



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE,
DE LA BIODIVERSITÉ,
DE LA FORÊT, DE LA MER
ET DE LA PÊCHE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Projet soumis
à consultation
du public



PLAN D'ACTION pour la préservation des **SOLS FORESTIERS**

SOMMAIRE

03	Introduction	26	PARTIE II Passer à l'action pour préserver les sols forestiers
04	PARTIE I Pourquoi faut-il se mobiliser pour la préservation des sols forestiers ?	28	→ AXE 1 Connaître et surveiller les sols forestiers
06	→ LES SOLS FORESTIERS : UNE RESSOURCE NATURELLE FRAGILE et non renouvelable, support de services écosysté- miques fondamentaux	34	→ AXE 2 Mobiliser le bois avec des pratiques et équipements à faible impact
09	→ LES SOLS FORESTIERS : UN CAPITAL FRAGILE, entre évolution des pratiques et changement climatique	41	→ AXE 3 Former et sensibiliser sur la gestion durable des sols forestiers
13	→ LES OUTILS ACTUELS pour la connaissance et la préservation des sols forestiers	45	→ AXE 4 Accompagner économiquement les pratiques sylvicoles et les investissements matériels les plus vertueux
18	→ DES POLITIQUES PUBLIQUES dans lesquelles s'inscrit la nécessité d'un plan national ambitieux pour mieux préserver les sols forestiers	50	→ AXE 5 Encadrer les facteurs de pressions dans les textes de planification forestière, les réglementations et les cahiers des charges
22	→ UNE CONSTRUCTION ET UNE GOUVERNANCE DU PLAN impliquant l'ensemble des acteurs concernés pour que ses actions soient largement mises en œuvre	56	→ ANNEXES
24	→ L'AMBITION ET LES OBJECTIFS DU PLAN D'ACTION en faveur de la préservation des sols forestiers		

INTRODUCTION

Ressource fragile et non renouvelable, nos sols forestiers remplissent d'importantes fonctions pour notre société. En bonne santé, nos sols rendent une multitude de services écosystémiques : production de bois, stockage de carbone, réservoir de biodiversité. Ils permettent la régulation du climat local et global, du cycle de l'eau, de la qualité de l'air, de l'érosion, des glissements de terrain, des maladies, des ravageurs.

A l'échelle mondiale, les sols constituent le plus grand réservoir de carbone terrestre. De véritables puits de carbone naturels. En France métropolitaine, les sols forestiers contiennent un stock moyen de 81 tonnes de carbone par hectare dans leurs trente premiers centimètres et 9 tonnes de carbone par hectare dans la litière. C'est massif.

Toutefois, pour bien remplir leurs fonctions vitales, nos sols doivent être en bonne santé. Cela est mis à mal par les conséquences du dérèglement climatique. Il est donc plus urgent que jamais d'entretenir nos sols forestiers pour préserver leurs fonctionnalités. C'est pour cela que la préservation de nos sols est une priorité de mon action de ministre en charge à la fois de la transition écologique, de la biodiversité et de la forêt, qu'il s'agisse de la restauration de la nature ou de la lutte contre l'artificialisation.

Pour mener cette action, nous devons mobiliser tous les leviers de connaissance, de recherche, de formation, de sensibilisation et d'accompagnement technique, économique, financier et administratif pour réduire les pressions sur les sols. C'est tout l'objet de ce Plan d'action pour la préservation des sols forestiers.

Ses objectifs sont clairs.

Premier objectif : agir, pour maintenir les fonctionnalités des sols forestiers. Pour cela, des actions sont engagées à horizon 2030 et des objectifs adossés à des indicateurs mesurables sont fixés. Concrètement, ces actions permettront de conserver l'intégrité physique des sols forestiers, maintenir leur fertilité chimique, rétablir le puits de carbone lié au sol forestier, protéger la biodiversité et préserver le rôle de régulation des sols forestiers dans le cycle de l'eau.

Deuxième objectif : connaître, surveiller, former, accompagner en mettant en œuvre les 16 fiches-actions du plan. Concrètement, avec ces fiches-actions, nous devons améliorer notre connaissance des sols forestiers ; mobiliser le bois avec des pratiques et équipements à faible impact sur les sols ; former des référents sols forestiers et sensibiliser les professionnels sur la gestion durable des sols forestiers ; et encadrer les facteurs de pressions dans les textes de planification forestière, les réglementations et les cahiers des charges.

Ce plan d'action est issu des Assises de la forêt et du bois et il est l'aboutissement d'un travail de deux ans conduit grâce à la mobilisation forte de toutes les parties prenantes, dont je tiens à saluer l'engagement. En s'inscrivant pleinement dans la feuille de route « Forêt » de la planification écologique, de la Stratégie Nationale Biodiversité, de la Stratégie Nationale Bas Carbone et du Plan national d'adaptation au changement climatique, c'est un plan ambitieux, opérationnel, qui répond à une prise en compte accrue aux niveaux international et européen des enjeux liés aux sols. Cette stratégie fixe un cap, au travers d'objectifs chiffrés et d'actions concrètes. Nous devons désormais nous mobiliser collectivement pour la décliner sur le terrain et préserver nos sols forestiers. C'est l'objectif de la consultation qui s'engage aujourd'hui pour les 40 prochains jours et qui permettra de l'enrichir, grâce à la prise en compte des contributions de chacun.



◆ **SCARABÉE** en forêt sur lit de mousse
Crédit : A. Bouissou / Terra



Pourquoi faut-il
se mobiliser pour
la **préservation des**
SOLS FORESTIERS ?



1

LES SOLS FORESTIERS : une ressource naturelle fragile et non renouvelable, support de services écosystémiques fondamentaux

La formation des sols – ou pédogénèse – est un processus lent, ce qui fait du sol une ressource non renouvelable à l'échelle de la vie humaine, alors que sa dégradation peut être rapide par combinaison de facteurs. Par exemple, l'érosion des sols est estimée 10 à 20 fois (sans travail du sol) à plus de 100 fois (avec travail du sol) supérieure au taux de formation des sols (IPCC, 2019).

La variété des contextes pédoclimatiques est à l'origine de la grande diversité des sols qui existent sur notre planète (Gobat et al., 2011). Cette diversité confère aux sols des potentialités agronomiques et des sensibilités différentes, qui ont entraîné une diversité d'usages (Baize, 2021). Historiquement, les sols forestiers sont généralement ceux qui n'étaient pas utilisés pour l'agriculture, car plus pauvres, plus acides, plus hydromorphes, plus caillouteux ou moins accessibles (Badeau et al., 1999), ce qui en fait souvent des sols sensibles aux pressions (Ranger, 2018).

Les sols forestiers lorsqu'ils sont en bonne santé, rendent une multitude de services dits écosystémiques (Figure 1). Les biens et services écosystémiques sont définis comme des avantages socio-économiques retirés par l'homme de son utilisation durable des fonctions écologiques des écosystèmes (EFESE, 2017). Ces services reposent sur les fonctions écologiques des sols.

SUPPORT PHYSIQUE ET FOURNITURE DE NUTRIMENTS POUR LES VÉGÉTAUX ET SERVICES DE PRODUCTION

Les sols constituent le support de croissance de la végétation. En lien avec le cycle de l'eau, ils assurent la fourniture en eau et le transfert de nutriments pour les besoins de croissance et de développement des végétaux. Ainsi, leur état de santé influe fortement sur la quantité et la qualité de la production de bois et de produits non ligneux.



FIGURE 1.

Les 7 fonctions écologiques et les 14 services écosystémiques rendus par les sols. Il faut plusieurs fonctions pour assurer un service, et une même fonction alimente plusieurs services (Calvaruso et al., 2020)

RÉTENTION, CIRCULATION ET INFILTRATION DE L'EAU ET SERVICES DE RÉGULATION

Les sols assurent des services essentiels du cycle de l'eau. Au travers de leur rôle de filtration, d'épuration et de rétention, ils contribuent à améliorer la qualité de l'eau ainsi qu'à limiter l'ampleur des risques naturels (inondation, érosion, mouvement de terrain, sécheresses), ce qui fait d'eux un allié indispensable de l'atténuation des effets du changement climatique tant à l'échelle locale que globale.

STOCKAGE ET PUIXS DE CARBONE ET ATTÉNUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les sols à l'échelle mondiale constituent le plus

grand réservoir de carbone terrestre, participant ainsi fortement à la séquestration du carbone atmosphérique. Les sols forestiers en France métropolitaine contiennent un stock moyen de 81 tC/ha dans leurs trente premiers centimètres et 9 tC/ha dans la litière (Pellerin et al., 2020) (Figure 2).

Les sols forestiers contiennent en France 2,5 fois plus de carbone organique que les sols cultivés. Les stocks de carbone à l'hectare dans les sols forestiers sont du même ordre de grandeur que ceux des prairies permanentes. Les sols forestiers sont considérés dans l'étude 4p1000 de l'INRAE¹ (Pellerin et al., 2020), comme ceux dont l'augmentation des stocks est la plus importante en France aujourd'hui. Ils jouent de fait un rôle important dans l'atténuation des effets du changement climatique. Ce puits de carbone s'explique notamment par l'augmentation de la surface forestière et la maturation des peuplements forestiers, ce dernier facteur étant toutefois fragilisé par les dépérissements liés au changement climatique.

Le carbone du sol revêt une importance particulière, car il est moins vulnérable aux effets des changements globaux (changement climatique, risques sanitaires en lien avec la mondialisation des échanges, etc..) que celui stocké dans la biomasse. Au regard de la taille du stock, il semble néanmoins nécessaire de limiter les émissions potentielles.

HABITAT DES ORGANISMES DU SOL ET CONSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ

Les sols constituent un réservoir de biodiversité inestimable et l'un des écosystèmes les plus complexes de la nature mais aussi les plus méconnus. Ils abritent une très grande diversité d'organismes qui interagissent et participent aux cycles mondiaux qui rendent toute vie possible (FAO, 2015). On estime que les sols renferment un quart des espèces décrites (Jeffery et al., 2010) et des publications récentes suggèrent que la richesse des sols serait largement sous-évaluée puisqu'ils pourraient représenter 60% de la biodiversité

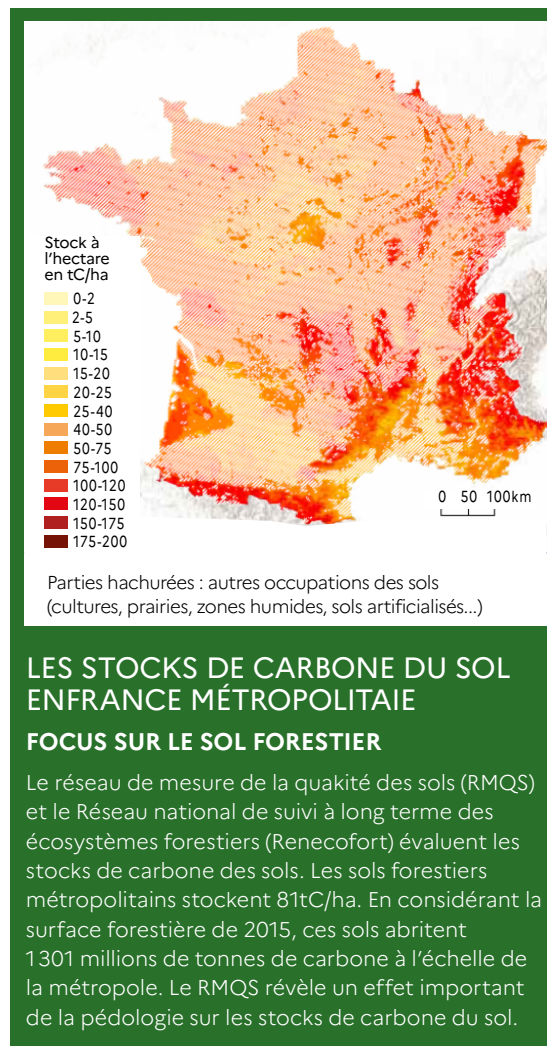


FIGURE 2.

Les stocks de carbone des sols forestiers en France métropolitaine (ADEME, 2021)

mondiale (Anthony et al., 2023). Ils abritent notamment une multitude de microorganismes : un gramme de sol abriterait près d'un milliard de bactéries ou encore cent mille champignons (individus). Il abrite également une mésofaune (ex : collemboles, acariens), une macrofaune (ex : vers de terre, insectes, arachnides, mollusques) ainsi qu'une mégafaune (ex : mammifères, reptiles, amphibiens) qui concourent au bon fonctionnement des sols par leurs fonctions écologiques (Nivet, et al., 2018).

1. <https://www.inrae.fr/actualites/stocker-4-1-000-carbone-sols-potentiel-france>

Ainsi, la biodiversité des sols est au cœur du fonctionnement des écosystèmes forestiers. Il s'agit d'un subtil équilibre entre les différents partenaires biologiques présents dans le sol, qui structurent le sol, favorisent la circulation et la rétention de l'eau, la mobilisation, la rétention et le transfert des nutriments, ainsi que la régulation des pathogènes (Figure 3). Les divers organismes du sol interagissent entre eux au sein de l'écosystème : ils forment un réseau complexe d'activités écologiques. Les racines des végétaux sont étroitement associées à la biodiversité des sols avec laquelle elles interagissent de multiples façons, notamment en s'associant à des champignons mycorhiziens (Nivet et al., 2018).

La biodiversité des sols favorise ainsi la production durable de bois et la résilience des forêts face aux impacts du changement climatique.

PATRIMOINE ET CULTURE PAYSAGES ET LOISIRS

Les sols contiennent et protègent une grande partie de notre patrimoine géologique, paysager et culturel. Les sols participent à la structuration et à l'identité des paysages, aux activités de loisirs et de tourisme. Ils sont notre fondement et renferment notre histoire. En effet, en plus de contenir des vestiges archéologiques, les sols, par leur composition et leur structure, gardent des traces de leurs usages et des conditions géologiques et climatiques passés.

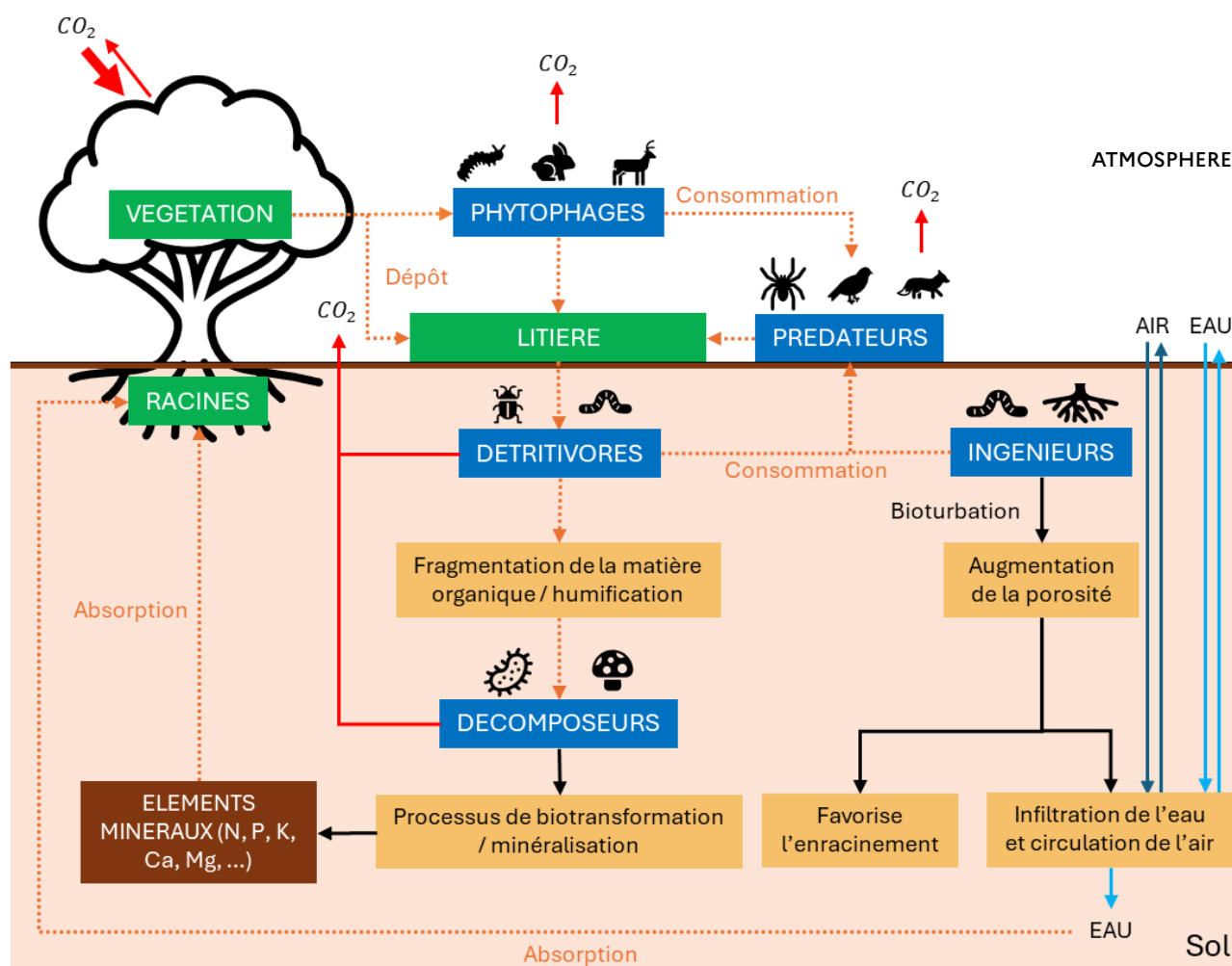


FIGURE 3. Rôle des différents groupes d'organismes des sols

2

LES SOLS FORESTIERS : un capital fragile, entre évolution des pratiques et changement climatique

Dans un contexte de changement climatique et de demande croissante de produits à base de bois, les acteurs forestiers sont de plus en plus conscients de la nécessité de préserver les sols forestiers. Les pressions sur les sols forestiers se sont notamment accentuées ces dernières décennies en lien notamment avec le développement de la mécanisation. Les conséquences sont multiples puisque la résilience des sols forestiers, c'est-à-dire leur capacité à recouvrer leur niveau de fonctionnement suite à une perturbation extérieure, peut être limitée dans le cas de dégradations sévères de leurs propriétés. Les différents types de dégradation sont présentés dans la partie suivante (Ranger et al., 2018).

2.1 LES FACTEURS DE DÉGRADATION : ACTIVITÉS ANTHROPIQUES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les sécheresses prolongées, les températures extrêmes dues au changement climatique et les conséquences des feux de forêts affectent les propriétés des sols telles que l'activité biologique, la structuration en horizons, ou encore l'infiltration et la rétention en eau. Elles fragilisent le fonctionnement de l'écosystème forestier, entraînant des crises sanitaires et des dépérissements au sein des peuplements forestiers, et augmentant les risques d'incendies en forêt qui accroissent, quant à eux, le taux d'érosion. Dans ce contexte difficile, la préservation des sols est d'autant plus essentielle.

Or les pressions issues des activités humaines sont la principale source de dégradation de l'état de santé des sols forestiers.

Certaines pratiques de gestion et de récolte telles que le labour du sol, le dessouchage et la circulation des engins d'exploitation, ont en effet des incidences directes sur l'intégrité des sols forestiers. Le niveau de dégradation de ces

derniers dépend des conditions dans lesquelles ces interventions sont réalisées (exemple : le passage d'engins sur les cloisonnements prévus limite la surface du sol impactée, ou encore le travail du sol localisé limite la surface perturbée par rapport à un travail en plein).

D'autres pratiques ont des incidences indirectes, par exemple le prélèvement de menus bois ou souches qui contribue à la perte de matières organiques et à la baisse de fertilité du sol.

Ces pratiques ont ainsi pour conséquence d'accélérer et d'accroître des phénomènes naturels de dégradation qui relèvent du très long terme et dont le caractère est difficilement réversible.

Enfin, certaines activités humaines, par un changement d'occupation des sols (défrichement associé à une mise en culture, à un projet d'aménagement ou d'infrastructure), entraînent la dégradation voire la disparition de sols forestiers.

2.2 LES PRINCIPAUX TYPES DE DÉGRADATION

DÉGRADATION PHYSIQUE

Le passage des engins peut affecter les propriétés du sol surtout lorsque les interventions ne sont pas réalisées dans de bonnes conditions. Le risque de dégradation physique des sols forestiers a été amplifié ces dernières décennies par

l'augmentation du recours à la mécanisation des opérations sylvicoles et de la logique de flux tendus, couplée à une augmentation du poids des engins et, dans certains cas, à une augmentation de la fréquence –ou de l'intensité– des interventions. L'organisation du

travail et des chantiers constitue un levier important pour réduire la pression sur les sols au travers de l'établissement de mesures limitant les impacts. Ainsi la mécanisation doit être adaptée et planifiée pour garantir la préservation des sols tout en prenant en compte la réglementation et les normes, notamment en matière de sécurité. L'établissement de cloisonnements sylvicoles et leur bon respect lors des chantiers est un facteur important pour limiter les surfaces circulées.

• Perturbation de l'organisation du sol

Il s'agit d'une perturbation de l'organisation naturelle du sol en strates et horizons, qui a pour conséquence d'en modifier le fonctionnement. Cette perturbation est notamment induite par les travaux de préparation mécanisée du sol lors de la plantation.

• Tassement

Le tassement du sol généré par le passage d'engins, correspond à la contraction de son volume sans changement de sa masse (compaction entraînant une perte de porosité) et/ou à une réorganisation horizontale des particules solides entre elles (fluage). Les travaux de préparation mécanisée du sol lors de la plantation peuvent également tasser le sol quand l'outil est utilisé en conditions humides. Le tassement a des conséquences lourdes sur plusieurs processus tels que la circulation de l'eau et la réserve utile en eau du sol, le stockage du carbone, la préservation de la biodiversité, ou la production ligneuse. Il entraîne également des impacts sur les arbres, potentiellement irrémediables : nécrose racinaire, dépérissement progressif des arbres conduisant à leur mort. Il est estimé que 80 % du tassement a lieu entre le 1^{er} et le 3^e passage des engins (Pischedda et al., 2021).

Le fonctionnement des écosystèmes forestiers peut être durablement affecté, avec parfois des pertes financières importantes. En effet, si la dégradation des sols est rapide, leur restauration est très lente et partielle (après plus de 15 ans)². Tous les sols sont sensibles au tassement, y compris les moins vulnérables comme les sols sableux.

• Erosion hydrique

L'érosion hydrique est causée par le ruissellement, c'est-à-dire l'écoulement à la surface du sol des eaux de pluie ou de celles de la fonte des neiges. Elle correspond à l'ensemble des processus de détachement, de transport et de dépôt du sol sous l'action de l'eau.

Phénomène connu de longue date, il avait été à l'origine des législations de la fin du 19^e siècle sur la *restauration des terrains en montagne* (RTM).

Après l'artificialisation des sols, l'érosion hydrique est l'une des plus puissantes formes de dégradation des sols, avec des impacts irréversibles. Il s'agit principalement d'une perte de sol, généralement la couche la plus fertile, indispensable à l'enracinement et à l'alimentation en eau et éléments nutritifs des végétaux. En aval, ce phénomène entraîne des inondations boueuses, pouvant détruire des biens et infrastructures ainsi que des cultures, et une dégradation de la qualité des eaux. Le climat, la pente, le type de sol, le couvert végétal et l'action humaine sont les principaux facteurs influençant le ruissellement et par conséquent l'érosion hydrique. La pente augmente fortement le risque d'érosion : un quart des forêts en France, situées sur des pentes supérieures à 25 %, y sont ainsi particulièrement sensibles. Les pratiques humaines peuvent augmenter ou diminuer l'érodibilité d'un sol, en affectant notamment sa structure et sa stabilité, ainsi que le degré de couvert végétal (qu'il soit mort ou vivant). Le tassement des sols favorise l'érosion en augmentant fortement le ruissellement et les vitesses d'écoulement par la diminution de l'infiltration de l'eau dans le sol.

ACIDIFICATION ET BAISSSE DE LA FERTILITÉ CHIMIQUE

L'histoire et les pratiques sylvicoles (ex : sols pauvres réservés à la forêt, essences à la litière acide, exploitation des rémanents, export d'arbres entiers) exposent les sols forestiers sensibles au processus d'acidification et à la baisse de la fertilité chimique.

Par exemple, certains modes de récolte de

² Selon les résultats des études sur les effets du tassement dans les écosystèmes forestiers menées sur deux sites aux sols sensibles (Azerailles et Clermont-en-Argonne)



bois-énergie, en essor ces dernières années, peuvent entraîner l'export de feuillage et de branches de petits diamètres inférieur à 7 cm (riches en nutriments tels que le potassium, le calcium ou le magnésium) avec des conséquences accrues sur la fertilité minérale du sol et sur la croissance des futurs arbres dans un système où le recyclage des nutriments est essentiel (Landmann et al., 2018).

PERTE DE MATIÈRE ORGANIQUE ET DIMINUTION DES STOCKS DE CARBONE

Les stocks de carbone du sol sont très variables selon l'histoire de la parcelle (conditions pédoclimatiques et pratiques de gestion). Dans les forêts anciennes, dont le sol est boisé depuis au moins deux siècles et qui ont été exploitées avec des méthodes de gestion induisant peu de perturbations de l'écosystème, le stock est très élevé et peut approcher l'équilibre. Le maintien de ce stock est prioritaire dans la lutte contre le changement climatique, afin de ne pas provoquer d'émissions massives de carbone vers l'atmosphère.

Certaines pratiques telles que la coupe rase suivie d'un travail du sol en plein pour préparer le sol lors du renouvellement du peuplement³ peuvent favoriser la minéralisation rapide de la matière organique et donc de flux de CO₂ associés vers l'atmosphère. Le changement d'usage ou d'occupation des terres, certaines pratiques intensives ou encore le changement climatique (minéralisation de la matière organique et/ou diminution des restitutions de carbone), présentent aussi des risques de perte de matières organiques pour les sols forestiers.

La stabilité structurale du sol étant dépendante en grande partie de sa teneur en matière

organique, des sols pauvres en matières organiques sont par exemple davantage sujets à l'érosion hydrique.

PERTE DE BIODIVERSITÉ

Alors que la biodiversité des sols soutient la production de l'ensemble des services rendus par les écosystèmes, elle reste mal connue, à la fois du fait de son ampleur et de sa complexité. Cependant, grâce à l'intérêt croissant qui lui est porté et aux progrès des techniques d'analyse, les pédologues, les écologues, les biologistes des sols ainsi que les forestiers développent des outils pour mieux la caractériser et l'évaluer.

De plus, la stratégie nationale biodiversité 2030 a prévu une action de réalisation d'un recensement régulier et exhaustif de la biodiversité nationale à compter de 2024, mobilisant à la fois les méthodes traditionnelles et de nouvelles techniques innovantes au travers de l'ADN environnemental. Le premier recensement consisterait notamment en une large campagne de collecte et d'analyse d'ADN environnemental et d'échantillons environnementaux notamment les sols.

La biodiversité des sols est elle-même très dépendante de leur structure, de leur aération, de l'humidité, et de l'importance de la matière organique. Aussi, les pratiques de gestion influencent leur équilibre et leur qualité. Par exemple, les effets du tassement s'observent aussi sur l'activité biologique (l'absence d'oxygène empêche la survie de nombreux organismes). Ainsi, la biodiversité des sols constitue à la fois un facteur et un indicateur essentiels de la capacité d'un écosystème à recouvrer son fonctionnement à la suite d'une perturbation externe (résilience).

³. Le travail préparatoire du sol à la plantation peut engendrer des pertes de matières organiques de l'ordre de 15% (Achat et al., 2015)

CONTAMINATION PONCTUELLE OU DIFFUSE

La contamination concerne peu les sols forestiers, plutôt gérés sans ou avec très peu d'intrants. Cependant, une pollution plus ancienne peut exister à la suite d'un changement d'usage en lien avec son usage précédent, par exemple dans le cadre de la recolonisation forestière d'une ancienne terre agricole.

Par ailleurs, les contaminations diffuses d'origine atmosphérique des activités industrielles et du trafic routier y compris d'origine lointaine peuvent les affecter significativement du fait de l'interception des particules par les couverts denses (par exemple, les pluies acides dans les années 1980).

2.3 LA MÉCANISATION FAIT PARTIE AUJOURD'HUI DE LA GESTION SYLVICOLE ET DE L'EXPLOITATION FORESTIÈRE

La mécanisation fait aujourd'hui partie du quotidien de l'exploitation forestière et de la gestion sylvicole des régénérations forestières, naturelle ou par plantation.

Le recours à la mécanisation en forêt est le résultat d'une évaluation de multiples critères. Ces critères englobent des aspects économiques (rentabilité, volume à exploiter), environnementaux (préservation des sols, préservation de la régénération), sociaux et de sécurité (ergonomie, sécurité des travailleurs), ainsi que techniques et sylvicoles (accessibilité du terrain, type de peuplement).

Dans un contexte de changement climatique, le renouvellement forestier y compris avec recours à la plantation est nécessaire pour répondre à l'enjeu d'adaptation et de reconstitution des peuplements

après crises sanitaires ou événements extrêmes.

La préparation mécanisée du terrain contribue à assurer la bonne reprise des plants et à améliorer leur croissance initiale ainsi qu'à lutter contre les espèces les plus concurrentielles, ce en alternative à l'utilisation des phytocides.

Cependant, la mécanisation des chantiers de récolte et des plantations doit être adaptée et planifiée pour limiter les impacts sur les sols.

Le lien avec les préconisations de l'étude en cours du Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux (CGAAER) et de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD) sur la valorisation des bois de crises et la résilience de la filière forêt/bois sera étudié.



3

LES OUTILS ACTUELS pour la connaissance et la préservation des sols forestiers

Le territoire français présente plusieurs réseaux concourant au suivi de la qualité de sols forestiers, principalement en Métropole. Des travaux scientifiques et techniques ont déjà permis de mieux comprendre le fonctionnement des sols forestiers et l'impact de certaines pratiques. Les recommandations font l'objet d'une diffusion au travers de guides pratiques.

3.1 LA CONNAISSANCE DES SOLS FORESTIERS

Le programme d'Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS), piloté par le GIS Sol, a pour but d'inventorier et de produire une cartographie informatisée multi-échelles des sols du territoire. Ce programme se décline à trois niveaux d'échelles : les Référentiels Régionaux Pédologiques à 1/250 000, le programme Connaissance Pédologique de la France aux échelles moyennes (1/100 000 et 1/50 000) et les Secteurs de Référence aux échelles détaillées (1/10 000). Les sols forestiers sont représentés, a minima, au sein des Référentiels Régionaux Pédologiques. Les données de ce programme de

cartographie sont gérées au sein de la base de données nationale DoneSol, développée pour capitaliser des informations ponctuelles et surfaciques des sols. Concernant plus particulièrement les sols forestiers, ils ont été caractérisés selon le référentiel pédologique français et décrits dans des catalogues et des guides de station forestière. Cependant cette information n'est pas toujours spatialisée, toutes ces observations n'ont pas encore été capitalisées dans DoneSol, et l'accès aux gestionnaires aux informations géographiques reste limité.

3.2 LES RÉSEAUX DE SUIVI DE LA QUALITÉ DES SOLS

RÉSEAU DE MESURES DE LA QUALITÉ DES SOLS (RMQS)

C'est le programme national d'évaluation et de suivi à long terme de la qualité des sols français. Développé dans le cadre du GIS Sol (www.gissol.fr) depuis 2000, ce réseau repose sur le suivi de 2 240 sites représentatifs des sols français et de leurs occupations, répartis sur l'ensemble du territoire français (métropole et outre-mer) selon une grille systématique de 16 km de côté. Des propriétés physiques et chimiques sont mesurées sur chaque site. Des analyses biologiques ont été également réalisées dans le cadre de programmes « tests » complémentaires. Une première campagne de prélèvement s'est déroulée de 2000 à 2015 ; la seconde a démarré en 2016 en France métropolitaine tandis que la programmation des prélèvements Outre-Mer est en cours.

Le RMQS compte actuellement 620 sites forestiers en métropole et en outre-mer. La

première campagne de relevés (2000-2009) a permis de cartographier la teneur en éléments-traces métalliques, d'évaluer les stocks de carbone des sols et de cartographier la biomasse et la diversité microbienne. La deuxième (2016-2027) intègre le suivi de nouveaux paramètres afin de mieux évaluer la sensibilité des sols en contexte de changement climatique (réserve utile, matières organiques particulières, stocks de carbone profonds). La France est ainsi pionnière dans ce domaine, en particulier dans l'analyse de l'abondance et de la diversité des communautés microbiennes en intégrant les modes d'usage et les évolutions fines du climat (Dequiedt et al., 2020).

LE RÉSEAU RENECOFOR

C'est un réseau national de suivi à long terme des écosystèmes forestiers. Sa création en 1992 par l'ONF fait suite aux engagements de la France pour contribuer au suivi international des

impacts des pollutions atmosphériques sur les forêts. Sa mission est de détecter les changements dans le fonctionnement des écosystèmes forestiers et de mieux comprendre les raisons de ces changements. Il est constitué de 102 sites permanents où la forêt est observée dans ses différentes composantes : les arbres, le sol, l'atmosphère et la diversité des espèces. Trois phénomènes sont plus spécifiquement suivis : la réaction des écosystèmes forestiers aux évolutions du climat, l'équilibre des éléments nutritifs sous l'effet notamment des pollutions atmosphériques et l'évolution de la diversité des espèces végétales.

L'INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL (IFN)

Le service de l'inventaire forestier et environnemental de l'IGN collecte des données sur les sols dans le cadre de ses missions d'inventaire permanent des ressources et des milieux forestiers. L'inventaire forestier décrit l'ensemble des écosystèmes forestiers et la ressource en bois des forêts publiques et privées sur le territoire métropolitain. Avec près de 200 000 placettes de terrain inventoriées depuis les années 1990 sur l'ensemble du territoire national, de nombreuses informations contribuent directement à la caractérisation et à l'évaluation de la ressource

forestière. Les descriptions qualitatives et mesures quantitatives concernent le milieu, le sol, la végétation arborée et la flore.

Ces trois réseaux sont complémentaires et ils intègrent un certain nombre d'acteurs institutionnels, notamment au travers du GIS Sol (Ministères, INRAE, OFB, BRGM, IGN, ADEME). Ils nécessitent d'être confortés et coordonnés au sein d'un système de surveillance nationale des sols forestiers, en cohérence notamment avec le programme de surveillance de la biodiversité terrestre pilotée par l'UMS Patrinat MNHN/OFB⁴, le projet PASSIFOR2⁵ de développement d'une stratégie de suivi de la biodiversité en forêt, ainsi que le programme de recherche ANR PEPR FairCarboN⁶. Le projet ALAMOD⁷ contribuera à l'harmonisation, à la capitalisation et à la structuration des données produites par ces différents réseaux.

Enfin, une étude coordonnée par l'INRAE a été présentée le 20 novembre 2024 mettant à disposition des décideurs et acteurs les ressources scientifiques disponibles pour caractériser la santé/qualité des sols, identifier et tester les principaux indicateurs mobilisables ainsi que les méthodes associées. Ces indicateurs et méthodes sont aujourd'hui mobilisés dans ces différents réseaux⁸.

3.3 LES DIFFÉRENTS OUTILS TECHNIQUES EXISTANTS ET BONNES PRATIQUES ASSOCIÉES

Cette rubrique présente une synthèse de différents outils de diagnostic existants qui visent à guider le gestionnaire forestier vers le choix de pratiques favorables à la préservation des sols.

Les principales préconisations déjà identifiées dans les projets de recherche et de développement et retranscrites par les guides pour la préservation des sols forestiers sont :

◆ **Limitier la surface du sol circulée** par des engins en respectant un réseau strict et pérenne de

cloisonnements et pistes ou favorisant le débardage par câble ou traction animale afin de prévenir la dégradation physique des sols ;

◆ **Éviter les périodes humides** pour réaliser les interventions et les préparations de sols avant plantation, afin de maintenir à long terme la praticabilité des cloisonnements ;

◆ **Éviter de laisser les sols à nu** en maintenant un couvert végétal notamment en zone de pente et en garantissant la pérennité du couvert forestier

4. <https://www.patrinat.fr/fr/surveillance-de-la-biodiversite-terrestre-6806>

5. <http://www.gip-ecofor.org/passifor-2/>

6. <https://www.pepr-faircarbon.fr>

7. <https://www.pepr-faircarbon.fr/projets/projets-cibles/alamod>

8. <https://www.inrae.fr/actualites/preserver-qualite-sols-referentiel-dindicateurs-resultats-dune-etude-collective>

et sa reconstitution rapide après perturbations naturelles ou coupes de bois.

◆ **Raisonner la préparation des sols** avant plantation, en évitant des travaux de labour en plein et en privilégiant une préparation du sol plus localisée pour les plantations ;

◆ **Éviter la récolte de feuillage** et raisonner la récolte de menus-bois (très riches en nutriments) et souches selon la sensibilité du sol à l'export d'éléments minéraux pour prévenir la baisse de fertilité chimique et le déstockage de carbone ;

◆ **Maintenir du bois mort au sol** sous différentes formes, allant des rémanents des coupes de bois aux gros bois morts, ce qui présente un intérêt pour la biodiversité (ex : habitat et abri, alimentation, maintien d'un microclimat pour la pédofaune), comme pour la séquestration de carbone et le cycle de l'eau (rôle d'éponge) et favorise également la stabilité à moyen et long terme (ex : maintien de la structure du sol), le bon fonctionnement et donc le potentiel de production des écosystèmes.

◆ **Prendre en compte les enjeux spécifiques** liés aux zones humides en forêt et aux ripisylves et adapter la gestion sylvicole pour assurer la préservation des sols correspondants, qui constituent d'importants réservoirs de carbone et de biodiversité.

Plusieurs outils à destination des professionnels forestiers intègrent ce type de préconisations, ainsi que des modalités de diagnostic pour chaque territoire.

A titre d'exemple, on peut citer :

◆ **Pour prévenir le risque de tassement** : les guides pratiques PROSOL et PRATIC'SOLS Le guide PROSOL (Pischedda et al., 2009) **pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt** réalisée par l'ONF et FCBA est le premier guide sur la réalisation d'un diagnostic de sensibilité du sol au tassement et l'organisation de la circulation des machines en forêt. Ce diagnostic permet d'identifier si la praticabilité des cloisonnements risque d'être dégradée à long terme par un chantier (Figure 4).

Le guide PRATIC'SOLS (Pischedda et al., 2021), réalisé par l'ONF et la Fédération Nationale Entrepreneurs Des Territoires (FNEDT), est axé sur la praticabilité des parcelles forestières. Il met à

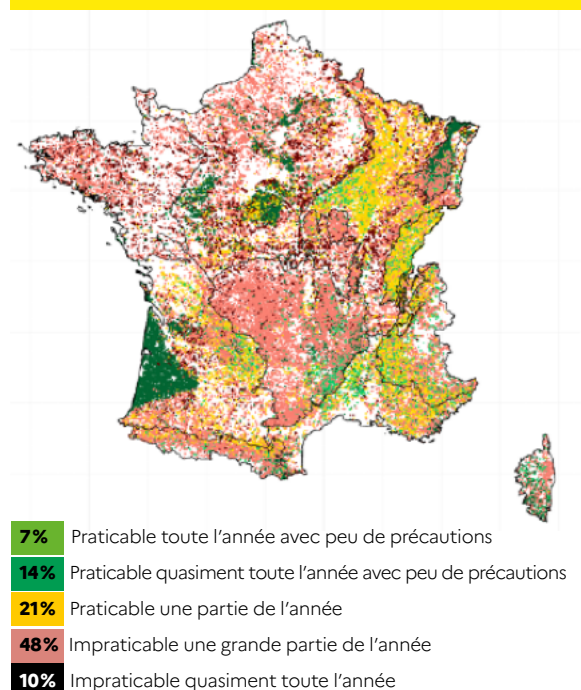


FIGURE 4.

Sensibilité des cloisonnements forestiers.

Source : Guide PROSOL (Pischedda et al., 2009)

jour les conseils de gestion du guide PROSOL en visant à concilier la mobilisation du bois croissante et la préservation des sols.

◆ **Pour prévenir le risque d'érosion** : plusieurs guides de sylviculture en montagne. En zones de montagne, les phénomènes massifs d'érosion dus aux eaux de pluie sont actuellement circonscrits grâce à la politique ambitieuse de reboisement menée par les services RTM depuis 1860. Toutefois, la majorité des forêts sur terrains en pente (de versants comme de montagne) publiques comme privées, peuvent être le lieu d'une érosion significative. Ainsi, les itinéraires de sylviculture intègrent des règles générales permettant de limiter les risques d'érosion (Gauquelin et al., 2006 ; Ladier et al., 2012). La pratique la plus connue est de reboiser les terrains nus.

◆ **Pour favoriser le maintien de la fertilité chimique** : Le guide GERBOISE Gestion raisonnée de la récolte de Bois Energie coordonné par le GIP-Ecofor dont les recommandations sont

reprises dans le guide *Récolte durable de bois pour la production de plaquettes forestières* publiés par l'ADEME.

Dans les écosystèmes forestiers, le recyclage des éléments est fondamental pour le maintien de la fertilité chimique, notamment dans des environnements pauvres en nutriments. Ces deux guides présentent des recommandations rela-

tives à l'absence de récolte de feuillage ainsi qu'au raisonnement de la récolte de menus bois et souches selon la sensibilité du sol à l'exportation minérale (tableaux ci-dessous) tout en tenant compte du statut de protection de la biodiversité.

TABLEAU 1.
Proportion de menus bois à laisser sur coupe en fonction du statut de biodiversité et de la sensibilité du sol à l'exportation minérale – extrait du guide Gerboise (ADEME, 2020)

Statut de protection de la biodiversité	Sensibilité des sols à l'exportation minérale*		
	Faible	Modérée	Forte
Pas de statut particulier	Laisser au moins 1/10 ^e de menus bois	Laisser au moins 3/10 ^e de menus bois	Récolte de menus bois déconseillée**
Statuts intermédiaires	Laisser au moins 2/10 ^e de menus bois	Laisser au moins 3/10 ^e de menus bois	Récolte de menus bois déconseillée
Statuts forts	Récolte de menus bois fortement déconseillée (lorsqu'elle n'est pas déjà interdite)		

* les sols de sensibilité partielle sont classés à sensibilité forte ou modérée selon le classement expliqué en page 31
 ** une éventuelle compensation par fertilisation est envisageable selon les conditions opérationnelles bien définies

Le projet INSENSE (Augusto et al., 2018) a permis d'établir des indicateurs de sensibilité à l'export des menus bois. Les analyses réalisées dans le cadre de ce projet montrent qu'un tiers des sols forestiers français est fortement sensible pour le calcium et le magnésium. 45% des sols forestiers sont fortement sensibles pour le potassium et 35% pour le phosphore. Ces chiffres illustrent la forte sensibilité des sols forestiers français à l'export d'éléments minéraux (Figure 5).

Faible	Modérée	Partielle (1)	Forte
30% du territoire	23% du territoire	24% du territoire	23% du territoire

Le % du territoire est calculé en utilisant la base de données de sol BIOSOL du réseau systématique de suivi des dommages forestiers à maille carrée 16 x 16 km.
 (1) Une sensibilité partielle indique que le sol en question a une sensibilité forte pour une partie des nutriments seulement (Augusto et Pousse, 2018 ; INSENSE)

Localisation géographique des zones plus ou moins sensibles

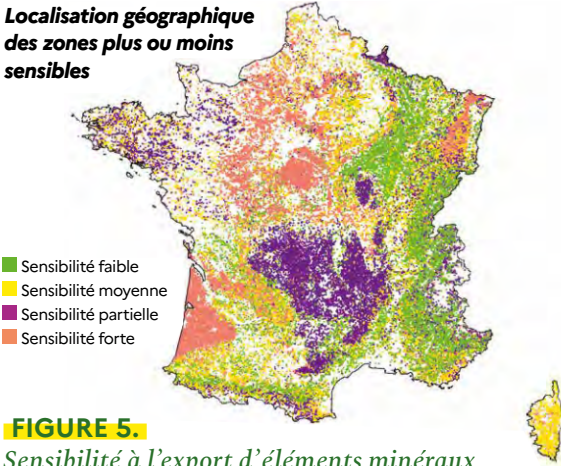
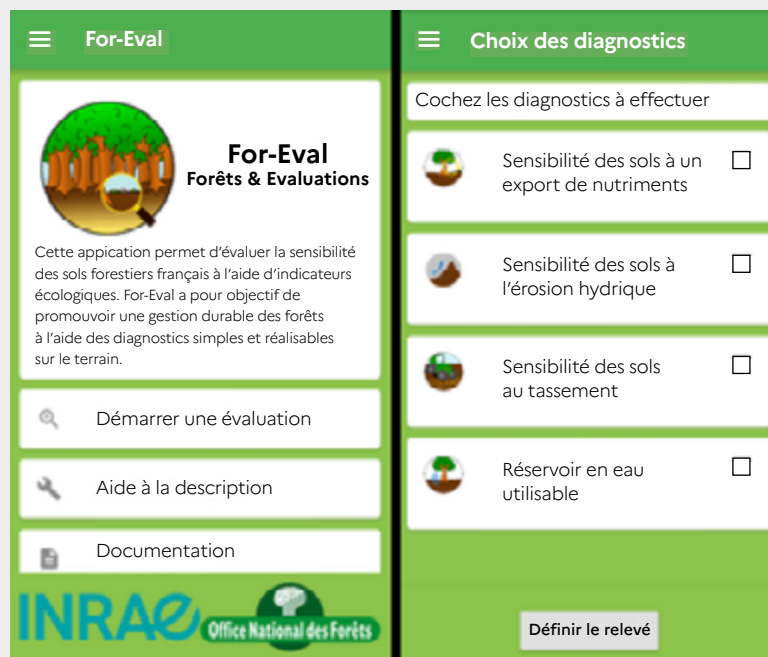


FIGURE 5.
Sensibilité à l'export d'éléments minéraux des sols forestiers

POUR ÉVALUER DE FAÇON SIMPLE LA SENSIBILITÉ D'UN SOL FORESTIER À L'ÉGARD DE PLUSIEURS PARAMÈTRES, L'APPLICATION FOR_EVAL :

L'application mobile FOR-EVAL, développée par les scientifiques d'INRAE et de l'ONF, permet d'évaluer la sensibilité des sols forestiers français à l'aide d'indicateurs écologiques. Elle a pour objectif de promouvoir une gestion durable des sols forestiers à l'aide de diagnostics simples et réalisables sur le terrain. L'application intègre des diagnostics sur : la sensibilité des sols à un export de nutriments (projet INSENSE), la sensibilité des sols à l'érosion hydrique (guide GERBOISE), la sensibilité au tassement (guide PROSOL), le réservoir en eau utilisable par la végétation (estimé d'après les travaux de Piedallu et al., 2018). L'application est disponible gratuitement.



◆ **Pour limiter le risque de déstockage de carbone dans les sols**, le guide *Forêt et usages du bois dans l'atténuation du changement climatique* publié par l'ADEME.

Ce guide expose des leviers d'action tels que privilégier une préparation du sol plus localisée pour les plantations en alternative au travail en plein par exemple, ou raisonner les récoltes de rémanents des coupes.

◆ **Pour la préservation de la biodiversité des sols** : la note de synthèse de connaissances réalisée par le GIP-Ecofor et le laboratoire Ecodiv intitulée *Gestion durable et biodiversité des sols forestiers*. Cette note a été publiée en 2018 dans le cadre du programme incitatif de recherche *Biodiversité, gestion forestière et politiques publiques* (BGF). Plus globalement, il existe plusieurs guides relatifs à la prise en compte de la biodiversité dans la gestion forestière, notamment au niveau des sols, accessibles sur le site de l'observatoire des forêts françaises⁹, tels que le guide *Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière* (Gosselin et Paillet., 2018). Les études qui abordent plus spécifiquement le lien entre biodiversité des sols forestiers et

pratiques sont encore peu nombreuses au regard des multiples manières dont la sylviculture peut impacter la diversité des sols : choix d'essence, densité, longueur des cycles, manière d'exploiter les peuplements dont la nature et l'intensité varient largement selon les contextes sylvicoles, pédologiques et climatiques. Malgré les outils de suivi et de diffusion des bonnes pratiques déjà mis en place, le niveau de connaissances de différents paramètres/processus au sein des sols est hétérogène. Les diagnostics sont encore trop peu utilisés et la mise en œuvre sur le terrain des recommandations encore difficile par manque de connaissances (ex : complexité d'évaluation de la biodiversité du sol) ou pour des raisons technico-économiques (ex : matériel inadapté, courtes périodes d'intervention pour les ETF et approvisionnement en flux tendus, manque de moyens humains ou d'entreprises tels que spécialisées dans le débardage par câble), et ce alors que les pressions telles que le tassement des sols fragilisent les écosystèmes forestiers et exacerbent les effets du changement climatique. Un nouveau cap doit donc être franchi pour lever ces freins.

9. <https://foret.ign.fr/actualites/travaux-sylvicoles-et-biodiversite/-des-guides-de-bonnes-pratiques>

4

DES POLITIQUES PUBLIQUES dans lesquelles s'inscrit la nécessité d'un plan national ambitieux pour mieux préserver les sols forestiers

POLITIQUES PUBLIQUES, RÉGLEMENTATION ET DISPOSITIFS D'ACCOMPAGNEMENT SUR LES FORÊTS ET LES SOLS

• Au niveau mondial

L'Accord de Paris, entré en vigueur en 2016, a pour ambition de limiter le réchauffement planétaire sous la barre des 2°C d'ici la fin du siècle et d'encourager les parties signataires (194 parties signataires, incluant l'Union Européenne) à se mobiliser pour y parvenir. Plusieurs engagements ont été actés dans cet accord, dont celui d'encourager le maintien et l'augmentation des puits de carbone naturels, en particulier le puits que représentent les forêts mondiales. Or les sols représentent un compartiment essentiel des forêts pour leur développement et le stockage de carbone. Dans ce cadre, l'initiative *4 pour 1000*, lancée par la France lors de la COP21 en 2015, vise à améliorer la séquestration du carbone dans les sols agricoles et forestiers pour lutter contre le changement climatique et améliorer la sécurité alimentaire. Son objectif principal est d'augmenter la teneur en matière organique des sols de 0,4 % par an.

Le Partenariat mondial sur les sols, créé en 2012 par la FAO, est une initiative internationale visant à promouvoir la gestion durable des sols (y compris forestiers). Il rassemble divers acteurs pour sensibiliser, développer des capacités en matière de gestion, et encourager l'investissement dans la recherche et les pratiques durables.

• Au niveau européen

La préservation des sols et le suivi de certaines de ses propriétés sont considérés dans les politiques visant à lutter contre le changement climatique (et à améliorer la qualité de l'air), ainsi que dans la stratégie de l'UE pour les forêts 2030.

Afin d'assurer le même niveau de protection que celui qui existe pour l'eau, le milieu marin et l'air dans l'UE, la Commission européenne a

publié, en juillet 2023, un projet de directive relative à la surveillance et à la résilience des sols. L'ambition ultime de la proposition est de viser la bonne santé des sols d'ici à 2050. Celle-ci, encore en discussion, pourrait, une fois déployée, proposer une définition harmonisée de la santé des sols, ainsi qu'un cadre de surveillance et d'évaluation de la santé des sols.

La mission de recherche et d'innovation Horizon Europe *A Soil Deal for Europe* soutient également le développement des connaissances nécessaires à la mise en place d'un cadre réglementaire élargi dans le domaine de la santé des sols. Dans ce cadre, des projets de recherche avec une dimension sols forestiers sont en cours, par exemple le projet *Holisoils* et le projet *Benchmarks* impliquant des organismes de recherche français.

Plusieurs autres règlements ou directives comportent des dispositions en lien avec les sols forestiers comme la directive sur les énergies renouvelables (RED3). Cette directive, qui devra être transposée en droit français demandera de prouver la durabilité de la gestion forestière avec des dispositions qui concerneront entre autres l'utilisation de systèmes d'exploitation qui réduisent le tassement du sol ou limitent le dessouchage. Enfin, le règlement Restauration de la Nature prévoit des objectifs de non-détérioration et de restauration des habitats dégradés, et propose, entre autres sur les écosystèmes forestiers, des indicateurs à la hausse de la quantité de bois mort au sol et sur pied (tout en intégrant le risque incendies de forêt) ou du stock de carbone organique dans les sols. Chaque Etat membre doit élaborer un plan national de restauration de la nature, déclinaison de ce règlement.

• Au niveau national

Dans le droit français, contrairement à l'eau ou à l'air, le sol n'est pas appréhendé dans son

entièreté, comme un ensemble complexe aux fonctions diverses. En effet, le droit ne pose de manière générale ni de critères de santé des sols, ni de valeurs limites à ne pas dépasser pour préserver cette qualité ou de *valeurs-objectifs*.

Cependant, en protégeant une composante de l'environnement autre que le sol, ou en préservant un usage supporté par le sol, certaines règles de droit conduisent indirectement à une protection du sol (Hermont, 2017).

Une attention particulière est également portée à la préservation des sols à travers la mise en œuvre de l'objectif d'une politique de réduction de l'artificialisation des sols – principe inscrit dans les principes généraux du code de l'urbanisme (article L101-2-1), renforcé depuis la loi Climat et résilience et l'objectif de Zéro artificialisation nette. L'enjeu est de limiter les atteintes portées aux fonctions des sols. La France s'est fixée comme objectif d'atteindre l'absence d'artificialisation nette des sols en 2050 et un objectif intermédiaire de réduction de moitié de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers sur la décennie 2021-2031 par rapport à la consommation d'espaces mesurée sur la décennie précédente.

De même, le code forestier établit les principes généraux de gestion forestière dont certaines dispositions relatives à la conservation des sols. Y sont notamment reconnus d'intérêt général la préservation de la qualité des sols ainsi que le rôle de puits de carbone, notions reprises par le programme national de la forêt et du bois 2016-2026 qui fixe les orientations de la politique forestière pour une période de dix ans. Les forêts publiques et privées sont également dotées de documents de gestion durable : documents d'aménagement lorsqu'elles sont publiques et, pour certaines des forêts privées, selon leur superficie notamment ; plan simple de gestion ; règlement type de gestion ou code de bonne pratique sylvicole. Ils s'inscrivent au sein de documents cadres régionaux tels que le Schéma régional de gestion sylvicole (SRGS) pour les forêts privées.

La préservation des sols forestiers est déjà mise

en œuvre ou prise en compte dans diverses stratégies et outils nationaux ou européens ou le sera dans les prochaines années.

A titre d'exemple, la Stratégie Nationale Bas Carbone 2 (SNBC2) identifiait déjà au sein de ses orientations les sols forestiers comme étant un puits de carbone nécessaire à préserver : Améliorer la *pompe à carbone* par une gestion sylvicole améliorée visant notamment l'adaptation des forêts au changement climatique. La gestion sylvicole doit également viser la préservation des stocks de carbone dans les sols». Les travaux en cours sur la SNBC3 s'appuient sur les résultats du rapport 4 pour 1000 et de la récente étude IGN-FCBA *Forêt 2050 : projection des volumes et du bilan carbone*. Ils montrent l'importance du puits de carbone dans les sols forestiers pour l'atteinte de la neutralité en 2050, et que l'évolution du stockage carbone dans les sols forestiers dépend à la fois du changement climatique, de l'évolution de la surface forestière et des pratiques de gestion sylvicole. La SNBC2 prévoyait la conduite de travaux de recherche en la matière afin d'améliorer la comptabilité des flux entrant et sortant dans les sols et de les prendre en compte dans les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. En effet à ce jour, les flux de carbone au sein des sols forestiers ne sont pas pris en compte dans les inventaires, ce qui serait néanmoins envisageable grâce aux résultats de la deuxième campagne RMQS. Le règlement européen LULUCF prévoit par ailleurs que le stockage carbone dans les sols forestiers soit pris en compte au sein des inventaires avant 2027. Certains outils développés par l'Etat portent également une attention particulière à l'état des sols. Il est possible de citer l'exemple des sites naturels de compensation restauration et renaturation ou encore des méthodologies du label bas carbone boisement et reboisement qui, via l'application de co-bénéfices relatifs à la préparation du sol, incitent les porteurs de projet à sa préservation.

La stratégie nationale biodiversité 2030, qui a pour ambition de stopper puis d'inverser l'effondrement de la biodiversité, a notamment défini des mesures relatives au renforcement de la résilience des écosystèmes forestiers, à la préservation de la biodiversité et des services

rendus par les forêts, ainsi qu'à la protection et la restauration des sols. L'un des leviers d'action porte plus spécifiquement sur les sols forestiers au travers de la publication du présent plan interministériel et d'un objectif de surface croissant de forêts exploitées bénéficiant d'un réseau de cloisonnements d'exploitation.

La mise en œuvre de la stratégie nationale pour les aires protégées 2030 constitue l'un des piliers essentiels de la SNB. Elle contribue également à la préservation des sols naturels, notamment forestiers, par le renforcement d'un réseau cohérent et résilient d'aires protégées gérées, notamment sous protection forte. L'ensemble des forêts subnaturelles a vocation à être mis sous protection forte à horizon 2030. Un plan national d'action vieux bois et forêts subnaturelles est en cours d'élaboration.

Chantier prioritaire de la planification écologique France Nation Verte, la feuille de route forêt et bois vise à repenser la forêt de demain, dans toutes ses composantes, de l'amont à l'aval. Celle-ci œuvre pour adapter et restaurer les forêts, maintenir la capacité du puits de carbone forestier, anticiper l'augmentation des besoins de prélèvement et préserver les services écosystémiques¹². Le présent plan d'action s'inscrit dans le cadre des enjeux et leviers d'action identifiés pour améliorer la résilience des écosystèmes forestiers.

L'Adaptation de nos territoires au changement climatique est l'une des priorités et a pour objectifs d'améliorer leur résilience face au dérèglement climatique. Le troisième Plan national d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) œuvre notamment pour rendre nos forêts plus résilientes face au changement climatique et adapter en conséquence la filière aval de l'industrie du bois. Le PNACC-3 prévoit une liste d'actions concrètes telles qu'une cartographie de vulnérabilité des forêts intégrant des données climatiques et pédologiques, le développement de la production, la conservation et la diversification des ressources forestières (graines/plants), la production et la diffusion des services sylvo-climatiques (Bioclimsol et Climessences) pour accompagner les

changements de pratiques des propriétaires et gestionnaires.

Enfin, des dispositifs d'accompagnement sont mis en place par l'Etat ou ses opérateurs, notamment l'ADEME, et couvrent de la recherche à l'accompagnement des acteurs de la gestion ainsi que des industries du bois matériau et énergie.

En 2020 et 2021, le gouvernement français a lancé deux initiatives majeures liées à la forêt dans le cadre de *France Relance* puis de *France 2030*, dans le but de renouveler les forêts et de renforcer le secteur forestier. Deux dispositifs ont été mis en place concernant la gestion forestière :

1) Renouveau Forestier - soutien aux propriétaires forestiers, publics et privés, à améliorer, adapter, régénérer ou reconstituer les peuplements forestiers, et renforcer leur résilience, dans un contexte de changement climatique ;

2) Dispositif Exploitation Forestière et Sylviculture Performantes et Résilientes (AMI ESPR) pour améliorer les performances environnementales, économiques et sociales des entreprises réalisant des travaux forestiers, intégrant notamment des critères d'écoconditionnalité pour accompagner les équipements réduisant les impacts sur les sols forestiers.

Ces actions sont poursuivies dans le cadre de France Nation Verte au titre de la planification écologique.

Seront également étudiées les suites de l'étude en cours, confiée au CGAAER et à l'IGEDD sur la valorisation des bois de crises et la résilience de la filière forêt/bois, qui vise notamment à faire des propositions pour aider la filière à adapter ses processus de mobilisation de bois, de stockage et de transformation aux impacts du changement climatique.

Concernant la recherche, l'appel à projet de recherche GRAINE de l'ADEME a permis l'accompagnement de différents projets de recherche sur les sols forestiers, notamment en lien avec l'enjeu de préservation de la fertilité chimique (projet INSENSE - Augusto et al., 2018, projet RESPIRE - Saint André et al., 2019) et de la fertilité physique (projet VSoilForOAD), le

¹² Gouvernement français. « La planification écologique - France Nation Verte ». [gouvernement.fr, 19 janvier 2023. https://www.gouvernement.fr/france-nation-verte](https://www.gouvernement.fr/france-nation-verte)

♦ La fresque du sol, un outil ludique et collaboratif qui vise à diffuser un langage commun sur le fonctionnement des sols et sur les enjeux liés à leur préservation.

Crédit : Agence Human



bilan hydrique (projet RuFor) et le carbone (projet ROCOCO, projet CASTOR). Par ailleurs, l'Etat accompagne des programmes intégrant en partie les sols forestiers : le PEPR exploratoire FairCarbon qui s'intéresse au cycle du carbone en lien avec les écosystèmes continentaux et le PEPR FORESTT sur les forêts et les changements globaux. Enfin, différents réseaux d'acteurs contribuent à améliorer et diffuser les connaissances sur les sols et les forêts : le Réseau National de coordination de l'Expertise Scientifique et Technique sur les sols (RNEST) mis en place en 2016, le Groupement d'intérêt public (GIP) Ecofor (Écosystèmes forestiers) ayant pour mission de mettre en commun des moyens pour faire progresser la recherche et gestion forestières et le RMT AFORCE pour préparer l'adaptation des forêts au changement climatique tout en favorisant leur capacité d'atténuation.

Sur le volet formation et sensibilisation, le projet IPR Sol a développé des formations des référents *indicateurs de la qualité des sols forestiers*, répartis dans les différentes régions de France afin de sensibiliser et transférer l'expertise sur les diagnostics de qualité des sols forestiers. En termes d'outils de sensibilisation, en collaboration avec l'AFES, l'ADEME a développé la *Fresque du Sol*, un outil ludique et collaboratif qui vise à diffuser

un langage commun sur le fonctionnement des sols et sur les enjeux liés à leur préservation.

L'ORIGINE DU PLAN

La nécessité d'un plan d'action pour la préservation des sols forestiers a été mise en avant lors des Assises de la forêt et du bois, lancées en octobre 2021 par les ministères de l'Agriculture, de la Transition écologique et de l'Industrie et clôturées en mars 2022. La préservation des sols forestiers a constitué un enjeu convergent pour de nombreux acteurs et a finalement été retenue parmi les 25 mesures annoncées lors de la clôture des Assises. Les sols forestiers sont au croisement d'une multitude d'enjeux, i.e., production de matériaux et d'énergies renouvelables, adaptation et atténuation du changement climatique, maintien de la biodiversité.

Comme évoqué plus haut, ce plan s'inscrit dans la feuille de route *Forêt* de la planification écologique et dans la SNB, en articulation avec les conclusions des Assises. La mesure 26 *Protéger et restaurer nos sols* de la SNB intègre une action 4 *Mettre en place un plan interministériel pour la protection des sols forestiers*.



5

UNE CONSTRUCTION ET UNE GOUVERNANCE du plan impliquant l'ensemble des acteurs concernés pour que ses actions soient largement mises en œuvre

5.1 LA DÉMARCHE D'ÉLABORATION : LA CO-CONSTRUCTION AVEC LES PARTIES PRENANTES

Compte tenu de la diversité des acteurs de la filière forêt-bois, l'élaboration d'un plan d'actions pour la préservation des sols forestiers nécessitait une phase de co-construction réunissant les représentants des filières et des propriétaires forestiers, des scientifiques et des ONG. Cette approche participative avait pour ambition de bien identifier les besoins et les perceptions de chaque partie prenante et de promouvoir le partage et les synergies.

La phase de co-construction s'est décomposée en deux réunions plénières (réunion de lancement et réunion de consolidation) et six ateliers thématiques animés par des experts structurés en 3 axes :

- 1) Formation/sensibilisation ;
- 2) Nouveaux leviers incitatifs (organisationnels, réglementaires, économiques) ;
- 3) Connaissance et réseaux de suivi.

En parallèle, les acteurs étaient invités à déposer, dès la réunion de lancement du plan, des propositions de fiches d'actions. Le contenu de ces fiches a ensuite été amélioré/consolidé tout au long de cette phase de co-construction avec des sessions de travail spécifiques lors des ateliers.

Au total, plus de 100 personnes ont été impliquées dans les différentes étapes de cette phase.

Le projet de plan élaboré sur la base de ces contributions a ensuite fait l'objet d'une consultation du Conseil supérieur de la forêt et du bois au travers de son (comité spécialisé Gestion durable des forêts), ainsi que d'une information du Conseil national de la protection de la nature d'une part et du Comité national biodiversité, d'autre part.

◆ **PHOTO** : Discours de conclusion d'Agnès Pannier-Runacher, ministre de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche, lors de la soirée célébrant les 20 ans de l'interprofession nationale *France Bois Forêt* et le rattachement de la forêt au ministère.

Crédit : Jeanne Accorsini, le 4 février 2025

5.2 LE FINANCEMENT DU PLAN D'ACTION ET LES MODALITÉS DE MISE EN ŒUVRE

En plus des engagements financiers déjà déployés en faveur de la filière forêt-bois (France 2030, fonds vert, fond pérenne renouvellement forestier), les crédits de la planification écologique, les crédits du programme Agriculture, alimentation, forêt et affaires rurales et les crédits du programme Paysage, eau et biodiversité, dans le budget de l'Etat et ses opérateurs, permettront de contribuer aux objectifs du plan d'action pour la préservation des sols forestiers et de mettre en place l'ensemble des actions définies dans le plan.

La mise en œuvre de ce plan d'action nécessitera également la mobilisation des

acteurs économiques de la filière forêt-bois, et des fonds de formation continue, qui pourront apporter des cofinancements pour la réalisation des études ou actions. Ils participeront également à travers différents groupes de travail et réseaux d'acteurs prévus dans ce plan. De plus, le développement de paiements pour services environnementaux (PSE) pour les pratiques les plus vertueuses notamment pour la préservation des sols permettra également d'attirer à moyen terme des financements privés.

5.3 LA GOUVERNANCE ET LE SUIVI DU PLAN

Le plan d'action pour la préservation des sols forestiers est piloté par le ministère de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche (MTEBFMP). L'animation de l'élaboration et du suivi du plan a été confiée à l'ADEME. Le plan fixe des objectifs à horizon 2030. Il s'applique sur le territoire hexagonal, ainsi que sur les territoires ultra-marins pour les mesures qui s'y prêtent. Une évaluation du plan sera réalisée à mi-parcours via une analyse des indicateurs et permettra d'affiner ou établir des nouvelles actions.

La gouvernance du plan s'organise autour :

◆ **D'un comité de pilotage Etat** chargé du pilotage de la mise en œuvre du plan d'action, qui priorisera les actions en fonction des enjeux, d'un bilan annuel préparé par l'ADEME et du pilotage budgétaire.

◆ **Du Conseil Supérieur de la Forêt et du Bois**, et notamment son comité spécialisé gestion durable qui examinera le bon déroulement du plan.

Les modalités de mise en œuvre du plan d'action intègrent la mise en place des appels à projets de recherche en articulation avec les différents réseaux et dispositifs existants, la contractualisation des études et des actions d'animation et formation, le lancement des appels à manifestations d'intérêt pour des propriétaires forestiers ou entreprises forestières ou encore la création des groupes de travail pour une meilleure préservation des sols forestiers.

6

L'AMBITION ET LES OBJECTIFS du plan d'action en faveur de la préservation des sols forestiers

En s'inscrivant dans la feuille de route Forêt de la planification écologique, de la Stratégie Nationale Biodiversité, de la troisième Stratégie Nationale Bas Carbone et du troisième Plan National d'Adaptation au Changement Climatique, l'ambition du plan d'action est de **maintenir les fonctionnalités des sols forestiers, avec 5 enjeux majeurs** :

- ◆ **Conserver l'intégrité physique** des sols forestiers au travers notamment de la prévention du tassement et de l'érosion ;
- ◆ **Maintenir la fertilité chimique** des sols forestiers pour répondre aux besoins des végétaux et favoriser l'équilibre de l'écosystème ;
- ◆ **Sécuriser le puits de carbone** sol forestier à son niveau actuel, estimé aujourd'hui à 7,4 Mt CO₂/an¹³ conformément aux projections climatiques nationales du secteur, en préservant les stocks de carbone et en favorisant la séquestration carbone ;
- ◆ **Préserver la biodiversité**, facteur et indicateur de la résilience des écosystèmes forestiers ;
- ◆ **Préserver le rôle de régulation des sols forestiers dans le cycle de l'eau.**

En vue de prévenir et réduire les pressions en réponse à ces enjeux, les objectifs suivants ont été définis. Ils sont assortis d'indicateurs mesurables, pour partie adossés sur les indicateurs de gestion durable de l'Inventaire forestier national. L'évolution de ces indicateurs sera évaluée à mi-parcours (2027) et à échéance de la mise en œuvre du plan (2030).

En outre, une évaluation des surfaces forestières impactées par le tassement au niveau national sera mise en place dans le cadre de l'action 1.3 du plan.

-LES OBJECTIFS DU PLAN SONT :

1. Maintenir, créer et respecter les cloisonnements ou pistes d'exploitation et promouvoir des méthodes de débardage à faible impact ;

*Pourcentage de surfaces circulées à l'échelle de la parcelle (objectif cible de 20 % maximum)
Pourcentage de parcelles avec cloisonnements ou pistes d'exploitation dans le cadre des projets soutenus au titre du fonds de renouvellement forestier.*

2. Raisonner le travail du sol avant plantation afin de limiter les effets du travail en plein ;

Pourcentage de surface de reboisement avec préparation ciblée (sans préparation en plein) dans le cadre des projets soutenus au titre du fonds de renouvellement forestier.

3. Maintenir sur place le feuillage et les souches, limiter et adapter la récolte de menus bois selon la sensibilité des sols à l'export d'éléments minéraux.) ;

Volume de bois mort au sol à l'hectare (indicateur 4.5 de gestion durable).

4. Garantir la pérennité du couvert forestier en assurant sa reconstitution, favoriser le couvert forestier continu notamment en zone de pente ;

Surface de forêt reconstituée après sinistre.

¹³ Ce résultat est issu des travaux préparatoires à l'élaboration de la Stratégie nationale bas carbone 3, et est susceptible d'être mis à jour dans le cadre de sa future publication.



Pour atteindre ces objectifs, les leviers d'action identifiés par le plan se déclinent en 5 axes :

◆ **AXE 1** ◆

Connaître et surveiller les sols forestiers

◆ **AXE 2** ◆

Mobiliser le bois avec des pratiques et équipements à faible impact

◆ **AXE 3** ◆

Former et sensibiliser sur la gestion durable des sols forestiers

◆ **AXE 4** ◆

Accompagner économiquement les pratiques sylvicoles et les investissements matériels les plus vertueux

◆ **AXE 5** ◆

Encadrer les facteurs de pressions dans les textes de planification forestière, les réglementations et les cahiers des charges

Ce plan doit ainsi permettre d'identifier et de combler des lacunes de connaissances et de renforcer les réseaux de surveillance des sols (axe 1), d'intégrer des actions opérationnelles pour passer de la théorie à la pratique et pour lever des freins et/ou inciter à mettre en œuvre les bonnes pratiques. Dans cette optique, l'évaluation technico-économique des solutions est une dimension essentielle (axe 2).

Une attention particulière est portée à l'accompagnement des acteurs en leur facilitant l'accès à la connaissance (outil d'aide à la décision, formations, ...) (axe 3) mais également en proposant des nouveaux leviers économiques (axe 4) et réglementaires (axe 5) pour promouvoir la transition vers des pratiques préservant mieux la qualité des sols.

Chaque action fait l'objet d'indicateurs de moyens qui seront suivis annuellement dans le cadre du pilotage de l'exécution du plan.



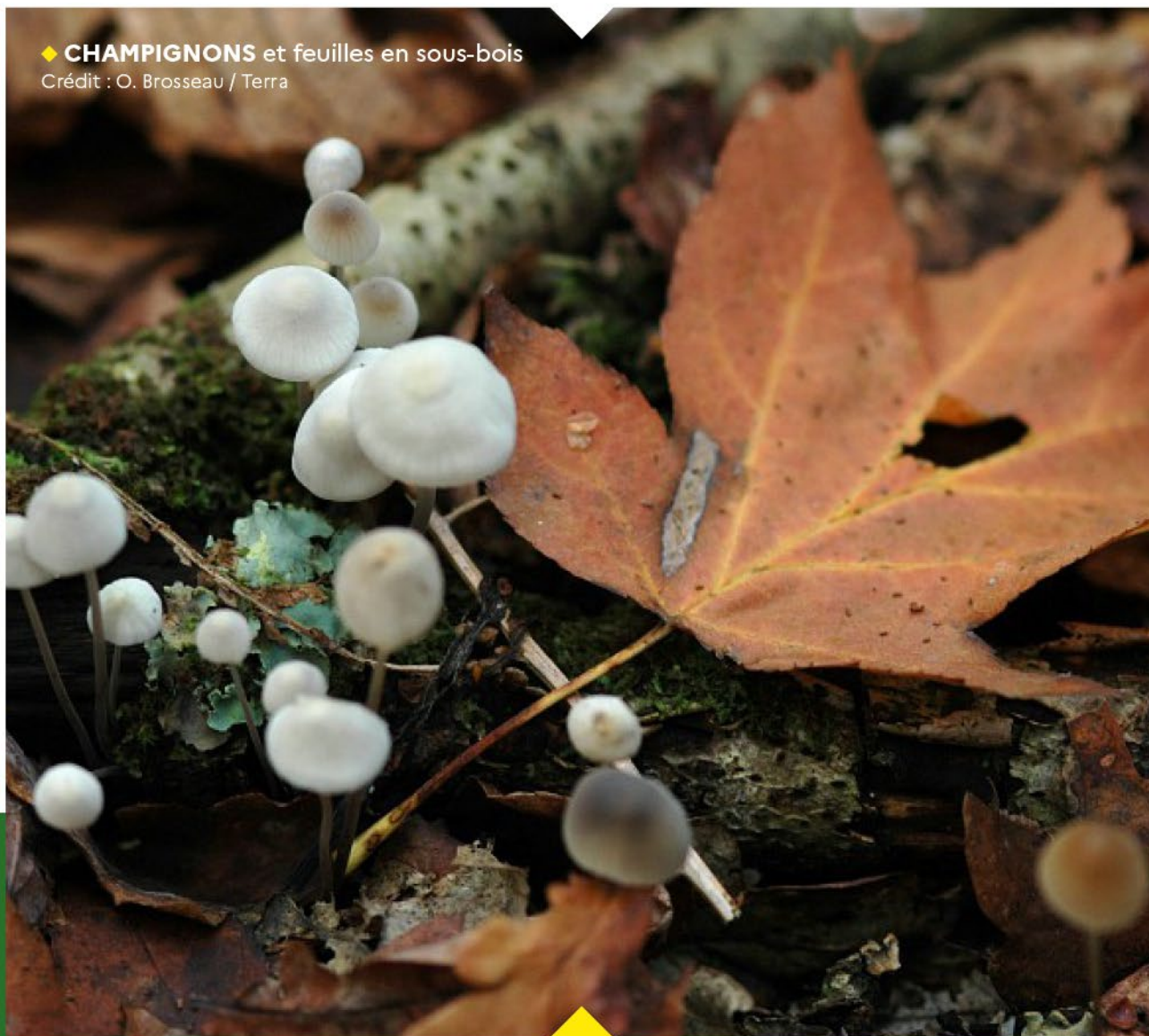
◆ **JEUNE PLANT** dans une forêt jurassienne
Crédit : A. Bouissou / Terra



Passer à l'action pour préserver les **SOLS FORESTIERS**



◆ **CHAMPIGNONS** et feuilles en sous-bois
Crédit : O. Brosseau / Terra



AXE 1

Connaître
et surveiller les sols
forestiers



AXE 1

CONNAÎTRE ET SURVEILLER LES SOLS FORESTIERS

Une surveillance renforcée de la santé des sols forestiers est un préalable nécessaire à une action efficace en faveur de leur préservation.

Ces dernières années, les démarches de suivi et de recherche mises en place en lien avec la qualité des sols et les écosystèmes forestiers ont permis d'améliorer les connaissances sur les sols forestiers et ainsi concourir à la définition des actions prioritaires de ce plan.

Ces efforts sont à poursuivre et à intensifier afin de structurer le recueil des données et informations permettant de documenter et d'évaluer la vulnérabilité des sols forestiers à l'égard des pratiques de gestion dans le contexte du changement climatique, ainsi que d'éclairer les mesures les mieux adaptées à leur préservation.

En approfondissant des questions de recherche sur les propriétés et les fonctions du sol, le stress environnemental et les effets des perturbations, la science du sol peut en effet éclairer les gestionnaires et les acteurs publics en orientant vers des pratiques efficaces et protectrices. Cette recherche sera facilitée par les progrès de la cartographie ainsi que par l'accessibilité des données et par l'émergence de nouveaux modèles permettant d'évaluer les processus et leur dynamique dans le temps.

A travers l'accompagnement des réseaux de suivi de la qualité des sols forestiers et le soutien à la recherche, cet axe vise à renforcer les connaissances sur les sols forestiers et sur les processus de dégradation pour mieux protéger et gérer les sols.

Action 1.1 Surveiller les sols forestiers

◆ OBJECTIF

Cette action vise à **renforcer et pérenniser la surveillance des sols forestiers et de leurs fonctionnalités à l'échelle du territoire national**, en consolidant et améliorant l'apport et la complémentarité des réseaux existants (RMQS, RENECOFOR et IFN) ; et en intégrant des nouvelles mesures qui mèneront à une vision plus complète du fonctionnement et de la santé des sols forestiers.

Elle s'inscrit dans le contexte de la définition en cours d'un cadre renforcé de la surveillance des sols à l'échelle de l'Union européenne, avec le projet de directive sur la surveillance et la résilience des sols. Un recensement régulier et exhaustif de la biodiversité européenne et nationale mobilisant à la fois les méthodes traditionnelles et de nouvelles techniques innovantes au travers de l'ADN environnemental, est également prévu par la SNB 2030.

La surveillance des sols constitue un pilier essentiel pour leur gestion durable et in fine leur préservation. L'évolution lente du sol nécessite un suivi de ses propriétés sur le long terme pour appréhender sa dynamique et mieux caractériser les impacts des travaux et pratiques sylvicoles sur leur multifonctionnalité dans un contexte de changement climatique. En effet, certains processus sont encore mal connus, notamment ceux en lien avec l'activité des organismes du sol et ceux relatifs aux flux de carbone.

Les données acquises sur les sols forestiers dans les réseaux et programmes d'observation et de suivi RMQS, RENECOFOR et de l'IFN, constituent une base essentielle à ce titre et doivent permettre de détecter de façon précoce l'apparition et les tendances de ces évolutions, en lien avec le volet recherche objet de l'action 1.2.

Ces réseaux seront complétés par un dispositif de suivi de la biodiversité des sols sur des sites à haut degré de naturalité et protégés développé dans le cadre d'un projet européen du programme Biodiversa+ (Seeber, 2024). Les méthodes mises en œuvre au sein des différents réseaux seront adaptées pour permettre une valorisation conjointe sur les sols forestiers.

◆ CONTENU

Sous-action 1.1.1 : Compléter le réseau RMQS et ses mesures en matière de sols forestiers

Il s'agira notamment de :

- Renforcer le réseau de surveillance par l'extension et la densification du réseau dans les territoires d'outre-mer ;
- Renforcer la surveillance de la biodiversité des sols forestiers en s'appuyant sur les résultats du test mené dans le cadre du projet RMQS-Biodiversité ;
- Collecter et organiser la capitalisation des données sur l'historique et les pratiques de gestion des sites forestiers du RMQS, indispensables pour interpréter les évolutions des paramètres des sols suivis (stocks de carbone, contaminants et santé, fertilité chimique, biodiversité), en lien avec le PEPR FairCarbon).

En particulier, en ce qui concerne la fertilité et le stock carbone, le traitement de données de la deuxième campagne RMQS couplé à la récolte d'éléments sur l'historique de gestion, permettra d'assurer un comparatif précis entre les deux campagnes et de venir renforcer les résultats de flux de carbone des campagnes RENECOFOR ciblées sur les forêts publiques. Cette évolution facilitera la comptabilité de flux de carbone dans les sols forestiers, objet d'enjeux important au regard des dispositifs européens (LULUCF) et de l'objectif d'atteinte de la neutralité carbone en 2050 (SNBC).

Sous-action 1.1.2 : Enrichir le réseau RENECOFOR de nouveaux paramètres de suivi et d'analyse

Le monitoring de la qualité des sols forestiers à long terme se poursuivra par l'organisation de la 3ème campagne de prélèvement de sol sur l'ensemble des placettes RENECOFOR à T+30 ans, en la complétant par l'analyse métagénomique de la biodiversité des sols.

La compréhension des évolutions temporelles de la qualité des sols sera approfondie à travers les connaissances acquises sur les flux d'éléments au sein des écosystèmes forestiers et par la mise en place de dispositifs de suivi intégrant davantage de paramètres sur certaines placettes (humidité des sols).

En Guyane, la caractérisation des sols pourra être poursuivie et complétée au travers des placettes du réseau Guyafor.

Sous-action 1.1.3 : Mettre en place un suivi du tassement des sols dans le cadre de l'Inventaire Forestier National

Une évaluation des surfaces forestières impactées par le tassement des sols sur l'ensemble du territoire national est essentielle pour disposer d'une vision de l'état des sols. Les mesures réalisées actuellement sur les réseaux de suivi des sols ne sont pas suffisantes pour disposer de cette donnée-clé.

Un suivi du tassement des sols sera instauré dans le cadre de l'Inventaire statistique Forestier National, au travers de la mise au point d'un protocole avec collecte annuelle et traitements associés.

Cette évaluation annuelle par l'inventaire forestier national permettra un suivi des pratiques dans le temps et une évaluation de l'impact des mesures adoptées pour réduire le tassement des sols forestiers et contribuera à la mise en place d'un observatoire national du tassement des sols forestiers, en lien avec les remontées des autres réseaux mentionnés dans le cadre de la présente action. D'autres méthodes de suivi du tassement sont actuellement à l'étude (notamment par LIDAR) nécessitant encore des recherches pour être déployées à grande échelle (voir action 1.2).

◆ PILOTES PRESENTIS

1.1.1 GIS Sol (RMQS)

1.1.2 ONF (RENECOFOR)

1.1.3 IGN (IFN)

◆ PARTENAIRES PRESENTIS

- 1.1.1 RMQS : Membres du GIS Sol UR Info&Sols, UMR Silva (INRAE, APT, UL), UMS Patrinat, GIP Ecofor, et Univ Catholique Louvain, gestionnaires d'aires protégées
- 1.1.2 Membres du conseil scientifique de RENECOFOR, UMR Silva (INRAE, APT, UL), UMS Patrinat, gestionnaires d'aires protégées
- 1.1.3 UMR SILVA (INRAE, APT, UL), ONF, FCBA, coopératives dont Unisylva, gestionnaires d'aires protégées

◆ INDICATEURS

- Nombre de sites « sols forestiers » couverts par des réseaux de surveillance au sein de l'Hexagone, la Corse et l'outre-mer
- Estimation des surfaces forestières impactées par le tassement au niveau national et mise en place d'un observatoire national du tassement des sols forestiers

Action 1.2 À l'appui d'un appel à projet national, développer les connaissances sur les fonctionnalités des sols forestiers et les impacts des changements globaux et activités humaines sur les sols forestiers

◆ OBJECTIF

Cette action vise, au travers d'un appel à projet national de recherche-action sur les sols forestiers, à développer les connaissances sur les fonctionnalités des sols forestiers et améliorer la compréhension des processus de dégradation des sols et de restauration de la santé des sols. In fine, l'objectif est de mieux caractériser et quantifier les impacts de pratiques pour identifier celles à moindre impact.

Pour passer de la recherche à l'action, les projets devront contribuer au développement des outils robustes d'aide à la décision à destination des gestionnaires. L'implication des territoires pilotes ainsi que des collaborations entre chercheurs et gestionnaires forestiers, collectivités ou gestionnaires d'aires protégées sont attendues et notamment avec les opérateurs du réseau R&D mécanisation prévu dans l'action 2.1.

L'action proposée s'inscrira en complémentarité d'autres programmes de recherche notamment ANR PEPR FairCarboN, ANR PEPR FORESTT, Mission Sol d'Horizon Europe et ADEME GRAINE soutenant des projets permettant d'améliorer les connaissances sur les sols forestiers.

Un des objectifs de cette action sera également de contribuer à répondre au cadre de surveillance de la santé des sols en cours de discussion autour du projet de directive sur les sols, ainsi qu'à la déclinaison des mesures de restauration prévues par le Règlement Restauration de la nature.

◆ CONTENU

Un appel à projet de recherche-action sur les sols forestiers sera lancé par l'ADEME sur la période 2024-2027 intégrant les thématiques suivantes :

- Les fonctionnalités des sols (stockage de carbone, fonction hydrique, biodiversité, fertilité)
Il s'agira d'appréhender les évolutions temporelles et spatiales de ces fonctionnalités dans différents contextes territoriaux (exemple : forêt à haute valeur de naturalité au sein d'une aire protégée, forêt subnaturelle, forêt de plantation...) et sous différents scénarios de changement climatique.

In fine, ces travaux permettront d'améliorer les modélisations prédictives, notamment sur la dynamique du carbone et le bilan hydrique.

Ces travaux permettront également de répondre et de renseigner les indicateurs de surveillance de la santé des sols établis dans le cadre du projet de directive.

- Les processus de dégradation et restauration de la qualité des sols forestiers
L'objectif sera de comprendre les processus de dégradation sous l'effet de différentes pratiques sylvicoles et dans différents contextes, ainsi que les effets de ces dégradations des sols sur les peuplements forestiers, étudier les conditions et méthodes de restauration de la santé des sols, au travers :
 - Du développement d'approches et méthodes pour évaluer/quantifier les impacts à différentes échelles (parcelle, massif, sylvoécocorégion, territoire national) ;
 - De la pérennisation des sites expérimentaux existants et du développement de nouveaux dispositifs de long terme.
- Les outils à destination des gestionnaires
Il s'agira de créer des outils d'aide à la décision permettant de limiter les dégradations des sols (exemples : développer des outils de diagnostic prédictif de maintien de la praticabilité des voies de circulation, intégration des aspects carbone dans For-Eval, synthèses de l'état de l'art des processus de dégradation des sols en lien avec les pratiques sylvicoles et des préconisations pour une gestion durable des écosystèmes forestiers) et de restaurer les sols dégradés.

◆ PILOTES PRESENTIS

ADEME

◆ PARTENAIRES PRESENTIS

GIP ECOFOR, INRAE, CNRS, ONF RDI, FCBA, CNPF-IDF, IGN, UCFF, FNEDT, gestionnaires d'aires protégées, OFB, MNHN, UMS Patrinat

◆ INDICATEURS

- Nombre de projets de recherche soutenus et enveloppe financière dédiée
- Outils d'aide à la décision ou guides de bonnes pratiques développés

Action 1.3 Organiser et valoriser les données pédologiques forestières

◆ OBJECTIF

Cette action vise à bancariser les données pédologiques forestières disponibles au format DoneSol, à proposer une méthode de modélisation et de spatialisation des stations forestières et de leurs propriétés, ainsi qu'à faciliter leur intégration dans des outils d'aide à la décision opérationnels pour la gestion forestière.

Il est indispensable, au regard du changement climatique, d'accélérer le développement des outils de cartographie des stations forestières qui permettront aux décideurs et gestionnaires d'assurer l'avenir des peuplements et de favoriser la résilience des forêts. Les cartes à fine résolution spatiale permettront d'affiner le choix des essences forestières et les itinéraires sylvicoles, selon les propriétés des stations forestières.

◆ **CONTENU**

L'action consiste à élaborer :

- une méthode de cartographie des stations forestières (CDTAFOT) en améliorant la résolution spatiale des cartographies des types des sols forestiers et de leurs propriétés ;
- un guide technique qui sera diffusé pour des tests et un retour d'expérience.

Il s'agira de :

- Inventorier les données disponibles et définir les territoires pilotes d'intérêt ;
- Capitaliser les données pédologiques forestières de ces territoires dans le système d'information national (DoneSol du GIS Sol) en les traduisant spatialement sous la forme de cartes accessibles explicitant la répartition des types de sols. Ces informations constitueront les données d'apprentissage des modèles statistiques ;
- Développer un protocole diffusable et généralisable visant à caractériser finement un secteur et prédire, par des méthodes de cartographie par modélisation statistique, des sols ou des propriétés du sol sur l'ensemble du territoire pilote.

◆ **PILOTES PRESENTIS**

GIS Sol, en lien avec les acteurs forestiers pour identifier les besoins

◆ **PARTENAIRES PRESENTIS**

INRAE, RMT Sols et Territoires, IGN, ONF et CNPF, FNB, gestionnaires d'aires protégées

◆ **INDICATEURS**

- Nombre de points d'observation (profils et de sondages pédologiques forestiers) bancarisés dans DoneSol
- Cartes des propriétés des sols forestiers pour territoires pilotes

◆ **DÉBARDAGE** dans la forêt domaniale de Blois

Crédit : L. Mignaux / Terra



AXE 2

Mobiliser le bois
avec des pratiques
et équipements
à faible impact



AXE 2

MOBILISER LE BOIS AVEC DES PRATIQUES ET ÉQUIPEMENTS À FAIBLE IMPACT

Des guides de bonnes pratiques pour la préservation des sols forestiers à destination des opérateurs économiques existent. Cependant la mise en œuvre sur le terrain de ces recommandations reste encore difficile, notamment au regard de sa faisabilité technique et économique.

L'ambition de l'axe 2 est de mobiliser le bois tout en préservant les sols. D'une part, elle vise à évaluer collectivement et dans une approche multicritères les performances des pratiques et des matériels pour des systèmes opérationnels. D'autre part, elle vise à développer le recours à des modes de débardage à faible impact, notamment le débardage par câble.

Action 2.1 Structurer un réseau national sur la mécanisation forestière, pour évaluer ensemble les performances des outils de mécanisation et diffuser les bonnes pratiques associées

◆ OBJECTIF

Les impacts aux sols sont souvent liés à l'utilisation de machines lors des travaux de récolte ou à des organisations de travaux non adaptées à la capacité de résilience des sols forestiers.

Cette action a pour objectif de **créer un réseau national d'acteurs dédié à la mécanisation, aux travaux forestiers et à la gestion durable des sols**, avec les objectifs suivants :

- Participer au développement de connaissances scientifiques du fonctionnement des sols pour une meilleure appropriation des mesures de réduction des impacts ;
- Evaluer les performances environnementales, techniques, organisationnelles et économiques de pratiques et matériels pour des systèmes opérationnels ;
- Favoriser le transfert et l'appropriation de techniques de travail, telles que les cloisonnements d'exploitation, et d'équipements plus performants au regard de la préservation des sols auprès des acteurs forestiers, des constructeurs, et des apprenants en formation ;
- Encourager les constructeurs dans la recherche de solutions matérielles innovantes pour réduire l'impact du machinisme **sur les sols**.

Les acteurs de recherche impliqués dans l'action 1.2 seront mobilisés pour participer et collaborer à ce réseau national. Il permettra d'améliorer la connaissance fonctionnelle des sols par les forestiers et inversement **afin** que les chercheurs améliorent ces connaissances sur les contraintes technico-économiques des opérations sylvicoles.

Les pilotes de ce réseau participeront à l'action 3.1 (centre de ressources) pour assurer la diffusion de connaissances développées par le réseau mécanisation et gestion durable de sols.

◆ CONTENU

Sous-action 2.1.1: Installation et animation d'un réseau national d'acteurs (forestiers, constructeurs, acteurs de la recherche, etc.) dédié aux travaux forestiers (organisation des opérations forestières + mécanisation) et à la gestion durable des sols

Ce réseau aura vocation à établir et porter la mise en œuvre d'une feuille de route pour évaluer les performances environnementales, techniques, organisationnelles et économiques de systèmes de récoltes ou d'engins forestiers.

Sous-action 2.1.2 : Evaluation environnementale et technicoéconomique des équipements et systèmes de récolte

Dans le cadre de la mise en œuvre de cette feuille de route, il s'agira en particulier de :

- Définir des protocoles d'étude simplifiés et validés par la communauté scientifique pour évaluer les opérations forestières et leurs impacts (tassement, érosion, baisse de fertilité, perte de biodiversité du sol et déstockage du carbone), tester et vérifier les équipements, engins, ou modes opératoires vis-à-vis de la préservation des sols.
- Évaluer in situ par un réseau de sites et chantiers
- Élaborer un outil d'aide à la décision pour le choix du système de récolte le plus efficient. Une évaluation de la performance économique est également requise afin d'identifier un éventuel surcoût pour que les décideurs puissent le prendre en considération dans leur évaluation. Cela permettra de mettre à jour les guides de recommandations en intégrant ces nouveaux paramètres

A titre d'exemple, le projet GOLD (projet en cours de contractualisation financé par l'ADEME) contribuera à cette action au travers de l'évaluation sur différents chantiers des recommandations de guides Pratic'sols et Gerboise pour la protection physique des sols et le maintien de la fertilité chimique. Les résultats seront valorisés sous forme de fiches pratiques permettant le déploiement de modalités opérationnelles en fonction de la sensibilité des sols.

◆ PILOTES PRESENTIS

FCBA/ONF/GCF

◆ PARTENAIRES PRESENTIS

FCBA, GCF, FBF, FNB, FNEDT, ONF, ADEME, OFB, APCA, CNPF, AFES, INRAE, Etablissement d'enseignement forestier, constructeurs d'engins forestiers, gestionnaires d'aires protégées, ONG

◆ INDICATEURS

- Nombre de sites et chantiers vitrine
- Outil d'aide à la décision pour le choix du système de récolte le plus efficient

Action 2.2 Développer le débardage par câble, mode d'exploitation à faible impact

◆ OBJECTIF

Cette action vise à **accompagner le développement du débardage par câble, mode d'exploitation à faible impact** sur le sol.

En effet, les systèmes classiques pour mobiliser les bois sont des systèmes terrestres faisant intervenir différents types de machines qui circulent au minimum sur 20 % de la surface quand un réseau de cloisonnements existe et qu'il est respecté. De plus, ces systèmes ne peuvent être mis en œuvre que dans des conditions climatiques propices au risque d'engendrer des dégradations du sol.

En revanche, le débardage par câble aérien ne touchant que 3 à 5 % de la parcelle peut être utilisé tout le long de l'année (le système du câble aérien est indépendant des conditions météorologiques).

Si son coût journalier est actuellement supérieur au système classique, il présente de nombreux bénéfices :

- Limiter les impacts sur le tassement des sols ;
- Réaliser des économies sur le moyen/long terme à l'échelle de la parcelle et du massif (pas de perte de production liée au tassement, pas de coût de remise en état, moins d'investissement en infrastructure routière en montagne...);
- Sécuriser l'approvisionnement de la filière bois (plus spécifiquement bois d'œuvre) en évitant les coûts liés aux ruptures d'approvisionnement en période humide suite aux suspensions de chantier mises en place par les gestionnaires forestiers pour protéger les sols ;
- Faciliter l'amortissement des coûts fixes pour les entreprises de travaux forestiers (ETF), par la complémentarité du déploiement de chantiers en plaine sur sols sensibles l'hiver et en montagne l'été ;
- Renforcer la sécurité du chantier.

Cette action vise donc à accompagner le développement du débardage par câble grâce à la création d'une formation des opérateurs câblistes, l'accompagnement de la structuration de la filière par la création d'une structure collaborative, le soutien économique à l'équipement ainsi que la réalisation d'une étude technico-économique pour évaluer les bénéfices et les contraintes pour promouvoir le développement de ce mode de débardage alternatif.

◆ CONTENU

Sous-action 2.2.1 : Créer en France une formation spécialisée relative à la filière du débardage par câble

Aujourd'hui, il n'existe pas en France de formation pour des opérateurs et chefs d'équipe câblistes et le métier de câbliste n'existe pas dans les référentiels métier (ROME ou RNCP), d'où des difficultés récurrentes lors du recrutement d'opérateur. Pour lever ces verrous, l'action consiste à :

- Créer une formation câble dans un ou deux CFA ou création d'un centre de formation d'apprentis (CFA) d'entreprise via une structure collaborative des câblistes. Equiper avec du matériel innovant et performant les exploitations forestières supports de formation des CFA ;
- Créer un référentiel de formation et de fiches métier
 - mission d'ingénierie de formation (CS, CQP CFA)
 - transfert des résultats vers les centres de formation
 - formation des formateurs (ex : via les câblistes) ;
- Communication "grand public" sur ces formations.

Sous-action 2.2.2 : Accompagner la structuration de la filière câble par la création d'une structure collaborative

Accompagner la création d'une structure collaborative (statut juridique à définir en début de projet) pour les câblistes qui permettrait aux acteurs de la filière câble de se concentrer sur leurs compétences et augmenter leur productivité (ex : mutualisation des tâches administratives et de ressources humaines), de faciliter l'installation de nouvelles entreprises et pouvant aussi porter la formation des opérateurs.

Sous-action 2.2.3 : Soutenir économiquement les investissements matériels pour la filière câble

En lien avec l'action 4.1 relative aux dispositifs d'aides sylvicoles et aux investissements matériels respectueux de sols, une priorité sera donnée aux équipements de la filière câble comme mode d'exploitation à faible impact.

Sous-action 2.2.4 : Réaliser une étude technico-économique des opportunités, contraintes et besoins d'accompagnement pour le développement de la filière câble, intégrant :

- Une **évaluation de la ressource potentielle**, prenant en compte les enjeux environnementaux et paysagers, pour le système aérien en termes de volume et de surface par l'identification des parcelles à risques (ex : croisements des essences concernées, lieux, sensibilité au tassement, ...) ;
- Une **analyse technico-économique de la filière** pour mieux évaluer les surcoûts du débardage par câble par rapport aux systèmes terrestres pour différents contextes forestiers ;
- Une **analyse macroéconomique** des gains pour la filière (absence de rupture d'approvisionnement de la filière) et pour les propriétaires (pertes potentielles de chiffre d'affaires) ;
- Une **évaluation des gains énergétiques** de ce système par rapport au système classique ;
- **L'identification des freins et leviers** d'accompagnement économiques pour promouvoir le développement de ce système et l'attractivité de la filière lors :
 - des investissements
 - de l'embauche de salarié/apprentis
 - de la mise en place de chantier école et pour la couverture de la perte de productivité engendrée.

Sur la base de cette étude, il s'agira d'élaborer un plan d'aide à l'investissement pluriannuel et notamment un dispositif financier compensant l'écart de coût avec le débardage traditionnel, s'il peut être estimé, qui pourrait être ciblé sur des zones sensibles prioritaires en plaine.

◆ PILOTES PRESSENTIS

Sous-action 2.2.1 : MTEBFMP (DGPE) ; ONF

Sous-action 2.2.2 : ONF+ Structure

Sous-action 2.2.3 : MTEBFMP (DGPE)

Sous-action 2.2.4 : Consortium FCBA, ONF, Beta

◆ PARTENAIRES PRESSENTIS

ONF - FBF - UCFF - FNEDT - OPCO - Centres de formation - FCBA - Beta (économie forestière) - ADEME - FNB

◆ INDICATEURS

- Nombre de formations câble et nombre de câblistes formés
- Evolution du volume de bois et de la surface débardés par câble

Action 2.3 Promouvoir des modes d'exploitation alternatifs à faible impact

◆ OBJECTIF

Cette action vise à **accompagner les dispositifs de débardage à faible impact sur les sols tels que le débardage au cheval ou autres animaux, ou encore le débardage par dirigeable en voie de développement**. Elle pourra agir au travers de la conservation des savoir-faire, de la formation, du soutien économique aux entreprises, du recueil de données scientifiques et d'une meilleure communication.

Le poids et la surface de contact au sol des chevaux est beaucoup moins important que celle occasionnée par les pneus ou chenilles des engins mécanisés et ne crée pas d'ornières. Ainsi, le débardage au cheval limite en surface et en profondeur l'impact sur le tassement du sol. Sont également concernés les ânes et mulets.

Le débardage au cheval présente également des avantages économiques à moyen et long terme (ex : diminution des pertes de production, des blessures, des infrastructures routières), environnementaux (ex : production de GES limitée, favorisation du stockage carbone) et sociétaux (ex : maintien d'emplois en zones rurales, maintien de races et de savoir-faire). Ils permettent également de faciliter l'exploitation forestière en zones sensibles telles que les zones montagneuses et les ripisylves.

Or, l'enquête menée courant 2023 auprès des débardeurs utilisant l'énergie animale montre qu'il ne reste que 15 professionnels avec des compétences forestières. Ces entreprises sont économiquement très fragiles et menacées à court terme de disparition. Il y a donc un enjeu de conservation des savoir-faire et de structuration économique de la filière.

Dans le contexte évolutif des méthodes de débardage du bois, chaque innovation sera étudiée pour en évaluer les opportunités dans le cadre d'une exploitation forestière vertueuse pour les sols forestiers. Par exemple, le débardage du bois par dirigeable dont il existe aujourd'hui une seule expérimentation, pourrait représenter une perspective novatrice dans l'exploitation forestière. Cette approche pourrait réduire la nécessité de routes d'accès terrestres, dans certains contextes.

◆ CONTENU

Sous-action 2.3.1 : Développer la structuration de la filière en mettant en place des formations de perfectionnement des débardeurs au cheval et en soutenant économiquement les entreprises

a) Formations

Le Certificat de Spécialisation Débardage (RNCP2273) est abrogé faute de candidats et d'adéquation aux besoins de formation. Deux groupes de travail réfléchissent actuellement à combler le manque de formation certifiante sur les travaux agricoles et forestiers en traction équine (l'un piloté par FEA et l'autre par CEF de l'IFCE).

Concernant les formations de perfectionnement, il pourrait s'agir de :

- **Transmettre des savoir-faire** : organisation de chantiers écoles notamment pour le débusquage dans les pentes, le menage au cordeau, l'organisation d'un chantier en toute sécurité ;
- Repérer les blocs de compétences dans les certifications existantes tant en attelage que dans le domaine forestier, pour **proposer, en lien avec les centres de formation des parcours de formation « sur mesure » permettant d'exercer l'activité de débardage** à traction animale dans les règles de sécurité, du bien-être animal et de l'agroécologie ; si besoin, mettre en place des blocs de compétences complémentaires et les inscrire au Répertoire spécifique de France Compétences ;
- **Promouvoir la méthode auprès des établissements (lycées, CFA, centre de formation pour adultes) mettant en œuvre des certifications (MASA ou autres)** en lien avec l'attelage ou le secteur forestier pour favoriser l'apprentissage de cette technique.

En parallèle de ces travaux, la DGPE sollicitera, en partenariat avec le CEF, les professionnels de l'attelage dans le cadre de la rénovation de l'actuel Certificat de spécialisation « utilisation et conduite d'attelage de chevaux » pour envisager la possibilité d'ajouter des modules optionnels sur l'usage agricole et forestier de l'attelage de chevaux.

b) Soutien économique des entreprises

Actuellement il n'y a pas ou très peu d'aides (selon les Régions) ciblées pour les entreprises travaillant avec des équidés. Il conviendrait d'en prévoir de nouvelles en ajustant les critères d'éligibilités au cheval et à la dimension économique des structures. Ces aides pourraient consister en :

- La mise en place **d'aides à l'investissement** ;
- La mise en place **d'aides au fonctionnement** à la fois aux **propriétaires forestiers** (compensation du surcoût) et aux entreprises (primes au m³). Elles doivent être accompagnées de communication et d'un système administratif simple ;
- La **promotion de ce système en zones sensibles** et/ou protégées avec des moyens incitatifs.

Sous-action 2.3.2 : Faire connaître le débardage au cheval et promouvoir la filière

Cette sous-action pourrait consister en la :

a) Réalisation des études permettant de mieux caractériser le débardage au cheval, pouvant intégrer :

- Le repérage des chantiers et l'identification des problématiques potentielles où l'utilisation de l'énergie animale est pertinente pour la préservation des sols et doit être promue ;
- Des analyses techniques et scientifiques sur l'effet de poinçonnage, la force de traction au regard du bien-être animal, le bilan carbone et la conservation du carbone dans les sols forestiers en chantier de débardage au cheval, l'impact des animaux de débardage sur les propriétés des sols en fonction des conditions d'application.

b) Promotion du débardage au cheval pouvant intégrer :

- L'élaboration et la mise en œuvre d'un plan de communication ;
- L'organisation de démonstrations lors de grands salons professionnels ;
- La mise en place d'une forêt de référence pour partager un retour d'expérience sur cette pratique ;
- Le développement de liens avec des pays qui ont une longue tradition de débardage au cheval.

Ce mode de débardage est notamment mis en œuvre au sein des aires protégées. Cette sous-action concernant la réalisation des études et la promotion de la filière pourra se développer en collaboration avec les structures gestionnaires des aires protégées.

◆ PILOTES PRESSENTIS

2.3.1 (Formations et soutien économique) : IFCE, DGPE

2.3.2 (Etudes et promotion) : IFCE, ONF, DGPE

◆ PARTENAIRES PRESSENTIS

Coopératives forestières, groupements forestiers, gestionnaires d'aires protégées, ONF, MTEBFMP (DGALN), FNB, OPCO, centres de formation, IFCE

◆ INDICATEURS

- Evolution de l'utilisation de méthodes alternatives de débardage logique pérenne (nombre de forêts, surfaces, volumes de bois mobilisés par EA) ;
- Nombre de formations débardage par traction animale et nombre de personnes formées.

◆ POUR L'ONF, la diversité des essences
et des structures de la forêt
est une réponse au défi climatique

Crédit : A. Bouissou / Terra



AXE 3

Former et sensibiliser
sur la gestion durable
des sols forestiers



AXE 3

FORMER ET SENSIBILISER SUR LA GESTION DURABLE DES SOLS FORESTIERS

Des outils de diagnostic de la sensibilité des sols et guides de bonnes pratiques existent, mais ils sont encore trop peu utilisés. Cette situation est en partie due à des difficultés technico-économiques, mais aussi à un manque de connaissance de cette problématique par les utilisateurs potentiels de ces outils.

L'ambition de l'axe 3 est une prise de conscience durable des enjeux liés à la préservation des sols

forestiers, en organisant le partage des informations et outils ainsi que la formation continue des gestionnaires et intervenants en forêt, ces questions étant déjà prise en compte dans le socle de la formation initiale.

Une attention particulière sera portée à la prévention relative aux modalités de mise en œuvre des chantiers nécessitant des interventions d'urgence en situation de crise (ex : tempêtes, incendies, maladies).

Action 3.1 Créer un centre de ressources numériques et une communauté d'échanges sur les sols forestiers

◆ OBJECTIF

L'objectif de l'action est de **favoriser le partage des connaissances sur les sols forestiers en organisant la mise à disposition des ressources utiles ainsi que les échanges et retours d'expériences entre acteurs.**

La bonne gestion des sols forestiers nécessite un accès à des données, informations et recommandations. Pourtant, celles-ci restent dispersées, souvent lacunaires, et parfois encore trop complexes pour une utilisation courante en forêt.

La présente action ambitionne d'améliorer et articuler des outils existants ou en réflexion afin d'offrir aux forestiers une source d'informations facile d'accès et d'appropriation. Il s'agira de créer une page dédiée aux sols forestiers dans l'observatoire national des forêts piloté par l'IGN, et la page renverra notamment vers le centre de ressources documentaires sur les sols forestiers de l'AFES qui sera amélioré et auquel sera ajouté une plateforme collaborative permettant les échanges entre acteurs.

◆ CONTENU

L'action consiste, dans la continuité des réflexions en cours, à mettre en place :

- un centre de ressources documentaires numérique sur les sols forestiers permettant de réunir et mettre à disposition notamment les guides, référentiels, indicateurs, cartographies sur les sols, catalogues de stations et contacts. Il s'appuiera sur la valorisation et l'alimentation du centre de ressources documentaires de l'Afés intégrant les résultats des travaux de l'axe 1 et 2 du plan d'action. Les pilotes du réseau mécanisation prévu dans l'action 2.1 participeront à la création et alimentation du centre de ressources afin d'assurer une bonne diffusion des résultats des expérimentations sur la mécanisation ;
- une communauté d'échanges des acteurs impliqués ou intéressés par la gestion durable des sols forestiers à réaliser sur la base des travaux déjà engagés sur la préfiguration d'une plateforme collaborative sur les sols (e-sol). Celle-ci sera dans un premier temps constituée autour d'un noyau acteurs déjà mobilisés dans le cadre de différentes démarches (IPRSols, communauté e-Sol et communauté de l'Observatoire national des forêts) puis étendue à toutes les parties prenantes et notamment les acteurs du réseau mécanisation prévu dans l'action 2.1.

L'action consistera également en l'animation de cette communauté « sols forestiers » (via une plateforme collaborative et des échanges de visu). Elle organisera, valorisera les retours d'expérience et encouragera la réalisation d'expérimentations pilotes et de démonstration des innovations sur le terrain. Les résultats alimenteront ainsi le centre de ressources au travers, par exemple, de la présentation de cas d'usages opérationnels.

En outre, la promotion de ce dispositif passera par une mise en visibilité au sein de l'Observatoire national des forêts, avec la mise en place d'une page dédiée aux sols forestiers qui fera le lien avec d'autres sites internet d'intérêt sur la question des sols forestiers (GIS sol, RMT sols et RMT AFORCE, Centre de ressources Afes, RNEST, ADEME, etc.) et qui orientera vers le centre de ressources documentaires et l'outil choisi pour animer la communauté.

◆ **PILOTES PRESENTIS**

AFES, IGN

◆ **PARTENAIRES PRESENTIS**

CA France, CA Grand Est en lien avec RMT Sols et Territoires, CNPF-IDF, ONF, INRAE Info&sols, ADEME, Etablissement d'enseignement forestier, FCBA, GCF, FNB, FBF

◆ **INDICATEURS**

Mise en place du réseau d'acteurs et de la plateforme collaborative afférente

Action 3.2 Développer la formation continue sur la qualité des sols forestiers et sensibiliser les acteurs dans le cadre de la gestion durable des forêts

◆ **OBJECTIF**

Cette action vise à consolider, faire essaimer et valoriser le dispositif de formation "qualité des sols forestiers" produit à l'issue du projet IPRSols. L'objectif est de démultiplier le nombre de personnes-ressource compétentes pour sensibiliser tous les acteurs de la filière forêt-bois à la préservation de la qualité des sols forestiers. La consolidation de ce dispositif de formation s'appuiera sur la valorisation de ressources pédagogiques et documentaires adaptées en collaboration avec l'Observatoire des forêts.

◆ **CONTENU**

L'action consiste à :

- Constituer, animer et suivre une communauté active de formateurs, composée des référents qualité des sols forestiers déjà formés dans le cadre du projet IPRSols et de nouveaux formateurs. Ce réseau pourra développer le partage de compétences, de ressources et outils et de méthodes d'enseignement, ainsi que sa valorisation en lien avec l'action 3.1 ;
- Développer l'organisation de formations et ateliers de sensibilisation en lien avec, et en appui des organisations socio-professionnelles partenaires de l'action. Il s'agira notamment d'assurer une ingénierie de projet dans cet objectif, d'enrichir et actualiser les supports pédagogiques de formation (e-learning, réseau de fosses, outils de terrain), et de communiquer et valoriser le projet auprès de la filière et de l'administration.

◆ **PILOTES PRESENTIS**

AFES et CNPF-IDF

◆ PARTENAIRES PRESENTIS

ONF-RDI, CDA France, IGN, OPCO, FBF, FNB

◆ INDICATEURS

- Nombre de formateurs qualifiés
- Nombre de sessions de formation et d'ateliers de sensibilisation "qualité des sols forestiers" conduits par ces référents.

Action 3.3 Elaborer un guide pour préserver les sols dans les chantiers en situation de crise

◆ OBJECTIF

L'action vise à **mettre en visibilité et en partage les précautions à prendre et les modes d'intervention à privilégier pour mieux préserver les sols lors de la réalisation de chantiers en situations de crise** (tempête, incendie, problème sanitaire).

Dans le contexte du changement climatique, qui va se caractériser par des épisodes de sécheresse prolongés, une intensification et une extension du risque d'incendie de forêt et une augmentation vraisemblable de la fréquence des tempêtes, la gestion des chantiers de crise est en effet devenue un enjeu majeur.

Or, les interventions réalisées dans l'urgence sont souvent à l'origine de dégradations importantes des sols. La définition et la diffusion de stratégies d'intervention en amont auprès des opérateurs doit permettre de préserver les sols tout en tenant compte de la sécurité des opérateurs dans ces contextes.

◆ CONTENU

Il s'agira de réaliser un guide à horizon 2025 de bonnes pratiques à mettre en œuvre pour les chantiers en situation de crise, intégrant les points de vigilance et les recommandations sur l'organisation de ces chantiers, les chaînes de décision, les équipements à prévoir en forêt (exemples : dessertes, réservoirs d'eau, cartographies...).

L'établissement de ces préconisations sera notamment fondé sur un retour d'expériences de précédents chantiers en situation de crise, les travaux menés dans le cadre de l'axe 2 et notamment l'action 2.1, ainsi qu'un benchmark dans des pays voisins européens.

Elles permettront de compléter les guides existants, notamment le « Guide de gestion des crises sanitaires en forêt » actualisé en 2021 et coordonné par le Centre national de la propriété forestière (CNPF), le Département santé des forêts (DSF), l'Office national des forêts (ONF) et l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE).

Des propositions d'amélioration concernant la formation continue (action 3.2) pourront ainsi également être formulées.

◆ PILOTES PRESENTIS

CNPF

◆ PARTENAIRES PRESENTIS

FCBA, ONF, FBF, INRAE, ADEME, Établissements d'enseignement forestier, UCFF, FNB

◆ INDICATEURS

Guide de bonnes pratiques pour la préservation des sols en chantier de crise

◆ OBLIGATION LÉGALE,
le débroussaillage diminue le risque incendie
Crédit : A. Bouissou / Terra



AXE 4

Accompagner économiquement les pratiques sylvicoles et les investissements matériels les plus vertueux



AXE 4

ACCOMPAGNER ÉCONOMIQUEMENT LES PRATIQUES SYLVICOLES ET LES INVESTISSEMENTS MATÉRIELS LES PLUS VERTUEUX

La mise en place des pratiques sylvicoles favorables à la préservation des sols et l'utilisation des systèmes et engins d'exploitation forestière à faible impact sur les sols peuvent induire des surcoûts pour les filières économiques, qui sont à mettre en regard de l'ensemble des bénéfices environnementaux.

Massifier l'adoption des pratiques favorables à la préservation des sols est un enjeu majeur. Aussi, l'objectif de cet axe est de créer un effet incitatif en mobilisant différents leviers économiques et mesures d'accompagnement au bénéfice des propriétaires forestiers et des entreprises d'exploitation forestière. Il contribuera notamment au déploiement des pratiques à faible impact visées par l'axe 2.

Les dispositifs d'aides sylvicoles et à l'investissement en matériel devront permettre d'accompagner le déploiement de modes d'exploitation à faible impact, tant en termes de pratiques que d'équipements, tout en maintenant la compétitivité économique des exploitations et entreprises.

L'organisation des chantiers fera l'objet d'une attention particulière pour tenir compte de façon anticipée des enjeux de préservation des sols et de limiter les incidences de suspension de chantier liées à cet enjeu sur la filière.

Enfin, les services rendus par les sols forestiers préservés seront valorisés par la création des systèmes de paiements pour service environnementaux (PSE) associés aux pratiques les plus vertueuses pour la préservation des sols.

Action 4.1 Prendre en compte la préservation des sols dans les dispositifs d'aides sylvicoles

◆ OBJECTIF

Un certain nombre d'aides à la filière forêt-bois prennent déjà en compte les enjeux relatifs au sol, sans qu'ils n'en constituent pour autant l'objet principal.

On peut citer en particulier le dispositif de soutien au renouvellement forestier, qui oblige à un diagnostic global sylvicole, prenant en compte la nature et les potentialités du sol pour justifier le choix d'essences adaptées à la station actuelle et aux enjeux du changement climatique. Les critères du cahier des charges ont été renforcés dans le cadre du guichet France nation verte qui a pris la suite en 2024 : le diagnostic comprend une partie dédiée à l'évaluation des sols et leurs usages.

Le Volet 2 de l'AMI ESPR (Exploitation forestière et Sylviculture Performantes et Résilientes) lancé en 2023 sur crédits France 2030 apporte un soutien aux entreprises réalisant des travaux forestiers pour l'investissement dans des équipements performants tout en établissant des critères d'éco-conditionnalité pour sélectionner les équipements ayant un impact au sol limité. La sélection des projets d'investissements en machines d'exploitation et/ou de sylviculture, comme le taux d'aide mobilisable pour chaque projet, est conditionné notamment par une estimation de l'impact de la circulation de ces engins sur les sols forestiers, et ce via une estimation de la charge à la roue et/ou de la pression statique au sol exercée par chaque machine.

Au vu des enjeux et actions identifiés dans le cadre du présent plan, il y a lieu désormais de s'interroger sur les enjeux liés aux sols et de les prendre en compte à l'occasion de la mise en place ou de l'évolution des dispositifs d'aides, pour **encourager** :

- les entreprises à investir dans des matériels à plus faible impact sur les sols ;
- une gestion sylvicole respectueuse des sols ;
- la recherche et développement.

◆ CONTENU

Dans le cadre des discussions sur les dispositifs d'aides relatifs à la planification écologique, que cela soit via des dispositifs Etat, établissement public ou des collectivités territoriales, l'enjeu sol même s'il ne constitue pas l'objet premier du dispositif d'aide visé, sera pris en compte.

A cette fin, une première étape consistera en un retour d'expérience des dispositifs déjà mis en place, notamment un bilan d'ESPR sera conduit par l'ADEME.

Une identification des mesures concrètes pouvant être financées sera mise en place, assorties de recommandations en matière de contrôlabilité et de régime d'aide potentiel. Cela pourrait recouvrir la question des cloisonnements : leur matérialisation, les systèmes de guidage, leur cartographie, des diagnostics, des recommandations d'achat de matériel, le soutien à l'investissement d'équipements de travaux sylvicoles ou d'exploitation performants au plan environnemental.

◆ PILOTES PRESENTIS

MTEBFMP (DGPE) dans le cadre de la gouvernance interministérielle prévue pour chaque dispositif

◆ PARTENAIRES PRESENTIS

MTEBFMP (DGALN, DGEC), ADEME, tous acteurs concernés par la gestion sylvicole

◆ INDICATEURS

Présence dans le cahier des charges de critères environnementaux structurants et enveloppe financière dédiée aux actions intégrant la préservation des sols

Action 4.2 Etudier l'opportunité des arrêts de chantiers sylvicoles et la faisabilité des mesures d'adaptation

◆ OBJECTIF

Cette action consiste à évaluer les probabilités de suspension de chantier lors de conditions climatiques favorisant les risques de dégradation des sols à l'échelle régionale et nationale et analyser les mesures d'atténuation/adaptation pour soutenir les entreprises forestières.

Les conditions météorologiques, et notamment les périodes humides qui sont de plus en plus fréquentes et longues en hiver du fait du changement climatique, peuvent entraîner la suspension des chantiers d'exploitation forestière pour une durée variable.

Les contrats peuvent prévoir le repli vers des sites ayant des sols moins sensibles. Néanmoins, cela n'est pas toujours possible, entraînant alors un arrêt de l'activité de l'entreprise avec une perte de chiffre d'affaires et éventuellement du chômage partiel. Les entreprises de travaux forestiers ou d'exploitation forestière étant majoritairement de très petites structures avec un seul type d'activité, elles sont particulièrement sensibles aux aléas de ce type.

Même si des suspensions de chantier peuvent être opérées pour d'autres motifs (cas de force majeure, DFCI, enjeux de biodiversité), l'évolution des conditions climatiques et l'augmentation de la prise de conscience sur l'importance des fonctions et services rendus par les sols impliquent de pouvoir faciliter la planification des chantiers en tenant compte de la probabilité accrue de suspensions pour des raisons de préservation des sols.

◆ **CONTENU**

L'action consiste à réaliser une étude statistique mêlant données de désignation des chantiers forestiers, dates et lieux de réalisation et seuils de pluviométrie (Météo France) en période hivernale (octobre à mars) pour déterminer la ressource à risque de suspension.

Les travaux IGN FCBA sur la caractérisation de la notion de difficulté d'exploitation de la ressource à l'aide de l'IFN pourront également être mobilisés pour ces évaluations, ainsi que les connaissances des réseaux scientifiques relatifs aux sols. Les autres motifs de suspension pourront aussi être intégrés. L'évaluation économique de telles suspension devra être caractérisée.

Il conviendrait d'analyser les mesures d'adaptation possible pour éviter les arrêts d'activités des entreprises. Des mesures d'atténuation seront également analysées en étudiant un modèle de partage du risque sachant que les propriétaires/gestionnaires forestiers cherchent à protéger leur capital sol, les entreprises de travaux forestiers à pérenniser leurs activités et leurs salariés et les acheteurs de bois à minimiser les impacts d'une rupture d'approvisionnement. En ce qui concerne les conséquences des arrêts de chantiers sur les ruptures d'approvisionnement en bois, le lien avec les préconisations de l'étude CGAAER-IGEDD sur les bois de crise sera étudié.

Au vu de l'évaluation technique et économique réalisée, il conviendra d'étudier l'opportunité de mettre en place un tel mécanisme de soutien économique aux opérateurs économiques de l'exploitation forestière pour les suspensions de chantier. Les questions de l'assurabilité ou des mécanismes de solidarité de filière devront être étudiées, ainsi que les conditions de réussite d'une telle mise en place.

◆ **PILOTES PRESENTIS**

MTEBFMP (DGPE et DGALN), avec l'appui d'une mission confiée au CGAAER et à l'IGEDD
CFS Bois

◆ **PARTENAIRES PRESENTIS**

UCFF, FNEDT, ONF, FBF, FNB, COPACEL, OFB

◆ **INDICATEURS**

Etude des risques de suspensions, des mesures d'adaptation et des incidences économiques

Action 4.3 Accompagner la mobilisation de fonds privés avec des paiements pour services environnementaux forestiers pour les systèmes permettant une meilleure préservation des sols

◆ **OBJECTIF**

L'action vise à accompagner des dispositifs d'expérimentation et d'innovation en matière de paiements pour services environnementaux forestiers, notamment ceux valorisant les services écosystémiques s'appuyant sur la qualité des sols et la biodiversité et contribuant à la régulation du cycle de l'eau.

Elle s'inscrit dans le cadre des leviers identifiés au titre de la stratégie nationale biodiversité 2030 et de la planification écologique.

Si le rôle des forêts et sols forestiers en matière de services écosystémiques est reconnu tant à l'échelle européenne que nationale, à ce stade, c'est la valorisation de la ressource en bois et la location du droit de chasse, dotés d'une valeur marchande, qui apportent l'essentiel des recettes aux propriétaires forestiers et sur lequel repose l'équilibre financier de la gestion forestière.

Les autres services écosystémiques sont implicitement fournis « gratuitement » dans le cadre de cette gestion. Or, les forêts et, avec elles, les services qu'elles rendent, sont fragilisés par le changement climatique et les événements extrêmes associés (ex : sécheresse, incendies, ravageurs).

Dans ce contexte, la mobilisation de fonds privés dans un cadre permettant de valoriser les pratiques les plus vertueuses en faveur notamment de la préservation des sols, constituera tant un levier économique incitatif qu'un gage de reconnaissance, par la société, des services rendus dans le cadre d'une gestion forestière durable.

La mise en place de ce dispositif répondrait en outre à une demande croissante d'acteurs privés de financer des projets visibles et reconnus et contribuerait à diversifier les possibilités mobilisables en matière de compensation ou de restauration écologique en France.

◆ **CONTENU**

L'action consiste, sur la base du futur rapport du Gouvernement au Parlement sur les PSE forestiers prévu dans le cadre de la loi énergie climat de 2021, à :

- Mettre en place un dispositif de reconnaissance institutionnelle des pratiques et modes d'intervention pouvant faire l'objet d'un PSE forestier et in fine de la mobilisation de fonds privés à ce titre ;
- Ainsi, développer les PSE forestiers dans les territoires.

◆ **PILOTES PRESENTIS**

MTEBFMP (DGALN et DGPE) pour le cadre national

Instances régionales compétentes en matière de forêt et de biodiversité pour la déclinaison territoriale du dispositif et son suivi

◆ **PARTENAIRES PRESENTIS**

Entreprises, associations, sociétés gestionnaires d'actifs, institutions financières (ex : caisse des dépôts et consignations), collectivités, gestionnaires d'aires protégées, organismes de conseil technico-économique et professionnels forestiers

◆ **INDICATEURS**

Surface de PSE forestiers visant des actions favorables à la préservation des sols forestiers



AXE 5

Encadrer les facteurs de pressions dans les textes de planification forestière, les réglementations et les cahiers des charges



AXE 5

ENCADRER LES FACTEURS DE PRESSIONS DANS LES TEXTES DE PLANIFICATION FORESTIÈRE, LES RÉGLEMENTATIONS ET LES CAHIERS DES CHARGES

Tant au niveau européen que national, les réglementations concernant les forêts et les outils de planification forestière sont nombreuses. Cependant, la prise en compte de la préservation des sols dans ces outils reste parfois lacunaire sans une reconnaissance plus complète de leurs fonctions

et services rendus. Compte tenu des impacts potentiellement irréversibles des dégradations faites aux sols forestiers, il apparaît nécessaire de renforcer la prise en compte du compartiment sol dans les outils réglementaires, de planification forestière et les outils contractuels.

Action 5.1 Renforcer la préservation des sols forestiers au travers de la transposition concertée de la directive RED3

◆ OBJECTIF

L'objectif est de **garantir la compatibilité des dispositions forestières nationales avec les dispositions relatives à la « durabilité des bioénergies » de la directive énergies renouvelables « RED 3 » dans le cadre de la transposition de cette dernière.**

Cette compatibilité est nécessaire sur plusieurs sujets en lien direct ou indirect avec la qualité et le stockage carbone dans les sols, étant entendu qu'il s'agit d'un chantier portant sur des dispositions plus larges qui visent également la protection de la biodiversité.

Le travail mené dans le cadre de la présente action pourra éventuellement conduire à introduire des dispositions spécifiques, explicites et proportionnées dans le droit national si ces dernières s'avèrent pertinentes pour attester du respect par la France des critères posés par les textes et, par ce biais de sécuriser juridiquement et simplifier les procédures et exigences de traçabilité prévues par ces textes. Toutefois, les options juridiques à cet égard seront rappelées et les travaux pourront renvoyer le cas échéant, à certaines dispositions ou décisions locales.

Le cas échéant ces dispositions devront être accompagnées d'éléments techniques explicites afin de justifier des choix français pris pour l'application des textes, et de permettre de les défendre au niveau européen.

◆ CONTENU

Le texte de la directive RED 3 à l'issue des négociations comporte les dispositions suivantes concernant les sols de façon directe ou indirecte :

- Une interdiction d'attribuer des aides financières directes à la production d'énergies à partir de souches et racines (article 3)

- Dans le cadre de « l'analyse basée sur les risques » (principe déjà en vigueur avec RED 2), une obligation à ce que des dispositions du droit national, ou à défaut des mesures de gestion au niveau de la « zone d'approvisionnement forestière », permettent en particulier d'assurer :
 1. que la récolte, conformément aux principes de gestion durable des forêts, est effectuée en tenant compte du maintien de la qualité des sols et de la biodiversité dans le but de prévenir les impacts négatifs, de manière à :
 - éviter la récolte des souches et des racines ;
 - éviter la récolte sur les sols vulnérables ;
 2. que la récolte est conforme à :
 - des seuils maximaux pour les coupes rases de grande ampleur tels que définis par le pays dans lequel la forêt se situe ;
 - des seuils de rétention appropriés au niveau local et d'un point de vue écologique pour le prélèvement de bois mort.
 3. que la récolte est conforme à l'obligation d'utiliser des systèmes d'exploitation forestière qui réduisent au minimum les incidences négatives sur la qualité des sols, y compris le tassement des sols, ainsi que sur les caractéristiques de la biodiversité et les habitats.

L'action de la présente fiche s'inscrira dans une démarche de transposition concertée de ces dispositions à horizon 2025, à l'image de celle de la directive RED 2 conduite entre 2020 et 2023, consistant à échanger de façon régulière sur les projets de textes au travers de réunions dédiées ouvertes aux diverses parties prenantes.

Conformément aux dispositions du contrat stratégique de filière, les opérateurs de la filière, directement concernés par la mise en œuvre de RED3, contribueront à la concertation au sein d'un groupe dédié organisé dans le cadre du comité stratégique de filière bois et au travers d'expertises ou de contributions écrites incluant des propositions de dispositions, sur les différentes options envisageables.

Le projet de texte final sera présenté pour avis au comité spécialisé de la gestion durable de la forêt (CSGDF).

Suivant les conclusions des travaux menés, les évolutions juridiques seront à intégrer dans le processus plus global de transposition prévu pour le volet durabilité de la directive RED révisée, processus piloté par la DGEC, en associant les autres départements ministériels concernés, et en association étroite avec le délégué interministériel à la forêt, au bois et à ses usages compte-tenu de la transversalité du chantier.

La directive RED appelle une transposition par les Etats membres de l'Union Européenne d'ici le 21 mai 2025.

◆ PILOTES PRESENTIS

MTEBFMP (DGEC), les autres ministères étant associés aux travaux

◆ PARTENAIRES PRESENTIS

MTEBFMP (DGALN et DGPE), ADEME, tous acteurs concernés

◆ INDICATEURS

- Textes législatifs et réglementaires de transposition de la directive
- Communication opérée sur le site du MTEBFMP afin d'informer les opérateurs sur ces nouvelles dispositions

Action 5.2 Poursuivre la prise en compte des sols dans les documents cadre de planification forestière (DRA, SRA, SRGS)

◆ OBJECTIF

L'objectif de cette action est de renforcer la prise en compte des enjeux locaux liés aux sols et le caractère opérationnel des préconisations établies à ce titre dans les documents cadres de planification forestière.

En effet, selon l'article L.122-2-1 du code forestier, les schémas régionaux de gestion sylvicole (SRGS) doivent notamment indiquer les objectifs de gestion et de production durables, ainsi que les enjeux de préservation de la biodiversité et de qualité des sols et de l'eau. En vertu de l'article L.122-3 de ce même code, les documents de gestion doivent être établis conformément aux directives et schémas régionaux.

L'ensemble des travaux conduits dans le cadre du présent plan d'action doit permettre d'établir et mettre en œuvre une doctrine et des préconisations affinées en la matière, tant au plan du cadre national qu'en terme de déclinaison régionale, afin de les déployer *in fine* dans la gestion forestière.

◆ CONTENU

Les SRGS de la forêt privée élaborés par les CRPF prennent déjà en compte l'enjeu de préservation des sols avant approbation ministérielle. Les directives régionales d'aménagement - DRA - (forêts domaniales) et schémas régionaux d'aménagement - SRA - (forêts des collectivités) élaborés par l'ONF prennent également en compte ces enjeux. Ceux-ci seront à maintenir ou renforcer dans les révisions à venir au vu des connaissances acquises.

L'analyse des documents existants ainsi que des attendus et outils issus du présent plan permettra, sur la base des connaissances les plus récentes, d'enrichir les cadrages techniques en amont des prochaines révisions des DRA, SRA et SRGS.

Ainsi, au fur et à mesure de leur renouvellement, les documents cadre forestiers seront améliorés pour prendre davantage en compte les enjeux liés à la préservation des sols, en intégrant des prescriptions dédiées.

◆ PILOTES PRESENTIS

MTEBFMP (DGPE en lien avec la DGALN)

CNPF et ses délégations régionales, ONF, pour la prise en compte dans l'élaboration ou la révision des documents de planification et de leurs annexes, en lien avec les services déconcentrés de l'Etat

◆ PARTENAIRES PRESENTIS

Membres du CSFB et des CRFB

◆ INDICATEURS

- Nombre de documents cadre intégrant un état des lieux des enjeux de préservation de la qualité des sols
- Cadrage technique national complété

Action 5.3 Améliorer la préservation des sols en analysant et proposant des clauses pour les contrats de vente et le suivi des chantiers

◆ OBJECTIF

Au sein de la filière, plusieurs certifications (PEFC, FSC) ou contrats types (notamment ONF, EFF, COOP, FNB...) proposent déjà des clauses intégrant une bonne gestion des sols. Celles-ci sont contractuelles, concernent la protection et détaillent les responsabilités de l'intervenant et la réparation des dommages.

L'objectif de l'action, est de sensibiliser les propriétaires forestiers à l'importance de ces clauses, notamment en fournissant des clauses notamment en établissant des mesures acceptables au sein des contrats.

◆ CONTENU

L'action consiste à :

- Réaliser un état des lieux des clauses de contrats sur la protection des sols, y compris au sein d'organismes forestiers européens voisins ;
- Sensibiliser les propriétaires aux questions de fragilité des sols, notamment en leur fournissant des conseils sur les clauses possibles, tenant compte de différentes caractéristiques pédologiques.

L'établissement de contrats-types relève des compétences des acteurs concernés. Le contenu de ces contrats se doit d'être plus précis et ne relève pas de la présente action.

◆ PILOTES PRESENTIS

FRANSYLVA - FBF - FNB

◆ PARTENAIRES PRESENTIS

CNPF, ONF, FCBA, UCFF, EFF, FNEDT, ANATEF, ONG, OFB

◆ INDICATEURS

Etat des lieux des clauses possibles et diffusion de recommandations

Action 5.4 Conforter les systèmes de labellisation/certification des ETF comme cadre d'engagement à des pratiques d'exploitation et de travaux respectueuses des sols

◆ OBJECTIF

L'action a pour objectif d'étudier la possibilité de conforter un système de labellisation/certification pour les ETF engagés dans les pratiques de travaux sylvicoles et d'exploitation respectueuses des sols, et d'une éventuelle reconnaissance de ce label par l'Etat.

Des systèmes de labellisation pour les ETF 'Gestion durable de la forêt' existent aux échelles locales et nationales (gérés par Qualiterritoires et portés par la FNEDT). Le cahier des charges de l'engagement « ETF Gestion Durable des Forêts » prend en compte la préservation des sols. Ce cahier des charges est reconnu par PEFC et par un certain nombre de donneurs d'ordres. Il s'agit de conforter ce label et d'étudier l'intérêt et l'opportunité d'une reconnaissance par l'Etat.

◆ CONTENU

La mise en place d'un label sera étudiée en lien avec la FNEDT et les organismes de certification, afin de reconnaître l'engagement qualité des opérateurs et entreprises réalisant des travaux en forêt dans le respect de bonnes pratiques environnementales et de respect des sols forestiers.

Il est proposé de s'appuyer sur les labels existants et tout particulièrement les certifications portées par Qualiterritoires, et de les conforter au regard des attendus de ce Plan.

La question de la labellisation ou la certification pour les exploitants forestiers sera également étudiée.

◆ PILOTES PRESENTIS

FNEDT, Qualiterritoires

◆ PARTENAIRES PRESENTIS

FBF, FNB, UCFF, ONF, PEFC, FSC, EFF

◆ INDICATEURS

Evolution du nombre d'adhérents aux labels et certifications prenant en compte le respect des sols

ANNEXES



Annexe 1

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Achat, D. L., Fortin, M., Landmann, G., Ringeval, B., & Augusto, L. (2015). Forest soil carbon is threatened by intensive biomass harvesting. *Scientific Reports*, 5, 15991.
- ADEME (2020, décembre). Récolte durable de bois pour la production de plaquettes forestières. ADEME éditions, 39p.
<https://librairie.ademe.fr/produire-autrement/4196-recolte-durable-de-bois-pour-la-production-de-plaquettes-forestieres.html>
- ADEME (2021, avril). Forêts et usages du bois dans l'atténuation du changement climatique. ADEME éditions, 39 p.
<https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/4647-forets-et-usages-du-bois-dans-l-attenuation-du-changement-climatique.html>
- Ancelin, P., Barthelon, C., Berger, F., Cardew, M., Chauvin, C., Courbaud, B., Descroix, L., Dorren, L., Fay, Jacques., Gaudry, P., Gauquelin, X., Genin, J.R., Joud, D., Loho, P., Mermin, E., Plancheron, F., Prochasson, A., Rey, F., Rubeaud, D., Wlérick, L. (2006, juin). Guide des sylvicultures de montagne : Alpes du Nord françaises. Cemagref, CRPF Rhône-Alpes, ONF, 281 p. ISBN 2-84207-306-1
- Anthony, M., Bender, S., Van de Heijden, M. (2023, août). Enumerating soil biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120.
<https://doi.org/10.1073/pnas.2304663120>
- Augusto, L., Pousse, N., Legout, A., Seynave, I., Jabiol, B., Levillain, J. (2018, juillet). Projet Insensé : Indicateurs de SENSibilité des Ecosystèmes forestiers soumis à une récolte accrue de biomasse. ADEME.
<https://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/1262-insense-indicateurs-de-sensibilite-des-ecosystemes-forestiers-soumis-a-une-recolte-accrue-de-biomasse.html>
- Badeau, V., Dambrine, E., Walter, C. (1999, mai). Propriétés des sols forestiers français : Résultats du premier inventaire systématique. *Etude et Gestion des Sols*, 6, 3, 165-180.
https://www.afes.fr/wp-content/uploads/2023/04/EGS_6_3_BADEAU.pdf
- Baize, D. (2021, janvier). Naissance et évolution des sols. Edition Quae, 160 p. 02768
- Calvaruso, Ch., Blanchart, A., Bertin, S., Grand, C., Pierart, A., Eglin, T. (2020, septembre). Quels paramètres du sol mesurer pour évaluer les fonctions et les services écosystémiques associés ? *Etudes et gestion des Sols*, 28, 3-29.
https://www.afes.fr/wp-content/uploads/2023/04/EGS_2021_28_Calvaruso_03-29.pdf
- Charnet F. (2018, février). Les sols forestiers. Editions IDF-CNPF, 160 p. 9782916525440
- Dequiedt, S., Karimi, B., Chemidlin Prévost-Bouré, N., Terrat, S., Horrigue, W., Djemiel, C., Lelievre, M., Nowak, V., Wincker, P., Jolivet, C., Saby, N.P.A., Arrouays, D., Bispo, A., Feix, I., Eglin, T., Lemanceau, P., Maron, P.A., Ranjard, L. (2020, février). Le RMQS au service de l'écologie microbienne des sols français. *Etude et gestion des sols*, 27, 51-71.
https://www.researchgate.net/profile/Battle-Karimi/publication/340310417_Le_RMQS_au_service_de_l%27ecologie_microbienne_des_sols_francais/links/5e836a1392851c2f5270b976/Le-RMQS-au-service-de-lecologie-microbienne-des-sols-francais.pdf

- DSF, IGN, INRAE, MAA, ONF (2020). Indicateurs de gestion durable des forêts françaises. IGN. Consulté le 28 juin 2024 sur <https://foret.ign.fr/IGD/fr/indicateurs/critere1>
- EFSE (2017, avril). L'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques (EFSE) : cadre conceptuel. Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat, 88 p.
<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/publications/Thema%20-%20Efese%20-%20Le%20cadre%20conceptuel.pdf>
- FAO (2015). Sols et biodiversité : les sols abritent un quart de la biodiversité de la planète. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), 4 p.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/41bfb60a-d2ae-4dbe-96c0-dd87998f01c4/content>
- Geiser, L.H., Patel-Weynand, T., Marsh, A.S., Mafune, K., Vogt, D.J. (2020). Challenges and Opportunities. In: Pouyat, R., Page-Dumroese, D., Patel-Weynand, T., Geiser, L. (eds) Forest and Rangeland Soils of the United States Under Changing Conditions. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-45216-2_10
- GIS Sol, IGCS-RMQS, INRA (2017). La carte nationale des stocks de carbone des sols intégrée dans la carte mondiale de la FAO. GIS Sol.
<https://www.gissol.fr/donnees/cartes/la-carte-nationale-des-stocks-de-carbone-des-sols-integree-dans-la-carte-mondiale-de-la-fao-4335>
- Gobat J.-M., Arago M., Matthey W. (2010, juillet). Le sol vivant ; bases de pédologie ; biologie des sols (3e édition). Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Metis Lyontech, 817 p. EAN 9782880747183
- Gosselin, M., Paillet, Y. (2018). Le guide « Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière ». Editions Quae, 160p. ref 02592
- Gosselin, F., Irstea, Landmann, Guy. (2019, décembre). PASSIFOR-2 : vers la mise en place d'un suivi multi-dispositif de la biodiversité en forêt. Séminaire : Améliorer le suivi de la biodiversité des forêts métropolitaines : pourquoi, comment ? Paris, 3 décembre 2019. GIP ECOFOR, 11 p.
http://www.gip-ecofor.org/wp-content/uploads/2023/08/PASSIFOR2_3_dec_2019_3_decVF.pdf
- Hedde, M., Zwicke, M. (2020, janvier). Faune du sol et production végétale. Planet Vie. Consulté le 28 juin 2024 sur
<https://planet-vie.ens.fr/thematiques/ecologie/production-agricole-agrosystemes/faune-du-sol-et-production-vegetale>
- Hermon, C. (2017, février). La protection du sol en droit. Droit et Ville, 84, 17-47.
<https://www.cairn.info/revue-droit-et-ville-2017-2-page-17.htm>
- IPCC (2019). Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. IPCC, 864 p.
<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf>
- Jabiol, B., Brethes, A., Ponge, J.F., Toutain, F., Brun, J.J. (2007). L'humus sous toutes ses formes (2^e édition). Editions de l'ENGREF, Nancy, 68 p. ISBN 978-2857100775
- Ladier, J., Rey, F., Dreyfus, P. (2012). Guide des sylvicultures de montagne pour les Alpes du sud françaises. ONF, Département des Recherches Techniques, 306 p. ISBN 978-2-84207-352-7

- Landmann, G., Augusto, L., Pousse, N., Gosselin, M., Cacot, E., Deleuze, C., Bilger, I., Amm, A., Bilot, N., Boulanger, V., Leblanc, M., Legout, A., Pitocchi, S., Renaud, J.-P., Richter, C., Saint-André, L., Schrepfer, L., Ulrich, E. (2018). Recommandations pour une récolte durable de biomasse forestière pour l'énergie - Focus sur les menus bois et les souches. Paris : ECOFOR, Angers : ADEME, 50 p.
<https://librairie.ademe.fr/produire-autrement/892-gerboise-gestion-raisonnee-de-la-recolte-de-bois-energie.html>
- Nivet, C., Aubert, M., Chauvat, M. (2018). Gestion durable et biodiversité des sols forestiers. Paris, GIP Ecofor, 20 pages. http://docs.gip-ecofor.org/public/bgf/BGF_Synthese4_Sols.pdf
- Pellerin, S., Bamière, L., Launay, C., Martin, R., Schiavo, M., Angers, D., Augusto, L., Balesdent, J., Basile-Doelsch, I., Bellassen, V., Cardinael, R., Cécillon, L., Ceschia, E., Chenu, C., Constantin, J., Darroussin, J., Delacote, P., Delame, N., Gastal, François., Gilbert, D., Graux, A.I., Guenet, Bertrand., Houot, S., Klumpp, K., Letort, E., Litrico, I., Martin, M., Menasseri, S., Mézière, D., Morvan, T., Mosnier, C., Roger-Estrade, J., Saint-André, L., Sierra, J., Thérond, O., Viaud, V., Gâteau, R., Le Perchec, S., Réchaudère, O. (2020, décembre). Stocker du carbone dans les sols français : Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ? Rapport scientifique de l'étude. INRAE, 540 p.
<https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/Rapport%20Etude%204p1000.pdf>
- Pischedda, D., Augoyard, S., Baron, P., Cacot, E., Guilleray, L., Helou, T. E., Pousse, N., Ruch, P., Ulrich, E. (2021, septembre). PRATIC'SOLS – guide sur la praticabilité des parcelles forestières. ONF, FNEDT, 46p. ISBN 978-2-84207-500-10
- Pischedda, D., Bartoli, M., Brêthes, A., Cacot, E., Chagnon, J. L., Gauquelin, X., Nicolas, M., Richter, C. (2009). Guide pratique : Pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt « PROSOL ». Office national des forêts, 110p. ISBN 978-2-84207-334-3
- Saint-André, L., Buée, M., Aubert, M., Richter, C., Deleuze, C., Rakotoarison, H., Abildtrup, J., Akroume, E., Bach, C., Berthe, T., Bilot, N., Bouvet, A., Chauvat, M., Dreyfus, P., Echevarria, G., Elie, F., Fauchery L., Fuente, P., Gérant, D., Lauvin, D., Leban, J-M., Leblanc, M., Leduc, V., Maillard, F., Normand, M., Quibel, E., Raveloson, C., Renaud, JP., Roy, S-J, Stenger, A., Viaud, P., Vincenot, L., Zeller, B. (2019, mars). RESPIRE – Récolte des menus bois en forêt - Potentiel, Impact, Indicateurs et remédiations par épandage de cendres de bois. ADEME, 111 p.
<https://librairie.ademe.fr/ged/854/rapport-respire-recolte-bois-foret-2019.pdf>
- Seeber, J. (2024, janvier). MONITORING OF SOIL BIODIVERSITY : Challenges and lessons learnt from the first year of the Biodiversa+ pilot "Soil biodiversity in protected, near-natural forests". Biodiversa+, 24p.
https://www.biodiversa.eu/wp-content/uploads/2024/01/D2.12_Soil-Biodiversity-Pilot-Midterm-Report.pdf
https://www.biodiversa.eu/wp-content/uploads/2024/01/D2.12_Soil-Biodiversity-Pilot-Midterm-Report.pdf



Annexe 2

SIGLES ET ACRONYMES

ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AFES	Association Française pour l'Etude du Sol
ANR	Agence Nationale de la Recherche
Béta	Bureau d'économie théorique et appliquée
BGF	Programme de recherche incitatif "biodiversité, gestion forestière et politiques publiques"
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
CA	Chambre d'Agriculture
CEF	Centre européen de formation
CFA	Centre de formation d'apprentis
CFPPA	Centre de formation professionnelle et de promotion agricole
CGAAER	Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux
CNPF	Centre National de la Propriété Forestière
CNPF IDF	Institut pour le développement forestier du Centre National de la Propriété Forestière
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
COPACEL	Union française des industries des cartons, papiers et celluloses
CRA GE	Chambre régionale d'agriculture Grand Est
CRFB	Conseil régional de la forêt et du bois
CSFB	Conseil supérieur de la forêt et du bois
CSGDF	Comité spécialisé de la gestion durable de la forêt
DFCI	Défense de la forêt française contre les incendies
DGALN	Direction Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature
DGEC	Direction générale de l'énergie et du climat
DGPE	Direction générale de la Performance économique et environnementale des entreprises
DRA	Directives régionales d'aménagement
ESPR	Exploitation forestière et Sylviculture Performantes et Résilientes
ETF	Entrepreneurs de Travaux Forestiers
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FBF	France Bois Forêt
FCBA	Institut technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement
FESTA	Formation et services en traction animale
FNB	Fédération Nationale du Bois
FNEDT	Fédération Nationale des Entrepreneurs du Territoire
GCF	Groupe Coopération Forestière
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GIP ECOFOR	Groupement d'intérêt public sur les écosystèmes forestiers

GIS sol	Groupement d'intérêt scientifique sur les sols
IFCE	Institut français du cheval et de l'équitation
IFN	Inventaire Forestier National
IGCS	Inventaire, gestion et conservation des sols
IGEDD	Inspection générale de l'environnement et du développement durable
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
INET	Institut National des Etudes Territoriales
INRAe	Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
IPBES	Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPRSol	Identifier pour prévenir et réduire les risques liés à la dégradation des sols forestiers
JRC	Centre de recherche commun, Joint Research Center
LIDAR	Light detection and ranging / détection et télémétrie par la lumière
LULUCF	Land-Use, Land Use Change and Forestry
MASA	Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire
MNHN	Muséum National d'Histoire Naturelle
MTEBFMP	Ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche
OFB	Office Français de la Biodiversité
ONF	Office National des Forêts
ONF RDI	Réseau de recherche, de développement et d'innovation de l'Office National des Forêts
OPCO	Opérateur de Compétences
PEPR	Programmes et équipements prioritaires de recherche
PSE	Paie pour services environnementaux
RED3	Directive énergies renouvelables
RENECOFOR	Réseau national de suivi à long terme des écosystèmes forestiers
RMQS	Réseau de mesures de la qualité des sols
RMT AFORCE	Réseau Mixte technologique pour l'adaptation des forêts au changement climatique
RMT sols et territoires	Réseau Mixte Technologique sols et territoires
Rnest	Réseau national d'expertise scientifique et technique sur les sols
RTM	Restauration des terrains en montagne
SNAP	Stratégie nationale pour les aires protégées
SNB	Stratégie Nationale Biodiversité
SNBC	Stratégie Nationale Bas Carbone
SRA	Schémas régionaux d'aménagement
SRGS	Schémas régionaux de gestion sylvicole
UCFF	Union de la Coopération Forestière Française
UE	Union européenne
UISS	Union internationale de sciences du sol
WRI	Institut des ressources mondiales, World Resources Institute



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE,
DE LA BIODIVERSITÉ,
DE LA FORÊT, DE LA MER
ET DE LA PÊCHE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*