Plan%20ressources%20Photovoltaique.pdf>

Commission de régulation de l'énergie (2023). Avenir des infrastructures gazières aux horizons 2030 et 2050, dans un contexte d'atteinte de la neutralité carbone. <https://www.cre.fr/documents/rapports-et-etudes/avenir-des-infrastructures-gazieres-aux-horizons-2030-et-2050-dans-un-contexte-d-atteinte-de-la-neutralite-carbone.html>

Commission européenne (2024). France - Final updated NECP 2021-2030.

[https://commission.europa.eu/publications/france-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024\\_en](https://commission.europa.eu/publications/france-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024_en)

Commission européenne (2005). EU Emissions Trading System (EU ETS) (SEQE) :

[https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/what-eu-ets\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/what-eu-ets_en)

Conseil d'État (2024). Annulation de l'opération standardisée n°TRA-SE-114 relative au covoiturage de longue distance. <https://www.conseil-etat.fr/fr/arianeweb/CE/decision/2024-06-25/470893>

Conseil général de l'environnement et du développement durable (2019). Avis délibéré de l'Autorité environnementale sur la programmation pluriannuelle de l'énergie (2019-2028).

[https://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/avis\\_de\\_l\\_ae\\_-\\_ppe\\_2019.pdf](https://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/avis_de_l_ae_-_ppe_2019.pdf)

Conseil général de l'environnement et du développement durable (2014). Législations et réglementations étrangères en matière de lutte contre les nuisances lumineuses.

[https://igedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/Affaires-0008135/009196-01\\_rapport.pdf](https://igedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/Affaires-0008135/009196-01_rapport.pdf)

Conseil général de l'environnement et du développement durable et Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies (2020). La sécurité des réseaux de distribution de gaz naturel. <https://www.economie.gouv.fr/cge/securite-reseaux-gaz>

Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (2023). 8e communication nationale de la France. <https://unfccc.int/documents/627090>

Cour des Comptes (2024). L'adaptation des parcs nucléaire et hydro-électrique au changement climatique. <https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2024-03/20240312-RPA-2024-CDVI-adaptation-parcs-nucleaire-hydro-electrique.pdf>

Eaufrance (2023). L'infographie annuelle de la BNPE 2021 - Etat des lieux et chiffres clés.

<https://www.eaufrance.fr/publications/linfographie-annuelle-de-la-bnpe-2021-etat-des-lieux-et-chiffres-cles>

Eaufrance (2022). Bulletin n°4 : Synthèse 2019 des états des lieux des bassins.

<https://www.eaufrance.fr/publications/synthese-2019-des-etats-des-lieux-des-bassins>

Eaufrance (sans date). « La qualité des eaux côtières ». <https://www.eaufrance.fr/la-qualite-des-eaux-cotieres>

El Akkari, M. et al. (2018). A meta-analysis of the greenhouse gas abatement of bioenergy factoring in land use changes. Nature. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26712-x>

Électricité de France (2022). ACV du kWh nucléaire EDF. [https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2022-06/edfgroup\\_acv-4\\_etude\\_20220616.pdf](https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2022-06/edfgroup_acv-4_etude_20220616.pdf)

Emmanuelle Ledoux, Alain Chardon (2022). Stratégie Nationale Bas-Carbone sous contrainte de ressources – Une approche intégrée de la transition bas-carbone circulaire. INEC, CAPGEMINI INVENT. <https://institut-economie-circulaire.fr/wp-content/uploads/2022/06/Rapport-INEC-Capgemini-SNBC-sous-contrainte-de-ressources-web.pdf>

Gabrielle, B. et al. (2008). Environmental assessment of biofuel pathways in Ile de France based on ecosystem modeling. Bioresource Technology (Volume 152).  
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.10.104>

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2023). 6<sup>ème</sup> rapport d'évaluation.  
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2023). Changement climatique et terres émergées. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL\\_SPM\\_fr.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL_SPM_fr.pdf)

Gouvernement du Canada (2018). Pluies acides : causes et effets.  
<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/pollution-atmospherique/enjeux/pluies-acides-causes-effets.html>

Gouvernement français (2023). Notre avenir énergétique se décide maintenant.  
<https://concertation-strategie-energie-climat.gouv.fr/>

Gouvernement français (2023). Stratégie nationale biodiversité - 3<sup>ème</sup> édition.  
<https://biodiversite.gouv.fr/la-strategie-nationale-biodiversite-2030>

Gouvernement français (2023). Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France. [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/SNH2\\_VF.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/SNH2_VF.pdf)

ICAO Environment (2024). Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation.  
<https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/default.aspx>

IFP Énergies nouvelles (2021). L'aluminium dans la transition énergétique : quel avenir pour ce métal « roi du monde moderne » ? <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/laluminium-transition-energetique-quel-avenir-ce-metal-roi-du-monde-moderne>

IFP Énergies nouvelles (2021). Le lithium dans la transition énergétique : au-delà de la question des ressources ? <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/lithium-transition-energetique-au-dela-question-des-ressources>

IFP Énergies nouvelles (2021). Le nickel dans la transition énergétique : pourquoi parle-t-on de métal du diable ? <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/nickel-transition-energetique-pourquoi-parle-t-metal-du-diable>

IFP Énergies nouvelles (2021). Les terres rares dans la transition énergétique : quelles menaces sur les « vitamines de l'ère moderne » ? <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/les-terres-rares-transition-energetique-quelles-menaces-les-vitamines-lere-moderne>

IFP Énergies nouvelles (2020). Le cobalt dans la transition énergétique : quels risques d'approvisionnements ? <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/cobalt-transition-energetique-quel-risques-dapprovisionnement>

IFP Énergies nouvelles (2020). Le cuivre dans la transition énergétique : un métal essentiel, structurel et géopolitique ! <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/cuivre-transition-energetique-metal-essentiel-structurel-et-geopolitique>

IGEDD (2014). Le bruit et le fret ferroviaire – Une stratégie pour en limiter les impacts.  
<https://igedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/notice?id=Affaires-0008183>.

Inserm CépiDc (2023). Grandes causes de décès en 2021 et tendances récentes. <https://www.cephdc.inserm.fr/donnees-et-publications/grandes-causes-de-deces-en-2021-et-tendances-recentes>

Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (2023). Utilisation de batteries au lithium. <https://www.inrs.fr/metiers/energie/utilisation-batteries-lithium.html>

Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (2023). Impacts environnementaux et enjeux technico-économiques et sociétaux associés à la mobilisation de biomasse agricole et forestière pour la production d'énergie en France à l'horizon 2050. [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/20231020\\_INRAe\\_Biomasse-Energie-2050.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/20231020_INRAe_Biomasse-Energie-2050.pdf)

Inspection générale de l'environnement et du développement durable (2019). Avis délibéré de l'Autorité environnementale sur la programmation pluriannuelle de l'énergie (2019-2028). [https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/190424\\_-\\_ppe\\_-\\_delibere\\_cle017681.pdf](https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/190424_-_ppe_-_delibere_cle017681.pdf)

Institut d'études géologiques des États-Unis (2024). Mineral Commodity Summaries - Platinum-Group Metals. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2024/mcs2024-platinum-group.pdf>

Inventaire national du patrimoine naturel (2024). La biodiversité - Quelle biodiversité en France ? <https://inpn.mnhn.fr/informations/biodiversite/france>

Légifrance (2024). Code de la santé publique. [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte\\_lc/LEGITEXT000006072665/](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006072665/)

Légifrance (2024). Code de l'environnement. [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte\\_lc/LEGITEXT000006074220/](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006074220/)

Légifrance (2024). Code de l'énergie. [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte\\_lc/LEGITEXT000023983208/](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000023983208/)

Légifrance (2024). Code de l'urbanisme. [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte\\_lc/LEGITEXT000006074075/](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006074075/)

Légifrance (2024). Code forestier. [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte\\_lc/LEGITEXT000025244092/](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000025244092/)

Légifrance (2024). Code minier. [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte\\_lc/LEGITEXT000023501962/](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000023501962/)

Légifrance (2018). Arrêté du 3 août 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux ateliers de charge contenant au moins 10 véhicules de transport en commun de catégorie M2 ou M3 fonctionnant grâce à l'énergie électrique et soumis à déclaration sous la rubrique n° 2925 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037311523/>

Ligue pour la protection des oiseaux (2023). Lignes électriques. <https://www.lpo.fr/la-lpo-en-actions/developpement-durable/energie/lignes-electriques>

Ligue pour la protection des oiseaux (2022). Bulletin annuel thématique du Comité National Avifaune. <https://www.lpo.fr/media/read/20718/file/OetLE%2042 %20rev8.pdf>

Ligue pour la protection des oiseaux (2017). Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune. [https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/eolien\\_lpo\\_2017.pdf](https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/eolien_lpo_2017.pdf)

Lopez-Vazquez, E. & Baubion-Broye, A. (1999). Perception du risque, stress et stratégies d'ajustement des sujets en situation de risque de catastrophe naturelle ou industrielle : approche d'une psychologie sociale du risque. Université de Toulouse 2. <https://theses.fr/1999TOU20097>

Philippe Méral et Denis Pesche (2016). Les services écosystémiques. Repenser les relations nature et société. <http://dx.doi.org/10.35690/978-2-7592-2470-8>

Météo France (2023). Le climat en France métropolitaine. <https://meteofrance.com/comprendre-climat/france/le-climat-en-france-metropolitaine>

Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique (2024). Mise à jour des indicateurs de suivi de la PPE (indicateurs 2022). [https://www.economie.gouv.fr/files/files/2024/2024\\_01\\_22\\_Publication\\_Indicateurs\\_Definitifs\\_PPE.pdf](https://www.economie.gouv.fr/files/files/2024/2024_01_22_Publication_Indicateurs_Definitifs_PPE.pdf)

Ministère de la Culture (2022). La protection au titre des monuments historiques. <https://www.culture.gouv.fr/Thematiques/monuments-sites/ressources/Les-bilans/la-protection-au-titre-des-monuments-historiques-bilan-2022-chiffres-clefs-au-1er-janvier-2023>

Ministère de la Culture (sans date). Thèmes environnementaux. <https://www.culture.gouv.fr/Thematiques/monuments-sites/monuments-historiques-sites-patrimoniaux/Themes-environnementaux>

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (2024). La qualité de l'air intérieur. <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/qualite-lair-interieur>

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (2023). La trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC). <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/document-reference-TRACC.pdf>

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (2023). Programmations pluriannuelles de l'énergie (PPE). <https://www.ecologie.gouv.fr/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe>

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (2023). Synthèse du scénario « avec mesures existantes » 2023 (AME 2023). Projections climat et énergie à 2050. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/20230502 %20Synth%C3 %A8se%20du%20sc%C3 %A9nario%20AME2023 %20-%202.pdf>

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (2023). Stratégie française pour l'énergie et le climat. [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/23242\\_Strategie-energie-climat.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/23242_Strategie-energie-climat.pdf)

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (2022). Inventaire des accidents technologiques survenus. [https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/uploads/2023/11/20231108\\_Inventaire\\_Web.pdf](https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/uploads/2023/11/20231108_Inventaire_Web.pdf)



Ministère de la Transition écologique et de la cohésion des territoires (2021) : Stratégie nationale de développement du Fret Ferroviaire (SNDFF).  
[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/210909\\_Strategie\\_developpement\\_fret\\_ferroviaire.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/210909_Strategie_developpement_fret_ferroviaire.pdf)

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (2020). Référentiel socio-économique des transports. <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/evaluation-projets-transport>

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (2019). Stratégie nationale bas-carbone. [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2020-03-25\\_MTES\\_SNBC2.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2020-03-25_MTES_SNBC2.pdf)

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires et Réseau de transport d'électricité français (2021). Cycle de vie d'une éolienne en mer posée : de la construction au recyclage. [https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2021-09/2021-09\\_Eolien\\_mer\\_Sud\\_Atlantique\\_DMO\\_Fiche11.pdf](https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2021-09/2021-09_Eolien_mer_Sud_Atlantique_DMO_Fiche11.pdf)

Ministère de la transition énergétique (2022). Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs. [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/PNGMDR\\_2022.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/PNGMDR_2022.pdf)

Ministère de la Transition énergétique (2024). Fiscalité de l'Energie.  
<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/fiscalite-energies>

Minke et al (2021). Is iridium demand a potential bottleneck in the realization of large-scale PEM water electrolysis? International Journal of Hydrogen Energy (Volume 46, Issue 46).  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319921016219>

Natura 2000 (2022). Chiffres clés. <https://www.natura2000.fr/chiffres-cles>

Nature France (2020). Observatoire national de la biodiversité : <https://naturefrance.fr/observatoire-national-de-la-biodiversite>

Notre environnement (2024). Biodiversité. <https://www.notre-environnement.gouv.fr/theme/biodiversite>

Notre Environnement (2024). Les risques et accidents technologiques. <https://www.notre-environnement.gouv.fr/rapport-sur-l-etat-de-l-environnement/themes-ree/risques-nuisances-pollutions/risques-technologiques/vue-d-ensemble/article/les-risques-et-accidents-technologiques>

Notre Environnement (2020). Les bruits et les nuisances sonores. <https://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/sante/article/les-bruits-et-les-nuisances-sonores>

Nature reviews earth & environment (2023). Environmental impact of direct lithium extraction from brines. [https://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_traffic/en](https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_traffic/en)

Observatoire des forêts françaises (sans date). Atténuation de l'effet de serre.  
<https://foret.ign.fr/themes/attenuation-effet-de-serre>

Office français de la biodiversité (2023). L'infographie annuelle de la BNPE 2021 - Etat des lieux et chiffres clés. <https://www.eaufrance.fr/publications/linfographie-annuelle-de-la-bnpe-2021-etat-des-lieux-et-chiffres-cles>



Organisation Mondiale de la Santé (2017). Violence Injury Prevention.

[https://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_traffic/en](https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_traffic/en)

Oxford Academics (2023). Estimating the environmental impacts of global lithium-ion supply chain : A temporel, geographical, and technological perspective. [Estimating the environmental impacts of global lithium-ion battery supply chain: A temporal, geographical, and technological perspective | PNAS Nexus | Oxford Academic \(oup.com\)](#)

Parlement européen (2023). Règlement du Parlement européen et du Conseil relatif aux batteries et aux déchets de batteries, modifiant la directive 2008/98/CE et le règlement (UE) 2019/20, abrogeant la directive 2006/66/CE. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-2-2023-INIT/fr/pdf>

Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>

Pratiwi, A., Ravier, G. & Genter A. (2018). Life-cycle climate-change impact assessment of enhanced geothermal system plants in the Upper Rhine Valley (Volume 75). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375650517302912>

Réseau de transport d'électricité français (2023). Bilan électrique. <https://analysesetdonnees.rte-france.com/bilan-electrique-2023/flexibilites>

Réseau de transport d'électricité français (2011). Étude de la technique souterraine appliquée au projet Avelin-Gavrelle. <https://assets.rte-france.com/prod/public/2020-07/ILC-n5-161014-RapportCESI-final.pdf>

Réseau de transport d'électricité français (2021). Futurs énergétiques 2050. <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>

Santé publique France (2024). Bilan canicule et santé : un été 2023 marqué par 4 épisodes de canicule, avec un impact sanitaire important. <https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2024/bilan-canicule-et-sante-un-ete-2023-marque-par-4-episodes-de-canicule-avec-un-impact-sanitaire-important>

Secrétariat général à la planification écologique (2024). Bouclage biomasse : enjeux et orientations. <https://www.info.gouv.fr/upload/media/content/0001/11/62adc0f13c5a98c5a736dd6a4f078762810ec904.pdf>

Secrétariat général à la planification écologique (2024). Publications. <https://www.info.gouv.fr/france-nation-verte/publications>

Secrétariat général à la planification écologique (2024). Tableau de bord de la planification écologique. <https://e.infogram.com/95444dec-4126-496a-85ce-6a017217c0a4?src=embed>

Secrétariat général à la planification écologique (2023). Synthèse du plan. <https://www.info.gouv.fr/upload/media/content/0001/07/dc29785bc6c40139f4b49ee2ac75c2a154856323.pdf>

Service des données et études statistiques (2023). Bilan environnemental de la France. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/bilan-environnemental-de-la-france-edition-2023-0>

Service des données et études statistiques (2023). Chiffres clés de l'énergie. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energie-2023/>

Service des données et études statistiques (2023). Chiffres clés du climat – France, Europe et Monde. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat-decembre-2022/>

Service des données et études statistiques (2023). Consommation de matières et empreinte matières. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/consommation-de-matieres-et-empreinte-matieres-synthese-des-connaissances-en-2023>

Service des données et études statistiques (2023). Les prélèvements d'eau douce : principaux usages en 2020 et évolution depuis 25 ans en France. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/les-prelevements-deau-douce-principaux-usages-en-2020-et-evolution-depuis-25-ans-en-france>

SDES (2022). L'eau en France : ressource et utilisation - Synthèse des connaissances en 2021. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/leau-en-france-ressource-et-utilisation-synthese-des-connaissances-en-2021>

Shell Recharge (2023). Rapport sur l'enquête menée auprès des conducteurs de véhicules électriques. [https://a.storyblok.com/f/85281/x/f9cca0bbe1/srs\\_ev\\_driver\\_survey\\_2023\\_fr\\_final.pdf](https://a.storyblok.com/f/85281/x/f9cca0bbe1/srs_ev_driver_survey_2023_fr_final.pdf)

SNCF Groupe (2024). La décarbonation du transport ferroviaire. <https://www.groupe-sncf.com/fr/innovation/decarbonation-transport-ferroviaire>

Syndicat de l'éclairage (2013). Eclairage et chiffres clefs. <https://www.syndicat-eclairage.com/presentation/les-chiffres-clefs/>

Techniques de l'Ingénieur. [Lixiviation : définition | Techniques de l'Ingénieur \(techniques-ingenieur.fr\)](https://www.techniques-ingenieur.fr/techniques-ingenieur/fr/lixiviation-definition)

UMS Patrimoine Naturel (2021). Du diagnostic au renforcement du réseau des aires protégées. <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/370549>

UMS Patrimoine Naturel (2021). L'efficacité du réseau Natura 2000 en France. <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/356850>

Union Française de l'Électricité (2024). Déploiement des bornes de recharge en France. <https://ufe-electricite.fr/watt-the-carte/deploiement-bornes-de-recharge-en-france/>

Union Européenne (2023). RefuelEU Aviation. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/2405/oj>

Union Européenne (2023). RefuelEU Maritime. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0562>

University of British Columbia. Gunson, A.J., 2013. Quantifying, reducing and improving mine water use. <https://doi.org/10.14288/1.0071942>

U.S. Energy Information Administration (2024). Natural gas explained.

<https://www.eia.gov/energyexplained/natural-gas/natural-gas-and-the-environment.php>

U.S. Environmental Protection Agency (2023). About Coal Mine Methane.

<https://www.epa.gov/cmop/about-coal-mine-methane>

U.S. Energy Information Administration (2022). Oil and petroleum products explained.

<https://www.eia.gov/energyexplained/oil-and-petroleum-products/oil-and-the-environment.php>

Vie publique (2023). Terres rares : quels enjeux pour la France et l'Europe ? [https://www.vie-](https://www.vie-publique.fr/parole-dexpert/289457-terres-rares-quels-enjeux-pour-la-france-et-leurope)

[publique.fr/parole-dexpert/289457-terres-rares-quels-enjeux-pour-la-france-et-leurope](https://www.vie-publique.fr/parole-dexpert/289457-terres-rares-quels-enjeux-pour-la-france-et-leurope)

World Wildlife Fund (2024). Le SUV, un fléau pour le climat et le porte-monnaie.

<https://www.wwf.fr/sengager-ensemble/relayer-campagnes/stop-suv>

## 6.4. Liste des interactions entre la SNBC, la PPE et les autres plans et programmes

| Intitulé du plan / programme / stratégie                                    | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">Accord de Paris sur le climat (2015)</a>                        | En signant l'accord de Paris, les pays se sont engagés à limiter l'augmentation de la température moyenne mondiale à 2°C, et si possible 1,5°C. Pour cela, ils se sont engagés, conformément aux recommandations du GIEC, à atteindre la neutralité carbone au cours de la deuxième moitié du XXI <sup>e</sup> siècle au niveau mondial. Dans cette optique, la France s'est fixée l'objectif d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050, objectif de long terme inscrit dans la SNBC 2 et qui sera poursuivi par la SNBC 3. |
| <a href="#">Cadre mondial de la biodiversité de Kunming-Montréal (2022)</a> | L'accord de Kunming-Montréal obtenu en décembre 2022 instaure le nouveau cadre mondial pour la biodiversité. Il impose aux 196 Parties de décliner ce cadre dans des plans nationaux pour la biodiversité à déposer auprès de la Convention des Nations unies sur la diversité biologique d'ici à la COP16 fin 2024. C'est une partie importante de la mise en œuvre opérationnelle de ce cadre mondial puisque c'est ainsi que sont définies les stratégies de chaque pays pour contribuer à l'atteinte des cibles mondiales.       |

|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#"><u>Objectifs de développement durable 2015-2030 (2015)</u></a>                             | Les 17 objectifs de développement durable sont un appel à l'action de tous les pays afin de promouvoir la prospérité tout en protégeant la planète. Ils reconnaissent que mettre fin à la pauvreté doit aller de pair avec des stratégies qui développent la croissance économique et répondent à une série de besoins sociaux, notamment l'éducation, la santé, la protection sociale et les possibilités d'emploi, tout en luttant contre le changement climatique et la protection de l'environnement.                                                                                                                                                                                     |
| <a href="#"><u>Pacte vert européen (2021) (notamment le paquet « Ajustement à l'objectif 55 »)</u></a> | Le pacte vert pour l'Europe est un ensemble de mesures visant à engager l'UE sur la voie de la transition écologique, l'objectif de long terme étant d'atteindre la neutralité climatique à l'horizon 2050. A l'horizon 2030 l'Europe s'est fixée l'objectif de réduire de -55 % ses émissions nettes par rapport à 1990. Le paquet « Ajustement à l'objectif 55 » vise à transposer cette ambition dans le droit. Il s'agit d'un ensemble de propositions visant à réviser la législation relative au climat, à l'énergie et aux transports ainsi qu'à mettre en place de nouvelles initiatives législatives afin d'aligner la législation de l'UE sur les objectifs climatiques de l'Union. |
| <a href="#"><u>Politique Agricole Commune 2023-2027 (2023)</u></a>                                     | La PAC 2023-2027 est entrée en vigueur le 1er janvier 2023. Le soutien aux agriculteurs et aux parties prenantes rurales dans les 27 pays de l'UE repose sur le cadre juridique de la PAC 2023-2027 et sur les choix détaillés dans les plans stratégiques relevant de la PAC, approuvés par la Commission. Les plans approuvés sont destinés à contribuer de manière significative aux ambitions du pacte vert pour l'Europe, de la stratégie « De la ferme à la table » et de la stratégie en faveur de la biodiversité.                                                                                                                                                                    |
| <a href="#"><u>Code de l'énergie</u></a>                                                               | Le Code de l'énergie est un code juridique français officiel rassemblant différentes dispositions relatives au droit de l'énergie.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <a href="#"><u>Code de l'environnement</u></a>                                                         | Le Code de l'environnement est un code juridique français officiel rassemblant différentes dispositions relatives au droit de l'environnement.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">Code de l'urbanisme</a>                                                                                                                      | Le Code de l'urbanisme est un code juridique français officiel rassemblant différentes dispositions relatives au droit de l'urbanisme.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <a href="#">LOI n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (2015)</a>                                      | La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) publiée au Journal Officiel du 18 août 2015, ainsi que les plans d'action qui l'accompagnent visent à permettre à la France de contribuer plus efficacement à la lutte contre le dérèglement climatique et à la préservation de l'environnement, ainsi que de renforcer son indépendance énergétique tout en offrant à ses entreprises et ses citoyens l'accès à l'énergie à un coût compétitif. |
| <a href="#">LOI n°2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat (2019)</a>                                                              | Adopté le 8 novembre 2019, la loi énergie-climat permet de fixer des objectifs ambitieux pour la politique climatique et énergétique française. Comportant 69 articles, le texte inscrit l'objectif de neutralité carbone en 2050 pour répondre à l'urgence climatique et à l'accord de Paris.                                                                                                                                                                                |
| <a href="#">LOI n°2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets (2021)</a> | Issue des travaux de la Convention citoyenne pour le climat, la loi portant lutte contre le dérèglement climatique et le renforcement de la résilience face à ses effets a été promulguée et publiée au Journal officiel le 24 août 2021. Cette loi ancre l'écologie dans notre société : dans nos services publics, dans l'éducation de nos enfants, dans notre urbanisme, dans nos déplacements, dans nos modes de consommation, dans notre justice.                        |
| <a href="#">Objectif zéro artificialisation nette (ZAN) du titre V chapitre 3 de la loi Climat et résilience (2021)</a>                                  | La loi « Climat et résilience » du 22 août 2021 a posé un objectif de zéro artificialisation nette (ZAN) à l'horizon de 2050. Cette loi vise à mieux prendre en compte les conséquences environnementales lors de la construction et de l'aménagement des sols, sans pour autant négliger les besoins des territoires en matière de logements, d'infrastructures et d'activités.                                                                                              |
| <a href="#">Plan de transformation écologique de l'État (2024)</a>                                                                                       | Le plan de transformation écologique de l'État vise à accompagner et faciliter le passage à l'action de tous ses agents publics. Il établit des objectifs clairs et mesurables : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 22 % de réduction des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2027 ;</li> <li>• 25 % de réduction des consommations énergétiques des</li> </ul>                                                                                                     |

|                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                       | bâtiments de l'État d'ici 2027 ;<br>• 3,3 millions de m <sup>3</sup> d'économies d'eau d'ici 2027 ;<br>• 300 préfectures et sous-préfectures labellisées « refuges biodiversité » d'ici fin 2024.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <a href="#">Plan du Secrétariat général à la planification écologique (2023)</a>                      | Le chantier de la planification écologique initié en 2022 s'est traduit par la publication d'un plan concret, collectif et crédible pour réussir sa transition écologique, à horizon 2030. Plus d'une cinquantaine de leviers ont été identifiés et s'accompagnent d'actions concrètes dans toutes les dimensions de nos vies : mieux se loger, mieux se nourrir, mieux se déplacer, mieux consommer, mieux produire et mieux préserver et valoriser nos écosystèmes. Le travail n'est pas terminé, un certain nombre de chantiers se poursuivent pour affiner et enrichir le plan, notamment sur le sujet de l'économie circulaire, et sur le volet adaptation, qui fait actuellement l'objet d'une consultation publique. |
| <a href="#">Plan France 2030 (2021)</a>                                                               | Ce plan d'investissement de 54 milliards d'euros s'inscrit dans la lignée du plan France Relance. Il doit permettre de rattraper le retard de la France dans certains secteurs historiques. Il vise aussi la création de nouvelles filières industrielles et technologiques.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <a href="#">Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques 2022-2025 (2022)</a> | L'Etat a publié les actions prioritaires de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA) pour la période 2022-2025. Définissant la stratégie nationale, ce plan contribue ainsi au respect par la France de ses engagements européens.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <a href="#">Plan national de relance et de résilience (2021)</a>                                      | Le plan France Relance, qui permet d'accélérer les transformations écologique, industrielle et sociale du pays, propose des mesures concrètes à destination de tous : particuliers, entreprises et associations, collectivités ou administrations.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <a href="#">Plan national santé-environnement 4 2020-2024 (2020)</a>                                  | La France fait partie des États européens les plus engagés en matière de santé environnement. Depuis la Conférence de Budapest en 2004, elle élabore tous les cinq ans, un Plan National Santé Environnement (PNSE). Inscrits dans le Code de la santé publique, ces plans successifs ont permis des avancées notables pour réduire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                     | l'impact de l'environnement sur la santé, une meilleure prise en compte de la santé environnement à toutes les échelles du territoire, et le développement de programmes de recherche structurés.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <a href="#">Planification écologique du système de santé (2023)</a> | Ce volet de la planification écologique vise à contribuer à la neutralité carbone du secteur de la santé et maîtriser les risques environnementaux.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <a href="#">PNACC</a>                                               | La France s'est dotée en 2011 d'un Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) pour une période de 5 ans. Conformément à l'article 42 de la loi du 3 août 2009 sur la programmation du Grenelle de l'environnement, il a pour objectif de présenter des mesures concrètes et opérationnelles pour préparer la France à faire face et à tirer parti de nouvelles conditions climatiques. Le PNACC 2 a été présenté en décembre 2018. Ses priorités sont structurées autour de six domaines d'action : Gouvernance et pilotage ; Connaissance et information ; Prévention et résilience ; Adaptation et préservation des milieux ; Vulnérabilité de filières économiques ; Renforcement de l'action internationale. Quatre grandes orientations sont données à ce plan : l'implication des acteurs territoriaux, le recours aux solutions fondées sur la nature, des mesures spécifiques à l'outre-mer, l'implication des grandes filières économiques. Une troisième version du PNACC est en cours de rédaction. |
| <a href="#">PPE</a>                                                 | La PPE de métropole continentale exprime les orientations et priorités d'action des pouvoirs publics pour la gestion de l'ensemble des formes d'énergie sur le territoire métropolitain continental, afin d'atteindre les objectifs de la politique énergétique définis aux articles L. 100-1, L. 100-2 et L. 100-4 du Code de l'énergie. La PPE est encadrée par les dispositions des articles L. 141-1 à L. 141-6 du Code de l'énergie, modifiés par la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte. Une troisième version de la PPE est en cours de rédaction.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">SNBC</a>                                                        | Introduite par la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV), la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) est la feuille de route de la France pour lutter contre le changement climatique. Elle donne des orientations pour mettre en œuvre, dans tous les secteurs d'activité, la transition vers une économie bas-carbone, circulaire et durable. Elle définit une trajectoire de réduction des émissions de gaz à effet de serre jusqu'à 2050 et fixe des objectifs à court-moyen termes : les budgets carbone. Elle a deux ambitions : atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 et réduire l'empreinte carbone de la consommation des Français. Les décideurs publics, à l'échelle nationale comme territoriale, doivent la prendre en compte. |
| <a href="#">Stratégie d'accélération Numérique écoresponsable (2023)</a>    | Cette stratégie concrétise le volet financier et d'investissement de l'engagement pionnier de la France en matière d'écoresponsabilité du numérique en tant qu'accélérateur de compétitivité pour les acteurs français.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <a href="#">Stratégie emplois et compétences (2024)</a>                     | Cette stratégie se consacre à la déclinaison sectorielle de la planification écologique et à ses impacts en matière de besoins en emplois et en compétences à 2030. Les premières orientations de la stratégie emplois et compétences ont été publiées en février 2024. S'appuyant sur une vision quantitative des besoins d'ici 2030, cette stratégie identifie des leviers par secteur et doit maintenant être traduite en plans d'action en lien avec les acteurs économiques concernés.                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <a href="#">Stratégie nationale des infrastructures de recherche (2021)</a> | Les infrastructures de recherche qui figurent sur la stratégie ont comme objectif de soutenir et d'accompagner les développements pour l'amélioration de la production d'énergies renouvelables et pour la réduction de l'impact de la production d'énergie et de l'activité humaine sur l'environnement (qualité de l'air, gaz à effet de serre et production de déchets).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <a href="#">Stratégie nationale pour la biodiversité 2030 (2023)</a>        | La Stratégie nationale biodiversité 2030 (SNB) traduit l'engagement de la France au titre de la convention sur la diversité biologique. Elle concerne les années 2022 à 2030 et succède à deux premières stratégies qui ont couvert respectivement les périodes 2004-2010 et 2011-2020. Elle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |



|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                  | a pour objectif de réduire les pressions sur la biodiversité, de protéger et restaurer les écosystèmes et de susciter des changements en profondeur afin d'inverser la trajectoire du déclin de la biodiversité.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <a href="#">Stratégie nationale pour la mer et le littoral 2 2023-2029 (en cours de rédaction)</a>                               | Cette stratégie a été publiée en février 2017. Elle donne un cadre de référence pour les politiques publiques concernant la mer et le littoral et, plus généralement, pour tous les acteurs de l'économie maritime et des littoraux. Elle fixe quatre grands objectifs de long terme, et indissociables : <ul style="list-style-type: none"> <li>• La transition écologique pour la mer et le littoral ;</li> <li>• Le développement de l'économie bleue durable ;</li> <li>• Le bon état écologique du milieu marin et la préservation d'un littoral attractif ;</li> <li>• Le rayonnement de la France.</li> </ul> |
| <a href="#">Feuilles de route de décarbonation des filières les plus émettrices, requises par l'article 301 de la LCR (2023)</a> | L'article 301 de la loi climat et résilience impose aux secteurs fortement émetteurs de gaz à effet de serre d'établir une feuille de route en associant les représentants des filières économiques, l'Etat et les représentants des collectivités territoriales pour les secteurs dans lesquels ils exercent une compétence. Ces feuilles de route rassemblent les actions mises en œuvre par chacune des parties pour atteindre les objectifs de baisse des émissions de gaz à effet de serre fixés par la stratégie nationale bas-carbone (SNBC).                                                                 |
| <a href="#">Planification écologique sectorielle (2024)</a>                                                                      | Ces documents visent à décliner la planification écologique dans les secteurs.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <a href="#">Plan d'action national en faveur du rétrofit (2023)</a>                                                              | L'Etat a mis en place d'un plan d'action national en faveur du rétrofit. Ce plan repose sur trois chantiers prioritaires identifiés après une phase de concertation avec la filière, qui s'est achevée début 2023.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <a href="#">Plan national covoiturage du quotidien (2022)</a>                                                                    | Près de 3 ans après le premier plan covoiturage annoncé par Elisabeth Borne, est lancé un Plan national covoiturage du quotidien, avec des mesures et des investissements inédits afin d'atteindre l'objectif de                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                   | <p>trippler le nombre de trajets quotidiens réalisés en covoiturage, en passant à 3 millions de trajets par jour, contre 900 000 actuellement.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <a href="#">Plan vélo &amp; marche 2023-2027 (2023)</a>                                           | <p>En septembre 2022, la Première Ministre a lancé Le plan vélo et marche 2023-2027 afin de redoubler d'effort et définitivement inscrire le vélo dans le quotidien de tous les Français. Il prend la suite du plan vélo et mobilités actives de 2018. Le plan vélo et marche 2023-2027 poursuit trois ambitions principales :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendre le vélo accessible à toutes et tous, dès le plus jeune âge et tout au long de la vie.</li> <li>• Faire du vélo et de la marche une alternative attractive à la voiture individuelle pour les déplacements de proximité et combinée aux transports collectifs pour les déplacements de plus longues distances.</li> <li>• Faire du vélo un levier pour notre économie en accompagnant les acteurs français de la filière.</li> </ul> |
| <a href="#">Stratégie d'accélération « Digitalisation et Décarbonation des Mobilités » (2021)</a> | <p>La Stratégie d'Accélération Transport « digitalisation et décarbonation des mobilités » lancée dans le cadre du 4ème programme d'investissements d'avenir (PIA 4 : 2021-2025) a pour ambition de faire émerger, dans un certain nombre de domaines prioritaires, une offre française de solutions de transports et logistiques innovantes, compétitives et décarbonés qui pourra se déployer en France et à l'international.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <a href="#">Stratégie de développement de la mobilité propre (2019)</a>                           | <p>La SDMP est la stratégie de développement de la mobilité propre. Elle est annexée à la PPE.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <a href="#">Stratégie nationale logistique (2022)</a>                                             | <p>Cette stratégie nationale recouvre toutes les dimensions de la filière et propose un cadre global de référence pour l'ensemble des acteurs publics et privés, leur offrant plus de visibilité. Elle se décline en 8 objectifs et 23 actions pour faire de la France, un leader international de la logistique durable au service de la transition écologique et économique.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <a href="#">Stratégie nationale pour le développement du fret ferroviaire (2021)</a>              | <p>Dans cette stratégie, l'État s'est engagé à consacrer plus de 300 M€ par an sur la période 2021-2024 à ce soutien opérationnel.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#"><u>Contrats de transition écologique des 50 sites industriels les plus émetteurs de gaz à effet de serre (2023)</u></a> | Le 13 décembre 2023, le ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique a présenté les contrats de transition écologique signés par les principales entreprises industrielles françaises les plus émettrices de CO <sub>2</sub> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <a href="#"><u>Stratégie d'accélération « Décarbonation de l'industrie » (2022)</u></a>                                             | La stratégie d'accélération « Décarbonation de l'industrie », lancée ce jour, est dotée de 610 M€ et contribuera à cette ambition par la création d'une offre de solutions technologiques made in France, en combinant poursuites des efforts de R&D et industrialisation.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <a href="#"><u>Stratégie d'accélération produits biosourcés et carburants durables (2021)</u></a>                                   | Cette stratégie vise à soutenir le développement des biotechnologies industrielles en France et la fabrication de produits biosourcés.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <a href="#"><u>Programme national de la forêt et du bois 2016-2026 (2017)</u></a>                                                   | Le programme national de la forêt et du bois (PNFB), introduit par la Loi d'Avenir pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt du 13 octobre 2014, fixe les orientations de la politique forestière, en forêt publique et privée, en métropole et en outre-mer, pour une période de dix ans.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <a href="#"><u>Stratégie nationale de lutte contre la déforestation importée 2018-2030 (2018)</u></a>                               | La Stratégie Nationale de lutte contre la Déforestation Importée a été adoptée le 14 novembre 2018 pour mettre fin en 2030 à l'importation de produits forestiers ou agricoles non durables contribuant à la déforestation dans les filières de cacao, hévéa, soja, huile de palme, bois et ses produits dérivés, et bœuf et co-produits.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <a href="#"><u>Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse (2018)</u></a>                                                    | La SNMB a pour vocation de développer les externalités positives liées à la mobilisation, et de facto, à l'utilisation de la biomasse, notamment pour l'atténuation du changement climatique. Elle promeut les conditions d'un développement équilibré et cohérent des différentes filières de production et de mobilisation de la biomasse : il s'agit en effet de renforcer l'adéquation entre l'offre et la demande, tout en prévenant les potentiels conflits d'usage au sein des filières. La stratégie a été publiée dans un arrêté du 26 février 2018. La SNMB est un document de portée stratégique qui vise à assurer l'articulation entre les filières de production et de mobilisation de la biomasse, et les différents usages (énergétiques et non énergétiques) de celle-ci en aval. La SNMB présente |

|                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                     | également une déclinaison régionale indicative de ses objectifs chiffrés de mobilisation de la biomasse afin de faciliter une bonne articulation avec les Schémas Régionaux Biomasse (SRB).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <a href="#">Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs 5 2022-2026 (2022)</a>     | La politique française concernant les matières et des déchets radioactifs vise à assurer leur gestion durable, dans le respect de la protection de la santé des personnes, de la sûreté et de l'environnement. Cette politique repose sur l'établissement d'un plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR), sur des mesures de transparence, d'information des populations et de démocratie et sur la sécurisation du financement du démantèlement des installations nucléaires et de la gestion des déchets radioactifs. |
| <a href="#">Schéma décennal de développement du réseau (2024)</a>                                   | Le schéma décennal de développement du réseau (SDDR) est un plan – programme national. Il a pour but de garantir que le réseau public de transport d'électricité est adapté aux objectifs de politique énergétique fixés par l'État et que son développement ne constitue pas un frein à l'atteinte de ces objectifs.                                                                                                                                                                                                                                   |
| Stratégie d'accélération « Technologies Avancées des Systèmes Energétiques »                        | Peu d'information. Ni date, ni document                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <a href="#">Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France (2023)</a> | Dotée d'une enveloppe significative de 2 milliards d'euros dans le cadre du plan de relance, la stratégie pour le développement de l'hydrogène décarboné s'étend jusqu'en 2030 avec au total 7 Mds€ de soutien public.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <a href="#">Plan national de prévention des déchets 3 2021-2027 (2023)</a>                          | Le plan national de prévention des déchets, piloté par le ministère de la transition écologique, décline les orientations stratégiques de la politique publique de prévention des déchets et les actions à mettre en œuvre pour y parvenir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#"><u>Stratégie nationale recyclabilité, recyclage et réincorporation des matériaux (2021)</u></a>           | La stratégie - Recyclabilité, recyclage et réincorporation des matériaux /, c'est un effort financier public supplémentaire de 370 M€ du Programme d'investissements d'avenir. A travers le soutien apporté à la recherche et à l'innovation, cette stratégie d'accélération permettra d'identifier de nouvelles voies de recyclage et de nouveaux débouchés pour les matériaux issus du recyclage et de disposer en avance de phase des technologies innovantes permettant aux industriels français de développer une offre bas-carbone compétitive. |
| <a href="#"><u>Décret tertiaire (2019)</u></a>                                                                        | Le dispositif « Éco-énergie tertiaire » est une obligation réglementaire engageant les acteurs du tertiaire vers la sobriété énergétique. Issu du décret 2019 771 du 23 juillet 2019 dit « décret tertiaire », il impose une réduction progressive de la consommation d'énergie dans les bâtiments et parties de bâtiments de 1 000 m <sup>2</sup> , et plus, à usage tertiaire afin de lutter contre le changement climatique.                                                                                                                       |
| <a href="#"><u>Plan de rénovation énergétique des bâtiments (2017)</u></a>                                            | Le plan de rénovation énergétique des bâtiments propose des outils adaptés afin de massifier la rénovation énergétique, tant des logements que des bâtiments tertiaires. L'objectif est d'atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050 tout en poursuivant un objectif social de lutte contre la précarité énergétique.                                                                                                                                                                                                                               |
| <a href="#"><u>Réglementation environnementale RE2020 (2020)</u></a>                                                  | La RE 2020 est une réglementation énergétique et environnementale de l'ensemble de la construction neuve. L'État, avec l'aide des acteurs du secteur, a lancé un projet pour prendre en compte dans la réglementation non seulement les consommations d'énergie, mais aussi les émissions de carbone, y compris celles liées à la phase de construction du bâtiment.                                                                                                                                                                                  |
| <a href="#"><u>Stratégie d'accélération « Solutions pour la ville durable et les bâtiments innovants » (2021)</u></a> | Cette stratégie d'accélération « Solutions pour la ville durable et les bâtiments innovants » est financée à hauteur de 675 M€ par le plan France Relance et le 4e Programme d'investissements d'avenir. Elle comporte 3 axes stratégiques :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Accélérer la transition des villes par une nécessaire approche intégrée,</li> </ul>                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agir sur le bâti pour la sobriété,</li> <li>• Accompagner le développement des filières.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <a href="#"><u>Plan d'action climat du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (2021)</u></a>                                             | Lors du Conseil de Défense Écologique du 27 novembre 2020, le Premier ministre a demandé à quatre ministères, parmi les plus importants en termes d'émissions de gaz à effet de serre, d'établir un plan d'action climat cohérent avec les politiques publiques et les engagements de la France. Dans cette lignée, le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation a établi son plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC).                                                                                                                                                                                                                       |
| <a href="#"><u>Plan Stratégique National de la PAC 2023-2027 (2023)</u></a>                                                                       | Le PSN français cherche à améliorer la compétitivité durable des filières, la création de valeur, la résilience des exploitations et la sobriété en intrants au service de la sécurité alimentaire. Il contribue à l'atteinte des objectifs du Pacte vert et de la neutralité carbone, en combinaison avec d'autres outils de politique publique déployés à cet effet, en mettant l'accent sur la diversification des cultures, la préservation des prairies, les synergies entre cultures et élevage, la production des légumineuses, une présence renforcée d'infrastructures écologiques en particulier les haies, et le développement de l'agriculture biologique. |
| <a href="#"><u>Stratégie nationale « Systèmes agricoles durables et équipements agricoles contribuant à la transition écologique » (2021)</u></a> | Cette stratégie, dotée de 95 millions d'euros et pilotés par l'INRAE et l'INRIA, a pour objectif de soutenir la recherche agricole amont, notamment sur la disponibilité des données et des technologies, l'agro-robotique ou encore le déploiement et la généralisation de ces innovations tout au long de la chaîne alimentaire.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <a href="#"><u>Stratégie nationale d'accélération « Alimentation durable et favorable à la santé » (2021)</u></a>                                 | Cette stratégie, dotée de 60 millions d'euros et piloté par l'INRAE et l'Inserm, a pour objectif de soutenir la recherche amont sur la compréhension de l'influence du microbiote humain dans la régulation des fonctions vitales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">Stratégie nationale protéines végétales (2020)</a> | <p>La stratégie nationale protéines végétales vise à réduire la dépendance de la France aux importations de protéines végétales des pays tiers, à permettre aux éleveurs d'améliorer leur autonomie pour l'alimentation de leurs animaux, et à encourager les Français à augmenter leur consommation de protéines végétales, pour répondre aux nouvelles recommandations nutritionnelles.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>Contrats pour la réussite de la transition écologique</p>   | <p>Initialement nommés contrats de relance et de transition écologique, les CRTE ont été engagés en 2020 pour organiser la déclinaison du Plan de relance dans un cadre cohérent avec les projets de territoire portés par les élus. Elaborés en partant des contrats, plans et documents stratégiques existants, les CRTE poursuivent plusieurs ambitions, rappelées dans les récentes circulaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Devenir la feuille de route commune des actions à mener à l'échelle intercommunale ou pluri intercommunale pour répondre de manière transversale aux enjeux de cohésion du territoire et de transition écologique ;</li> <li>• Simplifier les contractualisations avec l'État, grâce à un cadre commun permettant de faire converger les différents dispositifs existants ;</li> <li>• S'adapter aux priorités et aux enjeux du territoire tout au long de la mise en œuvre du contrat.</li> </ul> |
| <a href="#">PCAET</a>                                          | <p>Le PCAET est un outil de planification, à la fois stratégique et opérationnel, qui permet aux collectivités d'aborder l'ensemble de la problématique air-énergie-climat sur leur territoire.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">Petites lignes ferroviaires. Des plans d'actions régionaux (2020)</a> | <p>Le Premier ministre a souhaité que des plans d'actions soient élaborés dans chaque région, ligne par ligne, en mobilisant les efforts conjoints de l'État, de SNCF Réseau et des Régions en partant des besoins de chaque territoire. Ces plans d'actions doivent permettre de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hiérarchiser le réseau pour apporter des réponses adaptées aux réalités très diverses de ces lignes ;</li> <li>• Refonder le pilotage du système ferroviaire, en construisant une relation nouvelle entre ses trois acteurs principaux, l'État, les Régions et SNCF Réseau, dans un contexte de responsabilités accrues des Régions. La présence de l'État, partenaire financier mais aussi régulateur et garant de la cohérence nationale, apparaît comme une nécessité ;</li> <li>• Donner une visibilité à l'horizon 2032 avec un cadre contractuel couvrant l'ensemble de la période ;</li> <li>• Engager un travail de fond pour objectiver les flux financiers et clarifier les responsabilités ;</li> <li>• Ouvrir les modes de gestion, soit pour permettre aux Régions d'assumer plus de responsabilités, soit pour s'appuyer sur d'autres intervenants, poussant à l'innovation et aux gains de productivité ;</li> <li>• Relancer la mise en place de « trains légers » et pousser les industriels en ce sens.</li> </ul> |
| <a href="#">Plan d'action pour le milieu marin (2017)</a>                         | <p>Pour le deuxième cycle de mise en œuvre de la DCMM, les plans d'action pour le milieu marin (PAMM) ont été intégrés dans les documents stratégiques de façade (DSF), dont ils constituent le volet environnemental (décret n°2017-724 du 3 mai 2017). Chaque élément des PAMM se trouve donc inclus dans un des éléments du DSF (par exemple, l'évaluation des eaux marines est intégrée dans la Situation de l'existant des DSF tandis que les objectifs environnementaux sont intégrés dans les objectifs stratégiques).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <a href="#">Plan de protection de l'atmosphère</a>                                | <p>Le PPA est un outil de planification qui vise à reconquérir et à préserver la qualité de l'air sur le territoire.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |



|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#"><u>Plan local d'urbanisme</u></a>                    | Les plans locaux d'urbanisme ont succédé, depuis la loi du 13 décembre 2000 relative à la solidarité et au renouvellement urbains, aux « Plans d'Occupation des Sols » (POS) décentralisés en 1983. Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) est un document d'urbanisme qui, à l'échelle du groupement de communes ou de la commune, traduit un projet global d'aménagement et d'urbanisme et fixe en conséquence les règles d'aménagement et d'utilisation des sols.                                                                                                                     |
| <a href="#"><u>PPE des zones non interconnectées</u></a>         | La Corse, la Guyane, la Réunion, la Guadeloupe et Mayotte se sont dotées de PPE, approuvées par décret.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <a href="#"><u>Programme régional de la forêt et du bois</u></a> | Le PRFB précise les objectifs et orientations régionales pour la forêt et le bois.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <a href="#"><u>Schéma régional biomasse</u></a>                  | Le SRB est un outil de planification à l'échelle régionale, qui fixe les actions relatives aux filières de production et de valorisation de la biomasse susceptible d'avoir un usage énergétique.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <a href="#"><u>Schéma régional de l'intermodalité</u></a>        | Le schéma régional de l'intermodalité coordonne à l'échelle régionale, en l'absence d'une autorité organisatrice de transport unique et dans le respect de l'article L. 1221-1, les politiques conduites en matière de mobilité par les collectivités publiques mentionnées à ce même article, en ce qui concerne l'offre de services, l'information des usagers, la tarification et la billettique.                                                                                                                                                                              |
| <a href="#"><u>SCoT</u></a>                                      | Le schéma de cohérence territoriale (SCoT) est un document d'urbanisme qui, à l'échelle d'un territoire, de projet ou bassin de vie (périmètre intercommunal ou au-delà), détermine l'organisation spatiale et les grandes orientations de développement d'un territoire.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <a href="#"><u>SRADDET</u></a>                                   | Le SRADDET est un document de planification qui, à l'échelle régionale, précise la stratégie, les objectifs et les règles fixées par la Région dans plusieurs domaines de l'aménagement du territoire. Le SRADDET intègre plusieurs schémas régionaux thématiques : le schéma régional de cohérence (SRCE), le schéma régional de l'air, de l'énergie et du climat (SRCAE), le schéma régional des infrastructures et des transports (SRIT), schéma régional de l'intermodalité (SRI) et le plan régional de prévention des déchets (PRPGD). Il assure la planification régionale |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | des infrastructures de transports (PRIT) ; Il s'impose (entre autres) à plusieurs autres documents de planification : plans de mobilité (PDM), plans climat air énergie territoriaux (PCAET), chartes de parcs naturels régionaux (PNR), schémas de cohérence territoriale (SCoT)... |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|