



Révision 2012 – 21.09.2012

Groupe d'Étude de Sécurité
des Industries Pétrolières et Chimiques

**GUIDE METHODOLOGIQUE POUR LA
REALISATION D'UNE ETUDE DE DANGERS
CONCERNANT UNE CANALISATION DE
TRANSPORT (HYDROCARBURES LIQUIDES OU
LIQUEFIES, GAZ COMBUSTIBLES ET PRODUITS
CHIMIQUES)**

Rapport n° 2008/01
Révision 2012 - version du 21.09.2012

Reproduction même partielle interdite

Version projet
CSPRT du 24/09/2012

GUIDE METHODOLOGIQUE : REALISATION D'UNE ETUDE DE DANGERS CONCERNANT UNE CANALISATION DE TRANSPORT

Ont plus particulièrement participé à la rédaction de ce rapport :

MME	C. TRUCHI	TIGF
MM.	G. ARP	TRAPIL
	A. BERTHAUME	SFDM
	A. CHAPELON	TOTAL
	P. DESCHAMPS	GESIP
	J-P. FERRAGUTI	VERMILION
	R. GARRAUD	TOTAL PETROCHEMICALS
	J. GRENIER	TOTAL SA
	F. LAURENS	GDF SUEZ
	D. LEFRIANT	SPMR
	P. LEPREVOST	EXXON MOBIL
	J-M. SAGOT	AIR LIQUIDE
	JL. TANGUY	TIGF
	M. VERSCHAEVE	GESIP
	M. WELFRINGER	GRTgaz

avec le concours de :

MME	S. DESCOURRIERE	INERIS
M.	S. CHAUMETTE	INERIS

Version projet
CSPRT du 24/09/2012

AVANT PROPOS

Dans le cadre de la mise en œuvre de l'arrêté en date du 4 août 2006 modifié, dit "arrêté multi fluides" dans la suite du document, réglementant la sécurité des canalisations de transport de gaz combustibles, d'hydrocarbures liquides ou liquéfiés et de produits chimiques, la "commission études de sécurité du GESIP" a établi ce guide sur la méthodologie de réalisation des études de dangers en application de l'article 5 dudit arrêté.

A l'issue de la réalisation des études de dangers des réseaux existants, et pour prendre en compte à la fois les remarques de l'Administration, notamment la circulaire transitoire BSEI n°09-123 du 23.07.2009, et le retour d'expérience des transporteurs, la même "commission études de sécurité" du GESIP a procédé à une révision de ce guide professionnel en 2011. Cette révision, et sa reconnaissance par l'Administration, permettront l'abrogation de la circulaire précitée.

Ce guide est applicable dès reconnaissance pour les canalisations nouvelles, et à la révision quinquennale pour les canalisations existantes.

Ce guide représente l'état de la technique et des connaissances au jour de son établissement. Il est établi de bonne foi et peut être sujet à modifications ou amendements de la part de la commission du GESIP, en fonction de l'évolution des techniques, des connaissances ou de la réglementation.

Version projet
CSPRT du 24/09/2012

Version projet
CSPRT du 24/09/2012

SOMMAIRE

1	PRÉAMBULE.....	13
1.1	GÉNÉRALITÉS.....	13
1.2	GLOSSAIRE.....	14
2	CONTENU DU DOSSIER D'UNE ÉTUDE DE DANGERS.....	15
2.1	SOMMAIRE TYPE D'UNE ETUDE DE DANGERS.....	15
2.2	PRESENTATION ET CONTENU DE L'ETUDE.....	15
2.2.1	<i>Présentation de l'étude.....</i>	<i>15</i>
2.2.1.1	Cadre réglementaire de l'étude.....	15
2.2.1.2	Propriété de l'ouvrage.....	15
2.2.1.3	Finalité de l'ouvrage.....	16
2.2.1.4	Désignation et implantation de l'ouvrage.....	16
2.2.1.5	Limites de l'étude.....	16
2.2.1.6	Réalisation de l'étude.....	16
2.2.1.7	Processus de modification / révision de l'étude.....	16
2.2.2	<i>Contenu de l'étude.....</i>	<i>16</i>
3	DESCRIPTION DE L'OUVRAGE ET DE SON ENVIRONNEMENT.....	17
3.1	CARACTERISTIQUES DU OU DES PRODUIT(S) TRANSPORTE(S).....	17
3.2	TRACE DE L'OUVRAGE ET SON ENVIRONNEMENT.....	17
3.2.1	<i>Tracé.....</i>	<i>18</i>
3.2.2	<i>Environnement humain et économique.....</i>	<i>18</i>
3.2.3	<i>L'environnement naturel.....</i>	<i>19</i>
3.2.3.1	Le sous-sol.....	19
3.2.3.2	Topographie.....	19
3.2.3.3	Climatologie.....	19
3.2.3.4	Hydrographie/hydrogéologie.....	19
3.2.3.5	Environnement naturel.....	20
3.3	EQUIPEMENT DE L'OUVRAGE.....	20
3.3.1	<i>Dimensionnement et caractéristiques principales de l'ouvrage.....</i>	<i>20</i>
3.3.2	<i>Les tubes.....</i>	<i>20</i>
3.3.2.1	Répartition des coefficients de sécurité maximaux des tubes.....	20
3.3.2.2	Matériaux utilisés.....	20
3.3.2.3	Revêtement externe.....	20
3.3.2.4	Essais et contrôles.....	20
3.3.2.5	Soudures et raccords.....	20
3.3.2.6	Pose.....	20
3.3.3	<i>Le sectionnement de la canalisation.....</i>	<i>21</i>
3.3.3.1	Matériel utilisé.....	21
3.3.3.2	Fonctionnement.....	21
3.3.3.3	Localisation.....	21
3.3.4	<i>Autres installations annexes.....</i>	<i>21</i>
3.3.5	<i>La protection contre la corrosion.....</i>	<i>21</i>
3.3.5.1	La corrosion.....	21
3.3.5.2	La lutte contre la corrosion.....	21
3.3.6	<i>Signalisation et repérage du tracé.....</i>	<i>21</i>
3.4	CONDITIONS D'OPERATION DE L'OUVRAGE.....	21
3.4.1	<i>Principes de fonctionnement.....</i>	<i>21</i>
3.4.2	<i>Principes d'organisation de l'exploitation.....</i>	<i>22</i>
3.4.3	<i>Programme de surveillance et de maintenance.....</i>	<i>22</i>
3.4.4	<i>Intervention de secours.....</i>	<i>22</i>
3.4.5	<i>Formation du personnel.....</i>	<i>22</i>

3.4.6	<i>Température de fonctionnement et compatibilité des matériaux employés</i>	22
3.5	ACTION D'INFORMATION DES TIERS	23
3.5.1	<i>Information des Mairies et organismes publics</i>	23
3.5.2	<i>Travaux au voisinage de l'ouvrage</i>	23
4	ANALYSE ET EVALUATION DES RISQUES POUR L'OUVRAGE ET APPLICATION AU TRACE RETENU – EFFETS SUR LES PERSONNES	23
4.1	PRESENTATION DU RETOUR D'EXPERIENCE	25
4.2	TRACE COURANT	26
4.2.1	<i>Identification des sources de dangers possibles</i>	26
4.2.2	<i>Identification des différents événements redoutés et des phénomènes dangereux associés</i>	26
4.2.3	<i>Définition des segments et des phénomènes dangereux de fuite par facteur de risque</i>	29
4.2.4	<i>Calcul de l'intensité des phénomènes dangereux pour chaque type de brèche en termes de distance d'effets</i>	29
4.2.5	<i>Quantification en termes de probabilité des différents phénomènes dangereux sur chaque segment (détermination de la probabilité d'atteinte d'un point)</i>	29
4.2.6	<i>Evaluation en termes de gravité des phénomènes dangereux sur chaque segment</i>	31
4.2.7	<i>Evaluation du risque, positionnement de chaque phénomène dangereux dans les matrices</i>	32
4.2.8	<i>Définition de mesures compensatoires supplémentaires à mettre en œuvre</i>	34
4.2.9	<i>Evaluation du risque, variantes méthodologiques complémentaires</i>	34
4.3	POINTS SINGULIERS	36
4.3.1	<i>Cas des canalisations aériennes</i>	36
4.3.2	<i>Cas des nappes de canalisations enterrées</i>	37
4.3.3	<i>Cas des racks ou des nappes de canalisations aériennes</i>	38
4.3.4	<i>Cas des canalisations subaquatiques ou sous-marines</i>	38
4.4	INSTALLATIONS ANNEXES	38
4.4.1	<i>Méthodologie</i>	39
4.4.1.1	<i>Retour d'expérience</i>	39
4.4.1.2	<i>Analyse de risque</i>	39
4.4.1.3	<i>Exclusion de certains phénomènes dangereux et facteurs de risque</i>	39
4.4.1.4	<i>Phénomènes dangereux de référence</i>	40
4.4.1.5	<i>Flux de référence pour les effets domino thermiques</i>	40
4.4.1.6	<i>Evaluation du risque</i>	41
4.4.1.7	<i>Mesures compensatoires</i>	42
4.4.2	<i>Particularités selon les types d'installations annexes</i>	43
4.4.2.1	<i>Installations annexes simples</i>	43
4.4.2.2	<i>Installations annexes complexes</i>	43
4.4.3	<i>Catégorie d'emplacement</i>	44
5	EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT	44
6	ANNEXES A JOINDRE A L'ETUDE DE DANGERS	44
7	LISTE DES ANNEXES DU PRESENT GUIDE	45
A1	Exemple de tableau des caractéristiques principales d'un ouvrage	46
A2	Exemples de sources de danger	47
1	FLUIDE TRANSPORTE	47
1.1	DANGERS DU FAIT DES PROPRIETES PHYSIQUES	47
1.2	DANGERS DU FAIT DES PROPRIETES CHIMIQUES	47
2	TUBE (CANALISATION ET EQUIPEMENTS ANNEXES) : CONSTRUCTION ET EXPLOITATION	47
2.1	LA CANALISATION	47

2.2	LES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT	47
2.3	LES SYSTEMES DE CONTROLE ET SURVEILLANCE	48
3	INTERACTION FLUIDE / TUBE	48
3.1	DANGERS DU FAIT DES PROPRIETES PHYSIQUES	48
3.2	DANGERS DU FAIT DES PROPRIETES CHIMIQUES	49
4	INTERACTION ENVIRONNEMENT / TUBE	49
4.1	GEOLOGIE ET SISMOLOGIE	49
4.2	HYDROLOGIE ET HYDROGEOLOGIE	49
4.3	VEGETATION	49
4.4	CLIMATOLOGIE	49
4.5	CAUSES LIEES A L'EXISTENCE D'AUTRES OUVRAGES	49
4.6	CAUSES LIEES A L'ACTIVITE HUMAINE	50
A3	- Exemple de tableau "dangers / mesures compensatoires"	51
A4	- Brèches de référence	52
1	PHENOMENES DANGEREUX POUR LE PSI	52
2	PHENOMENES DANGEREUX POUR L'ETUDE DE DANGERS	52
2.1	TRACE COURANT (LINEAIRE ENTERRE)	52
2.2	INSTALLATIONS ANNEXES :	53
2.3	AUTRES POINTS SINGULIERS :	54
3	BRECHES DE REFERENCE ET SEUILS D'INFORMATION DE L'AUTORITE DE CONTROLE	54
4	TABLEAUX RECAPITULATIFS DES DISTANCES A RETENIR POUR LES SERVITUDES D'UTILITE PUBLIQUE	54
4.1	CAS DES CANALISATIONS ENTERREES (VALEURS SURLIGNEES DANS LES TABLEAUX DES § INDIQUES) :	54
4.2	CAS DES CANALISATIONS AERIENNES (VALEURS SURLIGNEES DANS LES TABLEAUX DES § INDIQUES) :	55
4.3	CAS DES INSTALLATIONS ANNEXES (VALEURS SURLIGNEES DANS LES TABLEAUX DES § INDIQUES) :	55
A5	- Arbres des événements possibles	57
A6	- Tableau de synthèse des critères d'effets redoutés	60
1	VALEURS DE REFERENCE RELATIVES AUX SEUILS D'EFFETS TOXIQUES ..	60
2	VALEURS DE REFERENCE RELATIVES AUX SEUILS D'EFFETS DE SURPRESSION	60
2.1	POUR LES EFFETS SUR LES STRUCTURES :	60
2.2	POUR LES EFFETS SUR L'HOMME :	60
3	VALEURS DE REFERENCE RELATIVES AUX SEUILS D'EFFETS THERMIQUES	61
3.1	POUR LES EFFETS SUR LES STRUCTURES :	61
3.2	POUR LES EFFETS SUR L'HOMME :	61

A7 – Outils pratiques d'évaluation du risque	62
1 OBJET	62
2 REGLE DE COMPTAGE POUR LE RECENSEMENT DE L'OCCUPATION DES SOLS	62
2.1 ESTIMATION DES PERSONNES PRESENTES DANS LES BATIS.....	62
2.1.1 <i>Habitat individuel et habitat collectif</i>	62
2.1.2 <i>ERP (établissement recevant du public)</i>	62
2.1.3 <i>ERP de catégorie 5 dont la capacité n'est pas définie</i>	63
2.1.4 <i>IGH (immeuble de grande hauteur) :</i>	63
2.1.5 <i>Locaux industriels ou commerciaux hors ICPE (ne recevant pas habituellement de public)</i>	63
2.1.6 <i>Locaux "services tertiaires"</i>	63
2.1.7 <i>Sites industriels du transporteur et autres sites ICPE</i>	63
2.2 PRISE EN COMPTE DES VOIES DE COMMUNICATION.....	64
2.3 TERRAINS NON BATIS :.....	65
2.4 CAS DES SITES AVEC OCCUPATION TEMPORAIRE.....	66
3 COMPLEMENTS - CALCULS DE PROBABILITE ET DE PERSONNES EXPOSEES POUR DES CAS PARTICULIERS	66
3.1 ZONE D'ANALYSE ET PROBABILITE D'ATTEINTE D'UN BATIMENT ETENDU.....	67
3.2 PROBABILITE D'ATTEINTE DE POINTS DIFFUS ET NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES.....	67
3.2.1 <i>Cas générique de points diffus</i>	67
3.2.2 <i>Cas de points diffus éloignés de la canalisation</i>	68
3.2.3 <i>Cas de répartitions diffuses hétérogènes</i>	69
4 TRAITEMENT DE SITUATIONS TYPES NECESSITANT DES MESURES COMPENSATOIRES ADAPTEES	69
4.1 CAS D'UNE MAISON INDIVIDUELLE.....	69
5 COMMENTAIRES SUR LE LIEN ENTRE LE "RISQUE INDIVIDUEL" ET LE RISQUE D'ATTEINTE D'UN POINT"	70
A8 - Tableau de facteurs de réduction ou d'aggravation des risques	71
1 OBJET	71
2 TABLEAU DE FACTEURS DE REDUCTION OU D'AGGRAVATION DES RISQUES	71
2.1 FACTEUR DE RISQUE "TRAVAUX DE TIERS".....	71
2.2 FACTEUR DE RISQUE "CORROSION".....	73
2.2.1 <i>Facteur de risque corrosion externe</i>	73
2.2.2 <i>Facteur de risque corrosion interne</i>	74
2.2.3 <i>Facteur de risque corrosion interne et externe</i>	74
2.3 FACTEUR DE RISQUE "CONSTRUCTION, DEFAUT MATERIAU".....	74
2.4 REMARQUES COMPLEMENTAIRES.....	75
2.5 CAS PARTICULIER DE L'ODORISATION DU GAZ NATUREL.....	75
A9 – Hypothèses de modélisation et tableaux de distances d'effets	76
1 PREAMBULE	76
2 DISTANCES D'EFFET	76
2.1 CAS DU GAZ NATUREL.....	76

2.1.1	<i>Hypothèses</i>	76
2.1.2	<i>Tables d'effet pour les canalisations enterrées</i>	78
2.1.3	<i>Tables d'effet pour les installations annexes aériennes et les canalisations aériennes</i>	79
2.1.4	<i>Distances à retenir pour le PSI</i>	80
2.2	CAS DES HYDROCARBURES LIQUIDES	81
2.2.1	<i>Introduction</i>	81
2.2.2	<i>Périmètre de l'étude</i>	81
2.2.2.1	Seuils à utiliser.....	81
2.2.2.2	Phénomènes dangereux à étudier.....	81
2.2.3	<i>Hypothèses retenues</i>	82
2.2.3.1	Conditions atmosphériques.....	82
2.2.2.3.2	Environnement.....	82
2.2.3.3	Type de jet.....	82
2.2.3.4	Débit de combustion.....	82
2.2.3.5	Type d'origine des effets.....	82
2.2.3.6	Formulation des produits.....	83
2.2.4	<i>Principes de calcul</i>	83
2.2.4.1	Effet majorant.....	83
2.2.4.2	Utilisation de seuils en dose plutôt qu'en flux pour la petite brèche.....	84
2.2.4.3	Réduction du terme source.....	84
2.2.5	<i>Tableau pour les principaux produits</i>	84
2.2.5.1	Phénomène dangereux de référence initial.....	84
2.2.5.2	Rupture.....	84
2.2.5.3	Brèche 70 mm.....	85
2.2.5.4	Brèche 12 mm.....	85
2.3	CAS DES PRODUITS CHIMIQUES (ETHYLENE ET HYDROGENE)	85
2.3.1	<i>Ethylène</i>	85
2.3.2	<i>Hydrogène</i>	86
2.4	REMARQUE RELATIVE A L'UTILISATION DE L'HYPOTHESE D'ELOIGNEMENT	87
2.5	ORIENTATION DU REJET EN CAS D'OBSTACLE POTENTIEL	88
A10 - Détermination du phénomène dangereux de référence pour application de l'article 8 de l'arrêté multi fluides		90
1	PHENOMENE DANGEREUX DE REFERENCE INITIAL	90
2	PHENOMENE DANGEREUX DE REFERENCE REDUIT	90
A11 – Fréquences génériques et probabilités d'inflammation		91
1	VALEURS POUR LE GAZ NATUREL	91
2	VALEURS POUR LES HYDROCARBURES LIQUIDES	92
2.1	FREQUENCES GENERIQUES	92
2.1.1	<i>Répartition par causes</i>	92
2.1.2	<i>Répartition par taille de brèche</i>	93
2.2	PROBABILITE D'INFLAMMATION	94
3	VALEURS POUR CERTAINS PRODUITS CHIMIQUES	95
4	VALEURS POUR CERTAINES INSTALLATIONS ANNEXES	96
	Canalisations enterrées ou non inspectables.....	97
	Canalisations aériennes, inspectables et inspectées.....	97
	Des fuites.....	97
	Des rejets aux soupapes.....	97
A12 – Analyse de la gravité environnementale et définition des mesures compensatoires éventuellement nécessaires		98
0	AVANT-PROPOS	98

1 - INTRODUCTION.....	98
2 DONNEES PREALABLES NECESSAIRES.....	98
3 - PRINCIPES DE LA METHODE.....	100
4 - ANNEXES	103

Version projet
CSPRT du 24/09/2012

1 PRÉAMBULE

1.1 GÉNÉRALITÉS

Les canalisations d'hydrocarbures liquides ou liquéfiés, les canalisations de transport de gaz combustible et les conduites assurant le transport de produits chimiques, sont des moyens de transport qui - quel que soit leur statut (*intérêt général ou privé*) - entrent dans la gestion globale du risque que présente le transport des matières dangereuses.

Ces ouvrages de transport par canalisation en acier sont construits et exploités selon des règles de l'art issues de l'expérience acquise (*à travers l'évolution des techniques et l'analyse des accidents*) et évoluant avec elles, de normes, et en application de dispositions définies dans les règlements.

Malgré les spécificités des produits transportés, ces types d'ouvrage présentent des similitudes nombreuses quant aux règles de conception, aux méthodes de construction et aux modes d'exploitation.

Elles résultent :

- de l'application des normes nationales et internationales auxquelles la réglementation française fait d'ailleurs référence,
- des échanges techniques permanents entre les sociétés exploitant les canalisations en matière de sécurité concernant le matériel, la prévention des accidents et les leçons à tirer des accidents survenus dans le monde. Ces échanges permanents se réalisent au sein d'organisations nationales et internationales (*Union Française des Industries Pétrolières, Union des Industries Chimiques, Association Française du gaz, Association française des gaz comprimés, Groupe d'Étude de Sécurité des Industries Pétrolières et Chimiques, Syndicat de la Chimie Organique de Base, European Gas pipeline Incident data Group (EGIG), Conservation of Clean Air and Water in Europe (CONCAWE), ...*),
- de l'expérience internationale des sociétés d'exploitation des canalisations.

Ces nombreuses similitudes justifient l'application d'une même méthode d'étude de dangers dont la finalité est de s'assurer que les ouvrages présentent un niveau de risque maîtrisé. Les experts en sécurité des sociétés concernées ont donc mis au point le présent guide pour l'élaboration de telles études. Ce guide comporte un canevas commenté des différents articles devant apparaître dans l'étude de dangers et une méthode d'analyse de risques.

L'étude de dangers doit permettre au transporteur d'exposer et d'analyser les risques que peut présenter son ouvrage et ceux qu'il encourt du fait de son environnement, puis de définir et de justifier les mesures qu'il envisage pour réduire la probabilité d'occurrence et les effets des accidents potentiels en précisant notamment les dispositions prises aux stades de la conception, de la construction et de l'exploitation de l'ouvrage.

Ce guide doit également lui permettre de préciser les besoins à prendre en compte dans le Plan de Secours et d'Intervention (PSI). Il est établi pour éviter les redites inutiles entre l'Étude d'Impact, l'Étude de dangers, le PSI, le plan de maintenance.

L'inventaire des accidents et incidents survenus aux canalisations est actualisé régulièrement (*bases de données REX du GESIP, ARIA du BARPI, du CONCAWE, de l'EGIG, ...*). Son analyse permet d'une part d'identifier les dangers dans leurs causes et leurs effets, puis d'évaluer les risques dans un contexte plus global, et d'autre part de faire une typologie des brèches à l'origine des pertes de confinement et des arbres de conséquences possibles selon la nature du fluide transporté.

Les modèles de simulation permettent de quantifier les conséquences des phénomènes dangereux d'accident retenus. L'application de ces phénomènes dangereux au tracé de la canalisation de transport permet d'appliquer les prescriptions de l'arrêté multi fluides, et notamment de définir les mesures complémentaires éventuelles à mettre en œuvre permettant de réduire leurs probabilités d'occurrence, voire de limiter leurs conséquences et d'atteindre ainsi un niveau de risque acceptable.

Le guide ne traite pas des épreuves, ni des travaux, ni des opérations particulières en exploitation (*remplacement d'un tronçon, opération en charge, opération "gaz porté", ...*). Ces opérations sont évoquées

dans le guide "surveillance, maintenance et réparation". Dans le cas où un risque supplémentaire notable est apporté par l'opération, une analyse de risques adaptée à ce type de situation sera réalisée (*procédure générique, consignes de travaux, ...*). Il est recommandé de disposer de procédures génériques pour couvrir les opérations les plus courantes (*exemple : opérations en charge*).

1.2 GLOSSAIRE

Analyse Détaillée des Risques : identification des sources de dangers possibles de manière quantifiée sur la base de l'analyse préliminaire des risques.

Analyse préliminaire des Risques : identification des sources de dangers possibles de manière qualitative permettant d'exclure certains événements initiateurs avant de passer à une approche quantifiée (*étude détaillée des risques*).

Arbre de conséquences possibles : enchaînement d'événements successifs ou simultanés consécutifs à une brèche, conduisant aux effets redoutés.

Brèche de référence : brèche type représentative, compte tenu du retour d'expérience, d'un des modes principaux de perte de confinement.

Danger : propriété intrinsèque à une substance, à un système technique, à une disposition, ... de nature à entraîner un dommage sur un "élément vulnérable" (*personne, bien ou environnement*). Cet "élément vulnérable" est appelé point dans la suite du texte.

Extension d'un ERP : une extension d'ERP est à prendre en compte, et suit alors les mêmes règles qu'un ERP neuf, uniquement si cette extension augmente l'exposition des personnes selon un des deux cas suivants :

- augmentation de l'effectif de l'ERP déjà impacté par les bandes ELS (>100 pers) ou PEL (>300 pers),
- stabilité de l'effectif, mais déplacement des personnes vers la canalisation (*bandes précitées*).

Facteur de risque : type d'événements initiateurs pouvant être à l'origine du phénomène dangereux d'accident étudié (*exemple : les travaux de tiers sont un facteur de risque pouvant conduire à la rupture d'une canalisation de transport d'un fluide gazeux*).

Installation annexe (*extrait de l'article 4 de l'arrêté multi fluides*) :

- station de pompage ou de compression ;
- station de réchauffage, de filtrage, de mélange, d'odorisation ou de détente ;
- station de mesurage des quantités transportées ou de contrôle de la qualité du produit ;
- vannes en ligne de sectionnement ou de dérivation ;
- poste de livraison ou terminal ;
- tout autre élément susceptible de contenir le produit transporté sous pression et contribuant, de façon directe ou indirecte, au transport de ce produit ;
- installations d'interconnexion avec d'autres canalisations de transport, conduites directes ou réseaux de distribution".

Une installation annexe peut être :

- **simple** : cas des installations de type "sectionnement/coupeure", "livraison", "comptage", "odorisation",
- **complexe** : site mettant en relation plusieurs canalisations de gros diamètres (*plus de quatre, comportant un ou plusieurs DN > 600*), ou regroupant plusieurs installations simples alimentées par au moins deux canalisations distinctes, ou comportant des pompes ou des compresseurs.

Mesure compensatoire : mesure permettant de réduire la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux d'accident (*coefficient de réduction indiqué en annexe 8*). Elle peut être de type :

- information : information des riverains, information des entreprises susceptibles d'intervenir à proximité, ...,
- exploitation : surveillance renforcée, réduction de la pression maximale de service, ...,
- aménagement : balisage renforcé, pose de dalle de protection, ...,
- construction : surépaisseur de métal indépendamment de celle justifiée par la catégorie d'emplacement, hauteur de couverture, ...

Piquage : dérivation de faible diamètre ($\leq 25 \text{ mm}$), située sur une tuyauterie principale, et utilisée pour raccorder des instruments ou des organes de régulation.

Point singulier : point de l'ouvrage se distinguant de la situation courante "canalisation enterrée" (*traversées aériennes, ...*) et présentant un risque différent du tracé courant.

Risque : grandeur à deux dimensions associée à une phase précise de l'activité de l'ouvrage de transport étudié et caractérisant un événement non souhaité par sa probabilité d'occurrence (*plus ou moins mesurable*) et ses conséquences.

Phénomène dangereux d'accident : enchaînement d'événements choisis parmi différents phénomènes physiques susceptibles de se produire compte tenu de la nature de la brèche dans la canalisation, du fluide et de ses conditions de transport, et de l'environnement avoisinant.

Phénomène dangereux de référence : phénomène dangereux d'accident établi à partir du choix d'une brèche de référence et d'un enchaînement de conséquences possibles.

Phénomène dangereux de référence initial : sans justification spécifique, le phénomène dangereux de référence initial sera le phénomène dangereux de rupture totale. Dans l'étude de dangers, le transporteur pourra retenir un autre phénomène dangereux de référence basé sur le retour d'expérience.

Segment : tronçon de canalisation pour lequel sont retenues sur toute sa longueur les conditions les plus défavorables existantes en termes de gravité d'une part et de probabilité d'autre part (*construction, environnement, ...*). Voir détail au paragraphe 4.2.3.

Tracé courant : ensemble de l'ouvrage à l'exclusion des points singuliers et des installations annexes (*partie enterrée et hors sites clos de l'ouvrage*).

Zone d'effets : les effets calculés des phénomènes dangereux de référence sont traduits en distance par rapport à la canalisation à partir des seuils d'effets des phénomènes dangereux redoutés définis par la réglementation. Ces seuils sont repris dans l'annexe 6.

2 CONTENU DU DOSSIER D'UNE ÉTUDE DE DANGERS

2.1 Sommaire type d'une étude de dangers

Le canevas-type reprend principalement :

- la description de l'ouvrage;
- l'analyse de l'environnement des ouvrages (*milieux humains et physiques*),
- les catégories d'emplacement,
- l'analyse des risques pour l'ouvrage retenu,
- l'étude des points singuliers,
- les dispositions compensatoires proposées,
- la cartographie.

2.2 Présentation et contenu de l'étude

2.2.1 Présentation de l'étude

Ce paragraphe a pour but de définir les conditions générales de l'étude et de présenter succinctement l'ouvrage. Il comprend les sections présentées ci-après.

2.2.1.1 Cadre réglementaire de l'étude

Cette section précise les références réglementaires justifiant l'étude, complétées le cas échéant par la liste des textes réglementaires spécifiques à l'ouvrage (*demande d'autorisation de construire, décret d'autorisation, règlement de sécurité spécifique, arrêtés particuliers, lettres de l'Administration; ... selon le type et la catégorie des ouvrages*).

La liste des textes législatifs et réglementaires se rapportant à l'ouvrage peut être donnée en annexe.

2.2.1.2 Propriété de l'ouvrage

Cette section précise :

- si l'ouvrage est d'intérêt privé ou général,

- le(s) nom(s) de(s) société(s) propriétaire(s) actuelle(s) et/ou des actionnaires,
- la raison sociale de la société exploitante si elle diffère de la société propriétaire.

2.2.1.3 Finalité de l'ouvrage

Cette section précise :

- le(s) produit(s) transporté(s) sur la totalité ou sur l'une ou l'autre des sections de l'ouvrage,
- les sites desservis par l'ouvrage (livraison et mise en ligne) en indiquant le nom de(s) Société(s) exploitant ces sites (usines ou terminaux) ainsi que les produits livrés ou pris en compte si la canalisation véhicule plusieurs produits.

Cette section peut être complétée par une information sur l'intérêt économique et environnemental (*exemple : remplacement d'un transport par route par un transport par canalisation*) de l'ouvrage.

2.2.1.4 Désignation et implantation de l'ouvrage

Cette section décrit succinctement l'ouvrage de transport, en donne le nom, les longueurs du tronçon principal et des antennes éventuelles, les terminaux amont et aval, les postes de livraison (*terminaux intermédiaires, ...*).

Elle donne, sous forme de liste générale, la liste des départements traversés.

2.2.1.5 Limites de l'étude

Cette section fait apparaître clairement les limites de l'étude en précisant les exclusions (*par exemple les terminaux ou stockages amont et aval soumis à la réglementation des installations classées*). Ces limites sont généralement constituées par le premier organe de sectionnement situé à l'intérieur des établissements desservis. Les points d'interface marquant le changement de réglementation applicable ainsi que la mention de la réglementation applicable (*autre que celle des canalisations de transport*) au-delà de ces points figureront sur le schéma descriptif de l'ouvrage.

A noter qu'une canalisation de courte longueur sortant d'un site ICPE, bien qu'étant par définition une canalisation de transport, peut cependant relever de la réglementation des installations classées en tant qu'installation connexe (*par le biais de l'arrêté préfectoral*), et à ce titre être exclue du champ de la réglementation des canalisations de transport.

2.2.1.6 Réalisation de l'étude

Cette section indique la dénomination du ou des organismes auteurs de l'étude, et précise la méthodologie utilisée (*référence au présent guide notamment*).

2.2.1.7 Processus de modification / révision de l'étude

Cette section prévoit un complément d'étude du ou des points concernés en cas de modification significative de l'ouvrage (*par exemple : déplacement de canalisation nécessité par la construction d'une voie de circulation*).

Par ailleurs, un réexamen des risques et des mesures compensatoires associées peut être nécessaire en raison de modifications importantes apportées au voisinage de l'ouvrage.

2.2.2 Contenu de l'étude

L'article 5 de l'arrêté multi fluides indique que l'étude de dangers doit comprendre notamment les éléments suivants :

- « la description du projet de canalisation ou de la canalisation en service et de son environnement, avec en particulier la répartition des différents tronçons par catégorie d'emplacement au sens du 2 de l'article 7, et la description des occupations du sol au sens de l'article 8 ; cette description comprend en particulier un plan de l'emprise des établissements recevant du public de plus de 100 personnes et des immeubles de grande hauteur ; ce plan est normalement fourni au sein du

système d'information géographique prévu à l'article 12 ; à défaut, l'information est fournie sous la forme d'un plan non dématérialisé ou sous une autre forme tenant compte de l'incertitude de localisation ;

- l'analyse des risques appliquée à la canalisation, en fonction du tracé retenu et des points singuliers identifiés, la présentation des accidents susceptibles d'intervenir, que leur cause soit d'origine interne ou externe, et la description de leurs conséquences potentielles ;
- les engagements en matière de réduction des risques à la source, notamment sur les différents sujets mentionnés au 2 de l'article 9 ;
- un exposé des largeurs des zones des effets irréversibles, des zones des premiers effets létaux, et des zones des effets létaux significatifs, liées aux différents phénomènes accidentels possibles ; une présentation générique simplifiée sous forme de tableau à double entrée (*diamètre, PMS*) peut être utilisée pour les différentes canalisations d'un même transporteur ;
- la sélection parmi ces différents phénomènes accidentels, sur la base d'une approche probabiliste et selon les critères définis par le guide professionnel susmentionné, du phénomène dangereux de référence à retenir pour l'application des articles 8, 14 et 19 du présent arrêté. ».

Il faut noter que l'Étude de dangers sert essentiellement à étudier les causes et les conséquences d'une perte de confinement du produit transporté susceptible de porter atteinte aux personnes tierces ou à l'environnement, et la façon d'y remédier.

Le but de l'étude n'est pas de décrire toutes les étapes de la démarche itérative ayant conduit à choisir le tracé retenu et à définir l'ouvrage. Toutefois, pour les canalisations neuves, l'Étude de dangers doit mettre en évidence la pertinence du choix du tracé, notamment vis-à-vis de la sécurité ou de la protection de l'environnement (*risque de pollutions accidentelles*). Dans les cas où la réglementation en exige la réalisation, l'Étude d'Impact, qui doit être conduite en parallèle à l'Étude de dangers, décrit la démarche ayant conduit au choix du tracé. L'étude de dangers en reprend alors les conclusions. Quand l'Étude d'impact n'est pas requise, l'étude de dangers comportera une analyse de la pertinence du tracé retenu vis-à-vis de la sécurité.

De même les mesures résultant de la législation ou des règles de l'art ne seront pas détaillées dans le dossier.

Cette section ne doit pas être une reprise du sommaire, mais doit permettre d'ores et déjà aux lecteurs de l'étude de connaître les orientations prises pour la rédaction des grandes étapes de l'étude comme par exemple le choix de la méthode d'analyse de risque.

3 Description de l'ouvrage et de son environnement

3.1 Caractéristiques du ou des produit(s) transporté(s)

Un bref descriptif de la nature et des propriétés physiques et chimiques pertinentes pour l'étude est donné dans ce paragraphe.

La ou les fiches de données de sécurité (FDS) sont jointes en annexe à l'étude. A défaut, une description des caractéristiques du produit est fournie.

3.2 Tracé de l'ouvrage et son environnement

Cette partie a pour but principalement de présenter les facteurs environnementaux susceptibles a priori de favoriser les accidents et/ou d'en aggraver les conséquences potentielles.

Pour obtenir les renseignements utiles, les documents suivants peuvent être consultés :

- en préfecture, le dossier départemental des risques majeurs (DDRM) qui regroupe les principales informations sur les risques majeurs naturels et technologiques du département, les plans de prévention des risques naturels (PPRN),

- à la mairie, le document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM) qui présente les risques naturels et technologiques dans la commune, les mesures prises, les mesures de sauvegarde à respecter en cas de danger ou d'alerte et le plan d'affichage de ces consignes,
- en préfecture ou auprès des DREAL ou DRIEE, les PPRT, et plus généralement les informations disponibles sur les installations soumises à autorisation pour la connaissance des risques présentés par les ICPE situées à proximité de la canalisation.

L'étude de l'environnement autour du tracé de l'ouvrage est à mener sur une largeur au moins égale à celle susceptible d'être affectée par les premiers effets létaux du phénomène dangereux de référence initial pour le tronçon considéré. Lorsque ces distances sont calculées avec prise en compte de l'éloignement des personnes et lorsqu'il existe des enjeux humains significatifs à proximité de la canalisation et des raisons de douter de la capacité des personnes à s'éloigner, l'analyse porte sur une bande supplémentaire majorée par la distance calculée sans fuite des personnes, en cohérence avec le paragraphe 2.4 de l'annexe 9.

Pour le gaz naturel, cette bande supplémentaire est assimilable à la zone des effets irréversibles conformément au paragraphe 2.4 de l'annexe 9.

3.2.1 Tracé

Le tracé de l'ouvrage est reporté sur des cartes à une échelle comprise entre 1/25 000^{ème} et 1/100 000^{ème} (*type IGN ou Michelin*). Les cartes sont jointes en annexe à l'étude, ou l'étude est accompagnée de l'extrait correspondant du SIG.

Pour les fluides liquides, le profil en long schématique, sur lequel sont figurés les équipements et les points singuliers étudiés, est également joint en annexe.

Un schéma simplifié joint en annexe peut en outre indiquer la position des terminaux intermédiaires, des points de livraison ou de mise en ligne, des stations de pompage, des points singuliers importants, ... Les points d'interface marquant le changement de réglementation applicable ainsi que la mention de la réglementation applicable (*autre que celle des canalisations de transport*) au-delà de ces points figureront sur le schéma descriptif de l'ouvrage.

Pour les canalisations neuves, cette section met en évidence la pertinence du choix du tracé, notamment vis-à-vis de la sécurité ou de la protection de l'environnement (*voir paragraphe 2.2.2*).

3.2.2 Environnement humain et économique

Cette section indique l'environnement humain significatif dans la zone des effets létaux significatifs et la zone des premiers effets létaux de l'ouvrage pour le phénomène dangereux de référence initial. Elle identifie ainsi : les zones d'habitat concentré, les lieux de concentration du public, les établissements recevant du public (*hôtels, campings, écoles, hôpitaux, stades, ...*), les lieux de concentration d'activités industrielles, ... Les sources utilisées pour ce recensement doivent être citées pour prendre en compte les risques d'erreur ou de non exhaustivité. En base il s'agit des listes disponibles en Préfecture ou dans les SDIS.

Elle indique également dans ces zones, le cas échéant :

- les installations représentant des enjeux économiques majeurs,
- les réseaux situés à proximité immédiate pouvant présenter un risque (*eau, énergie, ...*),
- les voies de circulation (*réseau routier, réseau ferré, voie navigable, ...*),
- de manière plus générale, les installations ou aménagements susceptibles d'engendrer un endommagement par effet mécanique.

Ces éléments alimentent l'analyse de risque détaillée présentée au paragraphe 4.

3.2.3 L'environnement naturel

3.2.3.1 Le sous-sol

Il s'agit d'identifier les secteurs traversés par la canalisation présentant des risques associés aux mouvements de terrain (*glissements, chutes de blocs (pour les installations annexes), crues et érosion de berges*), aux vides souterrains (*anciennes mines et carrières*) et/ou à l'activité sismique.

Des informations quant à la stabilité des terrains peuvent être trouvées sur des sites internet tels que les sites internet "www.bdmvt.net" ou "infoterre.brgm.fr" du BRGM, ou les cartes ZERMOS du BRGM.

Pour la prise en compte du risque sismique, il faut se référer au décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, et à l'arrêté multi fluides définissant les tronçons de canalisations "à risque normal" et "à risque spécial", selon le niveau de sismicité (*3 et plus*) et le nombre de personnes exposées.

Pour les tronçons classés "à risque spécial", le risque sismique est à prendre en compte pour canalisations existantes et pour les canalisations nouvelles. Pour les tronçons de canalisation "à risque normal", le risque sismique n'est à considérer que pour les canalisations nouvelles (*arrêté ministériel de 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux équipements et installations de la classe dite "à risque normal"*). Ce dernier arrêté indique également qu'en cas de modification autre que le remplacement à l'identique d'un tronçon existant, il faut vérifier que la tenue au séisme n'est pas dégradée (*changements dans la nature des sols traversés en cas de déviation, tenue mécanique de l'ouvrage modifié équivalente ou améliorée*).

Il convient ensuite d'identifier dans les zones de sismicité élevée (*3 et plus*) traversées par la canalisation (www.planseisme.fr), les terrains présentant des passages sans transition de sol très dur (*type rocher*) à sol mou (*alluvions, vase, ... selon Eurocode 8-1*), les zones de failles actives, ainsi que les sols susceptibles de phénomènes de liquéfaction. Pour les zones de sismicité inférieure, aucune mesure particulière n'est à prendre en compte.

3.2.3.2 Topographie

Cette section est consacrée à la description des zones traversées et en particulier des accidents de terrain. Pour certains tronçons, lorsque le relief du terrain permet des effets de colonne importants, les informations données par le profil en long général de l'ouvrage peuvent être complétées pour les liquides.

Les zones présentant des risques de feu de forêt au voisinage des installations de surface sont également identifiées.

3.2.3.3 Climatologie

Cette partie fournit les renseignements relatifs aux conditions climatiques (*gel, températures, ...*) et météorologiques (*précipitations, vents, ...*) nécessaires à l'analyse des risques.

Pour les ouvrages de grande longueur, les stations météorologiques ayant fourni les renseignements et les zones s'y rapportant sont identifiées.

3.2.3.4 Hydrographie/hydrogéologie

Cette section doit faire apparaître :

- les eaux de surface (cours d'eau) susceptibles de créer des risques pour la canalisation (crues, inondation, ...),
- les eaux de surface et les eaux souterraines ou captées susceptibles d'être affectées par une perte de confinement de la canalisation (ou les résultats de l'étude de sensibilité à la pollution des eaux lorsqu'elle est prescrite),
- les zones de manœuvre habituelle d'engins à l'aplomb de la canalisation pour lesquelles la tenue du terrain est susceptible d'affecter la sécurité de celle-ci,
- les zones dans lesquelles les phénomènes de marnage peuvent induire des risques spécifiques de corrosion,
- les zones dans lesquelles il est nécessaire de lester ou d'ancre la canalisation.

3.2.3.5 Environnement naturel

Cette section doit faire apparaître les éléments nécessaires à l'analyse de la gravité environnementale décrite en annexe 12.

3.3 Equipement de l'ouvrage

Il est rappelé que la description détaillée de l'ouvrage est donnée dans un dossier technique. Pour les canalisations neuves, le contenu de ce dossier est défini par l'article 12 de l'arrêté du 4 août 2006 modifié.

3.3.1 Dimensionnement et caractéristiques principales de l'ouvrage.

Cette section doit permettre d'avoir une vue globale de l'ouvrage et de ses caractéristiques principales (*longueur, pression maximale de service, diamètres nominaux, épaisseurs nominales, ...*).

Les éléments correspondants peuvent être regroupés dans un tableau dont un exemple est proposé en annexe 1.

3.3.2 Les tubes

3.3.2.1 Répartition des coefficients de sécurité maximaux des tubes

Cette section indique la répartition des coefficients de sécurité maximaux des différents tronçons de la canalisation selon l'article 7 de l'arrêté multi fluides.

3.3.2.2 Matériaux utilisés

Cette section indique la nature des tubes, les références aux normes, les nuances d'acier et les caractéristiques de ces nuances (*limite élastique minimale, résistance à la rupture minimale, allongements, ...*). Elle indique également les surépaisseurs de corrosion éventuellement nécessitées par le fluide transporté.

3.3.2.3 Revêtement externe

Cette section indique les types de revêtements utilisés, et la référence aux normes correspondantes.

3.3.2.4 Essais et contrôles

Cette section indique la nature des contrôles réalisés en usine ou sur chantier.

3.3.2.5 Soudures et raccords

Cette section donne les indications relatives à la qualification des soudeurs, aux normes retenues, aux contrôles à effectuer, notamment en lien avec le guide GESIP n°2007/06 "Epreuve initiale avant mise en service".

3.3.2.6 Pose

La pose d'une canalisation de transport de fluide à l'air libre doit être exceptionnelle et justifiée sur la base de considérations techniques et économiques par rapport à d'autres modes de pose (*forage dirigé, souille, ...*). En ce qui concerne les conditions de pose à l'air libre, il convient d'appliquer le guide professionnel correspondant (*guide GESIP n°2006/04 "Pose à l'air libre"*).

Cette section indique :

- les conditions générales de pose : profondeur, type de pose, ancrages, ...,
- en certains points (passage de cours d'eau, de routes, ...), les spécifications particulières de pose retenues et, dans les cas où la canalisation est posée à l'air libre, les dispositions particulières prises pour tenir compte de cette spécificité,

- la nature des contrôles à effectuer en cours de pose.

3.3.3 *Le sectionnement de la canalisation*

3.3.3.1 *Matériel utilisé*

Cette section peut indiquer le type de vanne, la nature des contrôles à la construction et les conditions d'installation (*soudée ou à bride, enfouie ou en fosse, ...*).

3.3.3.2 *Fonctionnement*

Cette section indique les conditions générales de fonctionnement (*le mode de commande, les dispositifs éventuels de commande de secours, ...*).

3.3.3.3 *Localisation*

La localisation des vannes de sectionnement (*point kilométrique - PK*), et la longueur de chaque section est précisée sur un schéma simplifié de l'ouvrage donné en annexe.

Les informations sur le sectionnement de la canalisation peuvent être regroupées dans un tableau comme ci-dessous :

Nom de la Vanne	N°	pk	Conditions d'installation	Modes de commande	Modes d'alimentation	Longueur entre vannes	Volume entre vannes

3.3.4 *Autres installations annexes*

Cette section permet de décrire de façon succincte les autres installations annexes de l'ouvrage : stations de pompage ou de compression, terminaux de livraison, ... à l'exclusion des vannes en ligne traitées au paragraphe 3.3.3, mais en lien avec paragraphe 3.4.1 "principes de fonctionnement" ci-après.

3.3.5 *La protection contre la corrosion*

3.3.5.1 *La corrosion*

Les types de corrosion, interne ou externe, pouvant affecter la canalisation sont précisés et qualifiés.

3.3.5.2 *La lutte contre la corrosion*

Cette section fait apparaître les mesures prises pour lutter contre la corrosion, par exemple :

- isolement de la canalisation par revêtement extérieur,
- actions sur les courants électriques (*potentiel de l'ouvrage, drainage des courants électriques, postes de soutirage, de drainage, joints isolants*),
- injection d'inhibiteur, revêtements internes,
- ...

3.3.6 *Signalisation et repérage du tracé*

Cette section indique le mode de balisage du tracé et fournit succinctement les caractéristiques des bornes et des balises utilisées (*mentionnant en particulier les informations qui sont inscrites à destination du public*) et les principes de répartition le long du tracé.

3.4 **Conditions d'opération de l'ouvrage**

3.4.1 *Principes de fonctionnement*

Cette section présente de façon sommaire les modes d'opération de l'ouvrage :

- en marche normale,

- en marche dégradée le cas échéant (perte de la télésurveillance, perte d'alimentation électrique, défaillance d'automatisme, ...).

Il s'agit d'apporter les informations sur les principes de fonctionnement nécessaires à la compréhension des phénomènes dangereux d'accident développés dans l'étude et sur les fonctions assurées par les systèmes de sécurité.

3.4.2 *Principes d'organisation de l'exploitation*

Cette section présente l'organisation de l'exploitant pour les principales fonctions d'opération et d'entretien, par exemple sous forme d'un organigramme fonctionnel.

3.4.3 *Programme de surveillance et de maintenance*

Les moyens de surveillance et de maintenance sont décrits en détail dans le programme de surveillance et de maintenance. Ce programme fait l'objet de deux guides professionnels GESIP (*références 2007/04 et 2007/05*).

Cette section indique les dispositions générales des programmes d'inspection des ouvrages et de contrôle des systèmes de protection cathodique, et fournit des informations sur les travaux d'entretien périodique et de maintenance.

La procédure utilisée par l'exploitant de l'ouvrage pour les opérations de modification ou de réparation de la tuyauterie peut être jointe sous forme de logigramme par exemple.

Les grandes lignes du programme prévu à l'article 13 de l'arrêté multi fluides seront donc résumées ici. Les mesures compensatoires d'exploitation et d'information induites par l'étude de dangers doivent être intégrées dans l'exécution du programme de surveillance et de maintenance. Elles font l'objet d'un récapitulatif spécifique dans l'étude de dangers.

3.4.4 *Intervention de secours*

Les moyens d'intervention de secours sont décrits en détail dans le Plan de Secours et d'Intervention (PSI). La rédaction du PSI fait l'objet d'un guide professionnel (*guide GESIP n°2007/01 : méthodologie pour la réalisation d'un Plan de Secours et d'Intervention sur une canalisation de transport*).

Cette section donne une présentation succincte de ces moyens et introduit les références du PSI existant.

3.4.5 *Formation du personnel*

Cette section fait référence aux actions de formation du personnel (*formations "métier" et formations incidents / incendies*).

3.4.6 *Température de fonctionnement et compatibilité des matériaux employés*

Cette section précise que les matériaux employés sont compatibles entre eux et que leur utilisation est conforme avec la plage de température de fonctionnement envisagée. Pour les installations aériennes, la température ambiante minimale retenue sera de -20°C sauf justification locale. Pour les tronçons en aval d'installations de détente de fluides gazeux, le choix des matériaux compatibles avec la baisse de température engendrée par la détente est défini en conformité avec les normes européennes applicables aux tubes.

3.5 Action d'information des Tiers

3.5.1 Information des Mairies et organismes publics

Cette section décrit :

- les modalités de transmission ou de dépôt en Mairie des plans de zonage de l'ouvrage, résultant de l'application des mesures réglementaires (à noter l'évolution réglementaire concernant les travaux à proximité d'ouvrages souterrains (décret 2011-1241 notamment) qui remplacera le dépôt des plans de zonage en mairie par la transmission de ces plans au "Guichet Unique" mis en place),
- toutes autres actions éventuelles supplémentaires visant à rappeler périodiquement la présence de la canalisation, à sensibiliser les communes et autres organismes publics sur les risques présentés par les canalisations et les précautions à prendre lors de l'exécution de travaux au voisinage.

Cette information à destination des Mairies peut être complétée par une information à destination des entreprises de BTP, des riverains, ... Dans ce cas, elle constitue une mesure compensatoire telle que définie en Annexe 8.

3.5.2 Travaux au voisinage de l'ouvrage

Cette section décrit :

- le système de consultation (plans de zonage en Mairie ou guichet unique) par tout tiers envisageant de réaliser des travaux sur le territoire d'une commune,
- le processus réglementaire de "déclaration de projet de travaux" (DT) et de "Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux" (DICT) à engager si les travaux concernent la bande définie sur le plan de zonage.

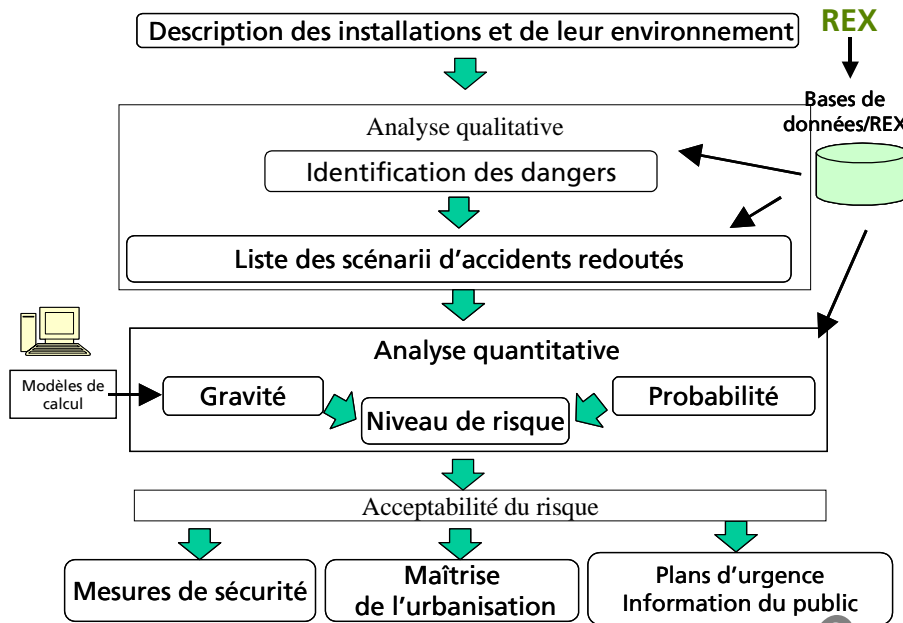
Il est recommandé de présenter succinctement le déroulement de cette procédure résultant de dispositions réglementaires sous forme d'un logigramme à joindre en annexe.

4 Analyse et évaluation des risques pour l'ouvrage et application au tracé retenu – effets sur les personnes

En dehors des installations annexes, une canalisation de transport est un système élémentaire simple : c'est un ensemble de tubes, généralement en acier et enterrés transportant un fluide sous pression dans un environnement naturel ou urbanisé.

Bien qu'il y ait un certain nombre de causes d'accidents, il n'y a qu'un seul type d'événement redouté : la fuite ou perte de confinement de la canalisation. Les principales sources de dangers sont liées au fluide, au tube, à l'environnement, et aux interactions fluide-tube et environnement-tube.

Les principales étapes de la démarche proposée par ce guide pour l'analyse des risques sont développées dans les paragraphes suivants et résumées dans le logigramme ci-après. Leur application à l'ouvrage étudié pour le tracé retenu permet in fine d'identifier les mesures compensatoires complémentaires éventuellement nécessaires.



Pour l'ensemble de l'ouvrage considéré, en fonction de ses installations annexes, de son mode d'exploitation, des produits transportés et de son environnement, la démarche consiste, à partir de l'analyse de l'historique des accidents et du retour d'expérience, à :

- présenter le retour d'expérience,
- employer les démarches décrites ci-après selon que l'on considère le tracé courant ou les points singuliers et les installations annexes.

Tracé courant :

Approche qualitative :

- identifier les sources de dangers possibles. Une première approche peut être réalisée de manière qualitative (*analyse préliminaire des risques*) permettant d'exclure certains événements initiateurs avant de passer à une approche quantifiée (*étude détaillée des risques*),
- identifier les différents événements redoutés et les phénomènes dangereux associés :
 - . taille des brèches,
 - . arbres de conséquences.

Approche quantitative :

- définir les segments et les phénomènes dangereux de référence associés,
- calculer l'intensité des phénomènes dangereux pour chaque taille de brèche en termes de distance d'effets,
- quantifier en termes de probabilité (*tous facteurs de risque cumulés*) les différents phénomènes dangereux sur chaque segment (*détermination de la probabilité d'atteinte d'un point de l'environnement de la canalisation*),
- évaluer en termes de gravité les phénomènes dangereux sur chaque segment en fonction de l'environnement humain,
- évaluer le risque, et positionner le point correspondant dans les matrices présentées au paragraphe 4.2.7,
- en fonction du positionnement dans les matrices, définir les mesures compensatoires supplémentaires à mettre en œuvre le cas échéant pour rendre la situation acceptable au sens des matrices précitées.

Points singuliers, installations annexes :

- identifier les sources de dangers possibles. Une première approche peut être réalisée de manière qualitative (*analyse préliminaire des risques*) permettant d'exclure certains événements initiateurs avant de passer à une approche quantifiée (*étude détaillée des risques*),
- identifier les facteurs de risques et les phénomènes dangereux,

- quantifier la situation des points singuliers et les installations annexes en termes de probabilité, dans la mesure du possible (*approche qualitative dans le cas contraire*), et de gravité,
- mettre en œuvre les mesures compensatoires supplémentaires éventuellement nécessaires pour les points singuliers et les installations annexes.

4.1 PRESENTATION DU RETOUR D'EXPERIENCE

Dans le cas des canalisations, les sources de danger les plus significatives sont celles relatives à une agression par un engin de travaux publics, à une corrosion ou une fissuration, ou à un mouvement de terrain. Cette section vise à présenter les données statistiques disponibles ainsi que les incidents/accidents significatifs répertoriés.

Cette sélection peut être documentée par la référence aux analyses d'incidents/accidents recensés dans les différentes bases de données internationales ou nationales, dont la liste est donnée dans le tableau ci-dessous.

Nom de la base	Fluides concernés	Pays
CONCAWE	Hydrocarbures liquides	Europe de l'Ouest
EGIG	Gaz naturel	Europe de l'Ouest
Department of transportation	Hydrocarbures liquides	USA
UKOPA	Hydrocarbures liquides	Royaume-Uni
National Transportation Safety Board	Tous produits	Canada
ARIA (<i>BARPI</i>)	Tous produits	France essentiellement
Australian Pipeline Industry Association	Tous produits	Australie
REX (<i>GESIP</i>)	Tous produits	France

Les données de ces bases internationales ou nationales peuvent être complétées par des données spécifiques du réseau étudié ou des données spécifiques des transporteurs (*exemples : données de TIGF+GRTgaz ou données de TRAPIL*).

Le transporteur ne disposant pas en propre d'un REX suffisamment significatif peut utiliser l'une ou l'autre des bases de données précitées en vérifiant l'applicabilité à son cas particulier. Attention néanmoins à la nécessité de prendre en compte les tailles de brèches (*12 mm, 70 mm et rupture*) définies dans ce guide, ce qui peut conduire à "corriger" ou à "agrèger" les valeurs issues des bases de données précitées (*exemple : les fréquences génériques données en annexe 11 pour certains produits chimiques s'appuient sur la base EGIG avec correction des valeurs pour la petite brèche et agrégation des valeurs pour la brèche moyenne et la rupture*).

La représentativité des données utilisées doit également être analysée afin qu'en cas d'expérience (*longueur cumulée exploitée exprimée en "km.an"*) insuffisante, un intervalle de confiance soit appliqué au calcul de la fréquence générique. Dès que l'expérience est supérieure ou égale à 50 000 km.an, les données de fréquence générique sont considérées comme représentatives.

Si cette expérience minimale n'est pas atteinte, ou n'est pas définie comme pour les installations annexes, il convient de déterminer l'intervalle de confiance unilatéral à 90 % pour chaque valeur de fréquence générique. Si l'écart entre la borne supérieure de cet intervalle et la fréquence générique calculée est supérieur à 40 %, celle-ci est remplacée par la borne supérieure de l'intervalle de confiance.

Le calcul de la fréquence générique corrigée (T_{sup}) en fonction de l'intervalle de confiance, dans le respect des critères ci-dessus, peut être établi par la méthode ci-après basée sur l'approche Poissonnienne avec approximation par une loi Normale, ou selon toute autre méthode apportant des garanties scientifiques équivalentes :

$$T_{sup} \cong \frac{N+1+1.28 \sqrt{N+1}}{E}$$

avec N = nombre de fuites et E = expérience (*en km.an*).

Pour le gaz naturel, les hydrocarbures liquides et certains produits chimiques, l'annexe 11 donne les fréquences génériques utilisables en base en fonction des produits transportés.

4.2 TRACE COURANT

Approche qualitative :

L'approche qualitative peut se faire selon les étapes ci-après.

4.2.1 Identification des sources de dangers possibles

Une liste de sources de dangers est donnée à titre indicatif en annexe 2. Elle peut être utilisée comme liste de contrôle (*check-list*) pour sélectionner les dangers propres à l'ouvrage que le transporteur doit identifier.

Il peut être intéressant de regrouper les dangers selon les critères suivants :

- 1- fluide
- 2 - tube
- 3 - interaction fluide - tube
- 4 - interaction environnement - tube

et de distinguer les dangers qui sont uniformes sur la canalisation (*les dangers relatifs au fluide par exemple*), des dangers qui peuvent varier le long de la canalisation (*travaux de tiers par exemple*), ce qui contribuera à la définition des segments homogènes. Les dangers liés aux installations annexes seront identifiés de manière spécifique.

A noter que les principales sources de danger sont les travaux tiers et la corrosion avec des conséquences très différentes.

Les éléments suivants peuvent constituer des sources de danger spécifiques :

- les installations présentes à proximité, enterrées ou non, notamment celles susceptibles de produire des interactions en fonctionnement normal ou en cas d'accident (autres canalisations parallèles ou en croisement, lignes électriques, éoliennes, ...),
- les installations classées pour la protection de l'environnement, notamment celles soumises à autorisation présentant des risques d'incendie ou d'explosion,
- les traversées de routes, autoroutes, voies ferrées et cours d'eau,
- les traversées de zones à risque de mouvements de terrain, de remontées de nappe, d'éboulements, d'effondrements (surplombs de cavités souterraines), d'avalanches ou d'érosion,
- les phénomènes météorologiques, notamment les phénomènes de crue dans le cas des traversées en souille de cours d'eau à régime torrentiel,
- l'activité sismique.

Le traitement de ce dernier risque est basé sur les données de sortie de l'étude définie au 3.2.3.1. Que les canalisations soient "à risque normal" ou "à risque spécial", ce traitement potentiel s'appuie sur le cahier technique de l'AFPS (*Association française de génie parasismique*) CT n° 15 "Canalisations enterrées en acier pour le transport : méthodes d'évaluation de leur résistance sous sollicitations sismiques".

4.2.2 Identification des différents événements redoutés et des phénomènes dangereux associés

La modélisation de phénomènes dangereux a pour objectif d'évaluer les distances que pourraient atteindre des effets redoutés lors d'accidents survenant sur l'ouvrage. De nombreux paramètres peuvent influencer sur le cours d'un accident. Aussi, il est nécessaire de définir des phénomènes dangereux d'accident prenant en compte, de manière conservatoire, les causes et les conditions d'occurrence des phénomènes redoutés pour un état défini de fonctionnement de l'ouvrage.

Les différents enchaînements de phénomènes pouvant survenir en fonction des circonstances sont donnés par un arbre d'événements possibles. En fonction du produit transporté et des caractéristiques de

l'ouvrage et de son environnement, certaines branches pourront être négligées dans l'approche quantitative. Les autres feront l'objet d'une simulation.

Pour chaque danger identifié, il faut définir :

- nature du danger,
- source du danger,
- causes,
- conséquences potentielles sur l'ouvrage (*événements redoutés*),
- brèche de référence retenue selon le retour d'expérience. Les brèches constatées historiquement sont regroupées en trois types de brèche de référence présentés sous forme de tableau en annexe 4,
- mesures compensatoires existantes ou prévues,
- observations complémentaires.

Ces éléments pourront être synthétisés dans un tableau récapitulatif.

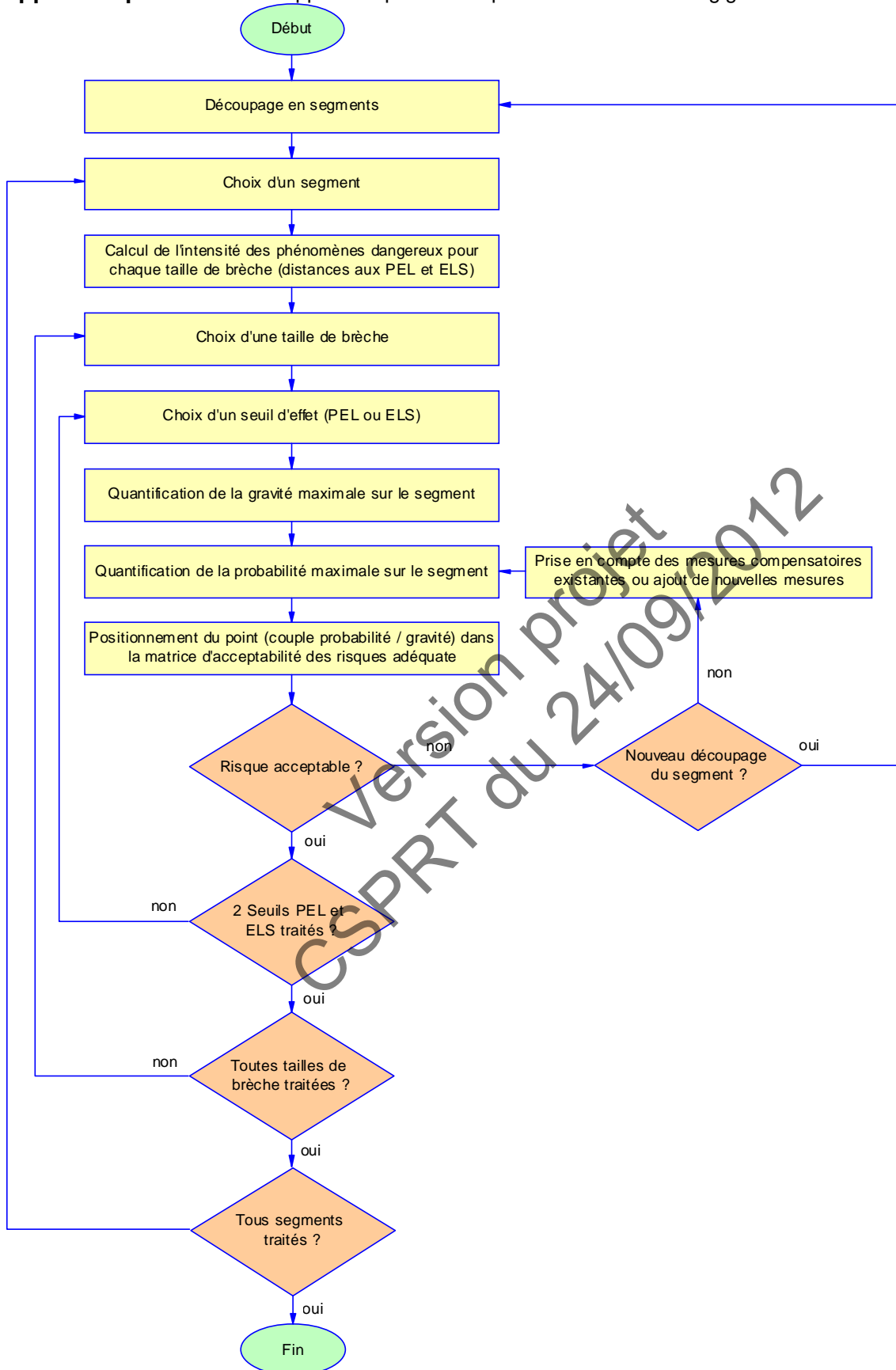
Les mesures compensatoires concernent les dispositions prises aux stades de la conception, de la construction et de l'exploitation de l'ouvrage.

Les mesures prises au stade de l'exploitation sont de deux types :

- les mesures d'ordre technique ou technologique (*exemple : équipements ou accessoires particuliers*),
- les mesures d'organisation de la prévention (qui correspondent aux besoins à prendre en compte dans le programme de *surveillance et de maintenance*) ou de la protection en cas d'accident (*qui fournissent les besoins à prendre en compte dans le plan de secours et d'intervention*).

Une liste de mesures compensatoires est proposée en annexe 8. Les mesures adaptées à chaque source de danger identifiée peuvent être choisies dans cette liste. L'annexe 3 propose un exemple de tableau associant "Danger" et "Mesures Compensatoires". L'annexe 5 propose des arbres d'enchaînement d'événements consécutifs ou simultanés pouvant conduire aux effets redoutés suite à une brèche de référence donnée.

Approche quantitative : L'approche quantitative peut se faire selon le logigramme suivant.



NB : les quantifications, tant de la gravité maximale que de la probabilité maximale, sont indépendantes de la longueur du segment considéré.

4.2.3 Définition des segments et des phénomènes dangereux de fuite par facteur de risque

Afin de prendre en compte les spécificités de l'ouvrage et de l'environnement, l'ouvrage peut être découpé en segments. Pour un segment donné, le risque sera évalué sur le point le plus défavorable en termes de probabilité (*probabilité maximale du segment*) et sur le point le plus défavorable en termes de gravité (*gravité maximale du segment*). Ces valeurs peuvent correspondre à des points géographiques différents du segment. Le nombre de segments dépend de la précision recherchée pour l'évaluation des risques.

Le découpage en segments peut être effectué en fonction des facteurs de risques présents le long de la canalisation (cf. *glossaire*). A titre indicatif, le tableau de l'annexe 4 présente les principaux facteurs de risque.

Le processus de découpage en segments peut être conduit de façon itérative afin d'affiner la précision de l'analyse là où les enjeux sont importants.

Le phénomène dangereux de fuite (*petite brèche, brèche moyenne, rupture totale*) est propre à chaque facteur de risque (*travaux de tiers, corrosion, ...*). Pour chaque produit et chaque facteur de risque, il est défini à partir du phénomène dangereux de référence initial.

4.2.4 Calcul de l'intensité des phénomènes dangereux pour chaque type de brèche en termes de distance d'effets

Pour chaque phénomène dangereux, les effets redoutés sont quantifiés à l'aide d'un modèle de simulation. L'annexe 9 propose des hypothèses de travail pour les principaux paramètres de calcul. Le choix des modèles de simulation doit s'opérer en fonction de leur représentativité des phénomènes accidentels susceptibles de se produire et de leur domaine de validité. Ils seront paramétrés à partir des données caractérisant le "terme source" (*taille de la brèche, nature et débit du fluide, ...*).

Les effets calculés des phénomènes dangereux sont traduits en distance par rapport à la canalisation à partir des seuils réglementaires rappelés en annexe 6 (*recopie de l'annexe 2 de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation*).

L'annexe 9 donne les distances à retenir pour le gaz naturel, l'éthylène et l'hydrogène, ainsi que pour la petite brèche liée aux hydrocarbures liquides.

4.2.5 Quantification en termes de probabilité des différents phénomènes dangereux sur chaque segment (détermination de la probabilité d'atteinte d'un point)

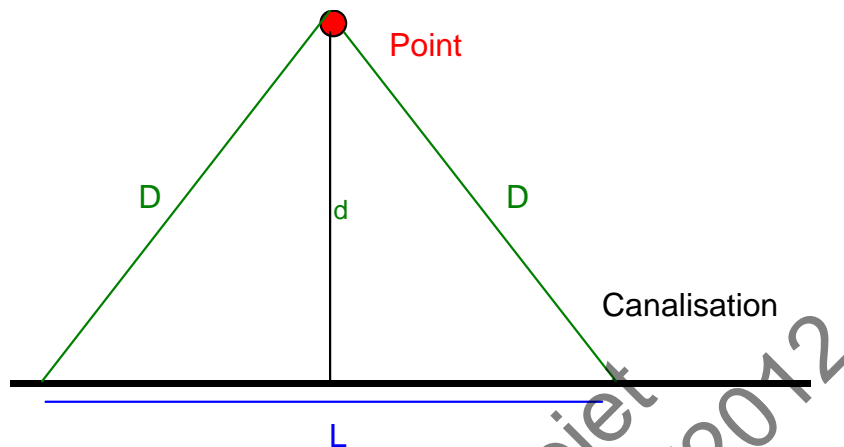
La probabilité du phénomène dangereux est établie à partir :

- de la probabilité d'occurrence de l'événement redouté : c'est la fréquence générique de base d'un phénomène dangereux de fuite exprimée en $(\text{km.an})^{-1}$. Cette fréquence est donnée par gamme de produits, éventuellement par gamme de paramètres significatifs si les bases de donnée le permettent (*gamme de diamètres, gamme de pressions, ...*). Cette fréquence de fuite s'appuie sur l'historique d'un réseau faisant l'objet de pratiques minimales. Pour les réseaux français, cette fréquence sera donc prise sur la période 1970-1990, période significative en termes d'exploitation des réseaux mais après laquelle les mesures préventives (*surveillance, inspection, ...*) ont été progressivement renforcées,
- des mesures déjà mises en œuvre,
- des facteurs environnementaux,
- de la longueur de la canalisation sur laquelle une fuite peut atteindre l'enjeu avec au minimum un effet donné (*très grave, grave et irréversible*),
- de la probabilité d'inflammation (*si applicable*).

Définitions et détermination de la probabilité d'atteinte d'un point de l'environnement de la canalisation (probabilité d'atteinte d'un point dans la suite du document)

Le calcul de la probabilité d'atteinte d'un point pour un segment donné de canalisation s'appuie sur la distance d'effet (D) des premiers effets létaux ou des effets létaux significatifs suivant le cas. Cette probabilité est définie comme étant la probabilité d'avoir des effets supérieurs ou égaux aux effets considérés (premiers effets létaux, effets létaux significatifs). Cette distance d'effet D est indépendante de la longueur du segment considéré.

Le schéma général permettant de définir la probabilité d'atteinte d'un point est le suivant :



La longueur L de canalisation à prendre en compte pour le calcul de la probabilité est donc :
 $L=2(D^2-d^2)^{1/2}$, d étant la distance entre la canalisation et le point considéré.

En première approche, le calcul peut être fait de manière majorante en considérant le point situé sur la canalisation (d=0), et donc avec la longueur L égale à 2 x D.

Pour tenir compte, à la fois des données issues des statistiques de fuites et de la situation propre de la canalisation concernée, le calcul de la probabilité pour un point identifié, un phénomène dangereux de fuite retenu (*rupture totale, brèche importante, brèche limitée*) et un effet considéré, est alors :

$$P_{(\text{atteinte point})} = F_{(\text{fuite}/(\text{km.an}))} \times \text{Prob}_{(\text{inflammation})} \times L_{(\text{effet considéré})} \times (\sum(E_{\text{MCi}} \times P_{(\text{facteur de risque})i} \times C_i)) \times P_{(\text{présence})}$$

Formule dans laquelle :

$P_{(\text{atteinte point})}$: s'exprime en an^{-1} , c'est la probabilité d'atteinte du point pour un phénomène dangereux et une plage de létalité donnés.

$F_{(\text{fuite}/(\text{km.an}))}$: fréquence générique de base d'un phénomène dangereux de fuite exprimée en $(\text{km.an})^{-1}$ (voir au début de ce paragraphe).

$\text{Prob}_{(\text{inflammation})}$: probabilité d'inflammation dans le cas où la distance d'effet est calculée à partir d'un phénomène nécessitant inflammation (*flux thermique ou explosion*). Dans les autres cas, ce terme est égal à 1.

$L_{(\text{effet considéré})}$: longueur du tronçon homogène de la canalisation concernée sur lequel une fuite peut atteindre le point de l'environnement avec un effet au moins égal à l'effet considéré. Elle s'exprime en km en fonction de la distance D de l'effet considéré. Ainsi :

L_{ELS} = longueur du tronçon homogène de canalisation sur lequel une fuite peut atteindre le point à un taux au moins égal aux effets létaux significatifs. Elle s'exprime en km en fonction de la distance des ELS avec un maximum égal à 2 fois la distance des ELS.

L_{PEL} = longueur du tronçon homogène de canalisation sur lequel une fuite peut atteindre le point à un taux au moins égal aux premiers effets létaux. Elle s'exprime en km en fonction de la distance des PEL avec un maximum égal à 2 fois la distance des PEL.

E_{MCi} : efficacité des mesures mises en place vis à vis du facteur de risque "i" à l'origine du calcul de la distance d'effet. Elle varie de 0 à 1, la valeur 1 correspondant à l'absence de mesures spécifiques de réduction du risque. Elle peut être le produit de plusieurs EMC traitant le même facteur de risque dans la mesure où les mesures compensatoires (MC) peuvent se combiner. L'annexe 8

donne les valeurs EMC sur l'efficacité des mesures compensatoires identifiées à ce jour et les possibilités de combinaison.

P_{(facteur de risque)_i} : nombre compris entre 0 et 1 représentatif d'un facteur de risque "i" donné lié à un type de brèche (à titre d'exemple dans le dernier rapport EGIG, le facteur de risque "travaux de tiers" est à l'origine d'environ 75 % des ruptures).

C_i : facteur correctif égal à 1 sauf pour le facteur de risque "travaux de tiers" pour lequel il tient compte de la configuration particulière de la canalisation, et est égal au produit d'un C_{env} lié à l'environnement et d'un C_{prof} lié à la profondeur d'enfouissement tels que définis à l'annexe 8.

$$C = C_{env} \times C_{prof}$$

P_(présence) : nombre compris entre 0 et 1 représentatif du taux d'occupation (voir annexe 7 - § 2.4).

Notes : Toute autre formule dûment justifiée, peut être utilisée, comme par exemple pour prendre en compte une utilisation périodique d'une canalisation.

Lorsque plusieurs facteurs de risque concourent à un phénomène dangereux de fuite, le calcul doit être fait pour chaque facteur de risque puis cumulé. Cette approche permet d'intégrer, dans le calcul, l'efficacité des mesures compensatoires qui agissent par nature sur un ou plusieurs facteurs de risque identifiés.

Le facteur de risque mouvement de terrain ne peut pas être pris en compte de manière probabiliste (voir annexe 4).

A titre d'exemple, le détail d'application de la formule ci-dessus doit être donné a minima pour un segment de canalisation en explicitant tous les coefficients utilisés.

Les bases de données attachées aux canalisations de transport, notamment EGIG et CONCAWE, comportent un retour d'expérience sur un réseau exposé total (en km.an) très important, et constituent donc une source robuste pour déterminer la fréquence générique de base.

Le fait de limiter les données prises en compte à la période 1970-1990 constitue une majoration de cette fréquence générique de base d'un facteur 2 au moins par rapport à l'ensemble de la période suivie. De même, les coefficients EMC et C ont été définis dans le sens de majorer la probabilité d'atteinte d'un point résultante.

Enfin, la prise en compte en base d'une longueur de canalisation égale à deux fois la distance d'effet (qui revient à considérer que tous les points de l'environnement sont sur la canalisation) va également dans le sens d'une majoration de la probabilité d'atteinte d'un point. Toutefois, un calcul plus fin pourra être mené pour analyser des situations spécifiques (voir annexe 7).

L'étude de dangers reprendra ces éléments pour justifier de la robustesse des données utilisées.

Par ailleurs, pour une taille de fuite donnée, la fréquence générique de base cumule l'ensemble des fuites pouvant conduire à cette taille de fuite, quelle que soit la cause de ces fuites.

4.2.6 *Evaluation en termes de gravité des phénomènes dangereux sur chaque segment*

Recensement des personnes

En un point du segment donné, le nombre de personnes exposées est le nombre de personnes dans le cercle des effets pris en compte centré sur ce point, en effectuant le cumul des personnes exposées : populations, usagers des voies de circulation, ERP, ..., en accord avec l'annexe 7.

Le nombre de personnes exposées à considérer pour un segment donné est le nombre maximum de personnes situées dans le cercle des effets glissant le long du segment.

Nexp_(PEL) : nombre de personnes exposées dans le cercle des effets des premiers effets létaux.

Nexp_(ELS) : nombre de personnes exposées dans le cercle des effets létaux significatifs.

Les règles de comptage des personnes sont indiquées dans l'annexe 7.

Taux d'occupation

Par défaut le taux d'occupation $P_{\text{(présence)}}$ est de 100%, ce qui correspond à une occupation permanente, sauf quand il pourra être justifié d'un taux de présence moindre (voir annexe 7).

4.2.7 Evaluation du risque, positionnement de chaque phénomène dangereux dans les matrices

Chaque phénomène dangereux retenu (*petite brèche, brèche moyenne, et/ou rupture*) quantifié en probabilité et en gravité est placé dans les deux matrices d'acceptabilité du risque qui indiquent, en fonction de la criticité (*type de cases des matrices : blanches, grises (avec ou sans *), noires*), s'il y a lieu de mettre en œuvre des mesures compensatoires supplémentaires.

Pour chaque phénomène dangereux d'accident,

- la probabilité d'atteinte du point est déterminée à partir du phénomène dangereux retenu en application du paragraphe 4.2.3 en cumulant tous les facteurs de risque pouvant conduire à ce phénomène dangereux d'accident. Ainsi, lorsque plusieurs facteurs de risque concourent à un même phénomène dangereux d'accident, le calcul de la probabilité d'atteinte du point pour ce phénomène dangereux d'accident est le cumul des probabilités d'atteinte de ce point pour chaque facteur de risque,
- la gravité est déterminée par le nombre de personnes exposées à ce phénomène dangereux (*en effectuant le cumul des personnes exposées : populations, usagers des voies de circulation, ERP, ... , en accord avec l'Annexe 7*).

Nota : lorsqu'il est démontré de manière générique que pour deux phénomènes dangereux (*exemple : brèche moyenne et rupture*), l'acceptabilité de celui qui présente la plus grande criticité implique systématiquement l'acceptabilité de l'autre, le calcul et le positionnement du phénomène dangereux le plus critique suffit (*dans cet exemple, la rupture*).

Matrice de risque pour la zone des effets létaux significatifs – ELS							
Nexp(ELS)	$P_{\text{point}} \leq 5.10^{-7}$ (ELS) $\leq 5.10^{-7}$	$5.10^{-7} < P_{\text{point}}$ (ELS) $\leq 10^{-6}$	$10^{-6} < P_{\text{point}}$ (ELS) $\leq 5.10^{-6}$	$5.10^{-6} < P_{\text{point}}$ (ELS) $\leq 10^{-5}$	$10^{-5} < P_{\text{point}}$ (ELS) $\leq 10^{-4}$	$10^{-4} < P_{\text{point}}$ (ELS) $\leq 10^{-3}$	$10^{-3} < P_{\text{point}}$ (ELS)
N > 300	*	*					
100 < N ≤ 300	*	*	*				
30 < N ≤ 100							
10 < N ≤ 30							
1 < N ≤ 10							
N ≤ 1							

Matrice de risque pour la zone des premiers effets létaux – PEL							
Nexp(PEL)	$P_{\text{point}} \leq 5.10^{-7}$ (PEL) $\leq 5.10^{-7}$	$5.10^{-7} < P_{\text{point}}$ (PEL) $\leq 10^{-6}$	$10^{-6} < P_{\text{point}}$ (PEL) $\leq 5.10^{-6}$	$5.10^{-6} < P_{\text{point}}$ (PEL) $\leq 10^{-5}$	$10^{-5} < P_{\text{point}}$ (PEL) $\leq 10^{-4}$	$10^{-4} < P_{\text{point}}$ (PEL) $\leq 10^{-3}$	$10^{-3} < P_{\text{point}}$ (PEL)
N > 3000	*	*					
1000 < N ≤ 3000	*	*	*				
300 < N ≤ 1000	*	*	*	*			
100 < N ≤ 300							
10 < N ≤ 100							
N ≤ 10							

L'acceptabilité d'un phénomène dangereux, pour un segment donné de canalisation, est définie par le positionnement dans les matrices ci-dessus.

Le tableau ci-après se place du point de vue de l'utilisateur qui réalise une étude de dangers en lui indiquant la conduite à tenir en fonction du type de case dans laquelle se situe le phénomène dangereux qu'il étudie.

Couleur de la case	Analyse de risques spécifique pour projets d'ERP ou IGH (voir nota 2)	Ouvrage autorisé après le 15.09.2006 (le tracé doit privilégier l'absence d'ERP/IGH dans les zones d'effets létaux)	Ouvrage existant (se poser successivement la question de la conformité à l'article 14 (selon article 7), puis à l'article 8)	
			Conforme à l'article 14? (voir nota 1)	Conforme à l'article 8 ? (ERP/IGH/INB) (voir nota 1)
Noire	Préconiser la mise en place d'une mesure compensatoire (MC) de type physique ¹ pour passer dans une case blanche *, notamment si le nouvel ERP/IGH induit des MC plus contraignantes que celles déjà mises en place pour d'éventuels ERP/IGH voisins	Mesures compensatoires nécessaires systématiquement pour sortir de ce type de case (si case blanche avec ou sans * = acceptable ; si case grise avec ou sans * = voir ci-dessous pour analyse complémentaire)		
Grise avec *		Nécessité de mise en place de mesures compensatoires pour passer dans case blanche *	Si oui, examen de la conformité à l'article 8 Si non, nécessité de mise en place de mesures compensatoires pour passer dans case blanche *	Si oui, acceptable. Si non, acceptable si a minima une mesure compensatoire de type exploitation ou information est mise en place ou existe déjà
Grise	Cas non rencontré car gravité potentielle supérieure à 100 personnes dans les ELS ou à 300 personnes dans les PEL	Nécessité de mise en place de mesures compensatoires pour passer dans case blanche	Si oui, acceptable Si non, nécessité de mise en place de mesures compensatoires pour passer dans case blanche	Gravité potentielle inférieure à 100 personnes dans les ELS et 300 personnes dans les PEL, donc systématiquement acceptable
Blanche avec *	Préconiser la mise en place d'une mesure compensatoire (MC) de type physique ¹ , notamment si le nouvel ERP/IGH induit des MC plus contraignantes que celles déjà mises en place pour d'éventuels ERP/IGH voisins	Si les conditions de l'article 8 sont remplies (ERP ou IGH absents des zones d'effets létaux du phénomène dangereux de référence), acceptable sans mesure compensatoire. Si non, nécessité de mise en place d'une mesure compensatoire de type physique ¹ .	Si oui, examen de la conformité à l'article 8 Si non, nécessité de mise en place a minima d'une mesure compensatoire (la non-conformité est traitée)	Si oui, acceptable. Si non, acceptable si a minima une mesure compensatoire de type exploitation ou information est mise en place ou existe déjà
Blanche	Cas non rencontré car gravité potentielle supérieure à 100 personnes dans les ELS ou à 300 personnes dans les PEL	Acceptable sans mesure compensatoire	Si oui, acceptable Si non, nécessité de mise en place a minima d'une mesure compensatoire (la non-conformité est traitée)	Gravité potentielle inférieure à 100 personnes dans les ELS et 300 personnes dans les PEL, donc systématiquement acceptable

Nota 1 :

Un ouvrage est dit "conforme à l'article 14 (selon article 7)" si son coefficient de sécurité est inférieur ou égal à la limite mentionnée au point 2 de l'article 7 pour la catégorie d'emplacement correspondant à l'environnement "humain" de l'ouvrage (précision apportée par l'article 14 de l'arrêté du 4.08.2006 modifié).

Un ouvrage est dit "conforme à l'article 8" s'il n'existe dans la bande des premiers effets létaux ni établissement recevant du public (ERP) de plus de 300 personnes, ni immeuble de grande hauteur (IGH), ni installation nucléaire de base (INB), et en outre s'il n'existe pas dans la bande des effets létaux significatifs d'ERP de plus de 100 personnes.

Nota 2 :

L'article R.555-30 du code de l'environnement institue des servitudes d'utilité publique autour des canalisations et subordonne la délivrance d'un permis de construire relatif à un ERP pouvant recevoir plus de

¹ Mesures compensatoire de type physique : protection mécanique de la canalisation (exemple : plaque PE de plus de 12 mm d'épaisseur), épaisseur d'acier supérieure à l'épaisseur "travaux tiers", bande de servitude grillagée avec indication de la canalisation, merlon de terre, profondeur d'enfouissement supérieure à 1,6 m, parcelle lotie et close

100 personnes ou à un IGH dans les zones d'effets létaux de cette canalisation à la fourniture d'une analyse de compatibilité par le maître d'ouvrage du projet.

Au titre de l'article R.555-31 du code de l'environnement, le transporteur est tenu de donner un avis sur l'analyse de compatibilité qui lui est soumise par le maître d'ouvrage (*qui aura auparavant pris contact avec le transporteur pour obtenir les éléments ad-hoc de l'étude de dangers*) dans un délai de deux mois. Passé ce délai, l'avis est réputé défavorable. L'arrêté multi fluides précise les critères d'appréciation de la compatibilité entre le projet et la canalisation.

La délivrance du permis de construire par l'autorité concernée n'est possible qu'avec une analyse de compatibilité ayant permis de construire par l'autorité concernée n'est possible qu'avec une analyse de compatibilité ayant reçu un avis favorable du transporteur, ou du préfet en cas d'avis défavorable du transporteur.

Nota 3 :

L'extension d'un ERP n'est à considérer que dans la mesure où le risque est augmenté (*voir glossaire au paragraphe 1.2*).

Nota 4 :

En cas de difficultés techniques majeures pour la mise en place des mesures compensatoires physiques, il pourra être étudié une combinaison de mesures compensatoires appropriées (*combinaison de mesures d'exploitation et/ou d'information avec des mesures de "balisage renforcé"*) de nature à prévenir l'endommagement de la canalisation par des travaux tiers.

4.2.8 Définition de mesures compensatoires supplémentaires à mettre en œuvre

Pour chaque phénomène dangereux d'accident, les mesures sont définies à partir de la position la plus défavorable dans l'une ou l'autre des deux matrices.

Le processus doit être repris à partir de la quantification de la probabilité et de la gravité en intégrant les mesures compensatoires supplémentaires.

La longueur considérée pour la mise en place de mesures compensatoires destinées à diminuer la probabilité et/ou le nombre de personnes exposées est, pour un segment donné, la longueur de ce segment de canalisation. Dans l'approche itérative précédemment décrite, la longueur du segment peut être réduite à l'ensemble des points de la canalisation situés à une distance inférieure ou égale à la distance d'effet considéré (*premiers effets létaux ou effets létaux significatifs*) du point de l'environnement étudié. Pour un point "étendu" se reporter au schéma du paragraphe 3.1 de l'annexe 7.

Dans certains cas de difficulté de mise en place de mesures constructives sur l'ensemble de la longueur concernée, il pourra être proposé de réduire cette longueur à condition d'aboutir à une position acceptable dans la matrice (*case blanche ou grisée*).

4.2.9 Evaluation du risque, variantes méthodologiques complémentaires

Cumul des effets de l'ensemble des phénomènes dangereux retenus / "cumul des phénomènes dangereux"

La méthode d'évaluation du risque décrite au § 4.2.7 repose sur le principe, affirmé par l'arrêté du 4.08.2006 modifié et illustré notamment par la notion de catégorie d'emplacement, d'adapter, sur chaque segment, la canalisation et/ou ses conditions d'exploitation à son environnement. Ceci a conduit à la recherche de la probabilité d'atteinte d'un point de l'environnement et à l'évaluation, de manière indépendante, des trois phénomènes dangereux retenus.

Par la circulaire BSEI n°09-123 du 23 juillet 2009, l'Administration avait demandé la prise en compte d'une approche différente qui consistait à s'intéresser à un point en particulier (*un ERP, ...*), et à évaluer le risque supporté par ce point en cumulant les 2 ou 3 phénomènes dangereux qui impactent potentiellement ce point.

Pour le gaz naturel, il a été montré, en utilisant la même formule qu'au § 4.2.5, que le fait de cumuler les probabilités d'atteinte d'un point pouvant être touché par deux ou trois phénomènes dangereux retenus conduit dans le cas général à rester dans la même colonne de probabilité, et dans les autres cas à des modifications limitées et corrélées à une gravité faible (*lignes inférieures des matrices*) compte tenu des distances d'effets limitées pour les petits diamètres (*calculs réalisés avec les valeurs de fréquences géométriques et de distances d'effets données respectivement dans les annexes 11 et 9*). Un test réalisé sur un département représentant 870 km de canalisations a notamment mis en évidence que la longueur des mesures de protection physique à mettre en œuvre n'était pas modifiée.

La même démonstration a été faite pour les hydrocarbures liquides, et les constats sont confortés par le fait que le cumul ne s'applique qu'à deux phénomènes dangereux (*petite et moyenne brèches*) et que la probabilité de la petite brèche est suffisamment faible pour ne pas modifier significativement la probabilité de la brèche moyenne.

Enfin, une démonstration identique a été faite pour les produits chimiques transportés par Air Liquide et Total Petrochemicals, avec les mêmes constats que le cumul ne modifie pas significativement la probabilité de la rupture.

Ces études, présentées à l'Administration, montrent que le niveau de risque résultant du cumul des phénomènes dangereux n'est pas différent du niveau de risque le plus élevé d'un phénomène dangereux indépendant, notamment du fait des hypothèses majorantes retenues en base, dont le positionnement du point sur la canalisation. **En conséquence, il n'est pas nécessaire de réaliser des calculs de cumul** qui complexifieraient fortement les études de dangers pour une absence de gain en matière de sécurité.

Cas de présence de plusieurs canalisations (en parallèle, en dérivation ou en croisement)

La prise en compte de plusieurs canalisations en parallèle, en dérivation ou en croisement, qu'elles appartiennent ou non au même transporteur, relève de la même approche que celle décrite précédemment, soit l'évaluation du risque supporté par un point.

Plus encore que dans le cas précédent, considérer le cumul des effets de l'ensemble des phénomènes dangereux des canalisations présentes s'éloigne du fondement de l'arrêté du 4.08.2006 modifié qui vise à ce que chaque segment de canalisation soit individuellement adapté à son environnement. Cela pose la question de la cohérence de prendre en compte plusieurs canalisations de transport voisines en faisant abstraction d'autres risques (*ICRE voisines, transport de matières dangereuses par route ou rail, ...*). Cette approche nécessiterait également une grille d'analyse différente des matrices actuelles car dans ce cas la gravité ne peut être définie que par un point (*par exemple un ERP ou IGH*) concerné par l'analyse, et pas par une répartition spatiale majorante de cibles.

Cette démarche, pour laquelle la méthodologie serait très différente de la méthodologie actuellement suivie, relève d'une analyse de risques à mener par l'Administration.

Le cumul des effets de plusieurs canalisations n'est donc pas à réaliser dans l'étude de dangers, dans laquelle l'analyse est à faire conformément au § 4.3.2 relatif aux nappes de canalisations (*analyse indépendante de chaque canalisation et analyse uniquement qualitative d'un sur-accident potentiel par effet domino*).

Cela étant, lorsque deux canalisations sont en parallèle ou proches, que leurs bandes de servitude se jouxtent (*ce qui entraîne une bande intégralement couverte par un accord avec le ou les transporteurs*), et qu'un balisage est systématiquement installé sur chacune d'entre elles, le risque d'agressions par "travaux tiers" est très peu majoré (*moins de 8% d'après l'Inéris*) par rapport à la présence d'une seule canalisation (*réduction du risque pour chaque canalisation du fait de la présence de l'autre pour des travaux "horizontaux", et quasi absence de travaux "verticaux" du fait des servitudes multiples*). La maîtrise des travaux réalisés par ou pour le compte d'un transporteur permet de ne pas considérer d'augmentation du risque pour la ou les canalisations voisines du fait de ce type de travaux.

En matière de risque corrosion ou défaut matériau/défaut de construction, la probabilité d'avoir une fuite dans une zone donnée est effectivement augmentée, mais le phénomène dangereux de petite brèche restera acceptable compte tenu des distances d'effets limitées qu'il engendre.

De plus, une canalisation, en tracé courant, n'entraîne pas d'effet domino pour une autre canalisation si elle ne transporte pas de produit liquide corrosif ou si sa rupture complète n'entraîne pas la mise à nu

intégrale d'un tronçon des canalisations à proximité. Par ailleurs, en matière de gravité, même en cas d'effet domino thermique, la rupture de la canalisation subissant l'effet domino sera décalée dans le temps, d'où un effet global peu différent de l'effet maximal de la canalisation la plus importante. Enfin, en cas de croisement, la canalisation agressée est statistiquement la plus proche de la surface, et la probabilité que sa rupture potentielle crée un effet domino sur la plus profonde est très faible (*réduction d'un facteur 100 de la probabilité*).

Ces éléments justifient de ne pas réaliser de cumul pour plusieurs canalisations en parallèle dans l'étude de dangers d'une canalisation. Ceci explique du reste les pratiques industrielles de regroupement des canalisations par nappes, qui sont largement suivies et favorisées dans de nombreux pays.

4.3 Points singuliers

Il s'agit de déterminer le long du tracé de la canalisation les points singuliers, de sélectionner les phénomènes dangereux plausibles et d'apprécier la pertinence des mesures prises pour éviter leur occurrence et/ou en limiter les conséquences en ces points.

L'arrêté multi fluides liste les principaux points singuliers suivants :

- les zones de pose à l'air libre,
- les traversées de rivières,
- les canalisations subaquatiques ou sous-marines,
- les zones à risques de mouvement de terrain ou d'érosion,
- les passages le long d'ouvrages d'art,
- les espaces naturels sensibles.

De plus, tout point nécessitant une analyse spécifique locale sera traité dans ce paragraphe (*notamment les effets domino pour les ICPE, installations nucléaires de base, ...*). Les espaces naturels sensibles sont traités à l'annexe 12 (*analyse de la gravité environnementale*).

Les points singuliers peuvent être regroupés dans un tableau récapitulatif.

Chaque point singulier doit être analysé de manière spécifique. Cette analyse spécifique peut être basée sur une analyse générique décrite ci-après. Elle est réalisée :

- dans la majorité des cas de manière qualitative compte-tenu de la moindre disponibilité de données statistiques ou
- avec la méthode présentée précédemment en prenant en compte les risques (*probabilité ou gravité*) spécifiques aux points singuliers.

Si nécessaire, les effets seront réévalués aux points singuliers. Et au cas par cas, des mesures compensatoires adaptées pourront être définies.

Parmi ces mesures, celles relevant du programme de surveillance et de maintenance seront clairement identifiées.

4.3.1 Cas des canalisations aériennes

Pour les canalisations aériennes hors sites, les principaux facteurs de risques sont différents de ceux des canalisations enterrées. Elles sont généralement plus exposées à l'agression mécanique par accident de la circulation et à l'effet domino thermique, mais moins exposées aux travaux de tiers. L'analyse, qui devra tenir compte du contexte local, pourra néanmoins largement s'appuyer sur le raisonnement suivant :

- lorsqu'elles sont visibles, les dommages involontaires dus aux travaux de tiers ne sont pas retenus,
- le risque lié à l'agression mécanique peut être limité par la mise en place de protections mécaniques adaptées (*proximité de voie routière notamment*). La structure porteuse, qu'elle soit spécifique à la canalisation ou qu'elle relève d'une autre fonction (*pont routier, ferroviaire, ...*), a fait l'objet d'un dimensionnement "déterministe" selon les règles de l'art. Cette construction et la surveillance périodique de la structure soit par le transporteur soit par le gestionnaire sont telles que son effondre-

ment, qui pourrait conduire à la rupture de la canalisation, n'a pas à être pris en compte dans l'analyse de risques,

- la rupture pour cause d'effet domino thermique ne peut pas provenir de la canalisation elle-même. Cette cause de rupture n'est donc pas à considérer sauf situation particulière de la canalisation à proximité d'une installation industrielle pouvant l'impacter,
- la canalisation est généralement exempte de piquages.

En conséquence, l'étude portera sur le risque d'agression mécanique et l'existence d'une protection si nécessaire. Si celle-ci existe ou est mise en place, le phénomène dangereux à retenir est celui de la petite brèche de 12 mm avec rejet horizontal, en accord avec l'annexe 4. La gravité sera calculée sur la distance d'effet correspondante, et la probabilité sera celle de la petite brèche sur la canalisation en tracé courant.

Le transporteur doit montrer que la structure spécifique à la canalisation a été construite selon les règles de l'art et qu'elle fait l'objet d'un entretien régulier garantissant sa pérennité.

Dans le cas d'une structure tierce, le transporteur s'efforcera de signer avec le gestionnaire une convention qui l'assure de pouvoir réaliser les opérations de maintenance de la canalisation.

L'étude de la tenue au séisme des canalisations aériennes est réalisée au cas par cas.

Le cas des canalisations aériennes non inspectables ou difficilement inspectables devra faire l'objet d'une analyse particulière permettant de définir des modalités de maintenance adaptées. En cas d'impossibilité, le phénomène dangereux de rupture restera pris en compte. Pour l'évaluation de l'intensité, la direction de rejet sera identifiée en fonction de la configuration de l'installation.

Dans tous les cas, le phénomène dangereux de rupture reste la base pour le PSI, assurant ainsi une continuité des distances affichées.

4.3.2 Cas des nappes de canalisations enterrées

La situation des nappes de canalisations (*parallélisme à quelques mètres les unes des autres*) imposée au transporteur dans certaines zones nécessite une analyse particulière, qui devra tenir compte du contexte local (*nature et proximité des fluides transportés dans la nappe, ...*), mais pourra néanmoins largement s'appuyer sur le raisonnement suivant :

- une nappe de canalisations conduit à un "balisage renforcé" (*plusieurs canalisations*) et éventuellement à une "surveillance renforcée" (*plusieurs transporteurs avec des accords d'information réciproque*) de la zone qui permettent une réduction sensible du risque "travaux de tiers", et donc de la probabilité d'occurrence d'une rupture ou d'une perforation importante,
- une canalisation enterrée n'est pas sensible à la surpression, il ne peut donc pas y avoir d'effet domino lié à la surpression due à un incident sur une canalisation voisine,
- une attaque corrosive est de nature à générer une fuite sur la canalisation voisine. Les transporteurs devront évaluer les conséquences sur leurs ouvrages et adapter leurs procédures,
- une petite brèche (*brèche de 12 mm*) ne conduit pas en général à la formation d'un cratère (retour d'expérience basé sur les fuites constatées sur le réseau de transport de gaz en France). De plus, des essais en condition réelle (*canalisation de transport de gaz*), réalisés en 2001 par ADVANTICA, Département Recherche de British Gas, montrent qu'une brèche de 25 mm à PMS 80 bar, hypothèses extrêmement majorantes, provoque un cratère de 2,6 x 2,4 mètres et 1,7 mètre de profondeur. Une brèche de 12 mm ne peut donc en aucun cas conduire à un effet domino thermique sur une canalisation voisine située à plus 1,2 m de distance puisque cette canalisation ne sera pas découverte. Ainsi, un phénomène dangereux réduit sur une canalisation ne conduit pas à un phénomène dangereux de référence (*majorant*) sur une autre,
- la taille de brèche à retenir est définie en accord avec l'annexe 4 (*tracé courant*).

En conséquence, l'étude de dangers d'une canalisation dans une nappe souterraine doit se focaliser sur les risques liés à cette canalisation. Les risques liés aux autres canalisations de la nappe sont traités dans leur étude de dangers respective. Cette approche est confortée par l'absence de retour d'expérience d'une rupture par effet domino.

En matière de sur-accident potentiel, la quantification des effets n'est pas possible avec les méthodes actuelles. Les éléments apportés seront donc uniquement de nature qualitative et limités à l'examen des "synergies" potentielles entre produits transportés et à la toxicité potentielle des produits de combustion.

Dans tous les cas, le transporteur identifiant une fuite sur sa canalisation doit en informer dans les meilleurs délais les autres transporteurs concernés selon les modalités prévues dans son PSI. Chaque transporteur concerné doit également faire figurer dans son PSI les autres ouvrages présents dans la nappe, et rappeler les éléments qualitatifs précités relatifs aux sur-accidents potentiels.

4.3.3 Cas des racks ou des nappes de canalisations aériennes

La situation des racks (*parallélisme de canalisations à quelques mètres les unes des autres*) nécessite une analyse particulière, qui devra tenir compte du contexte local (*nature et proximité des fluides transportés dans la nappe, ...*), mais pourra néanmoins largement s'appuyer sur le raisonnement suivant :

- du fait de la visibilité, les dommages involontaires dus aux travaux de tiers ne constituent pas un facteur de risque à prendre en compte,
- l'effet domino dû à un incident sur une canalisation voisine provoquant des effets de surpression est à étudier pour des surpressions supérieures au seuil de 200 mbar (*cf. Annexe 6*) et essentiellement pour la tenue du rack,
- une attaque corrosive d'une canalisation sur sa voisine est extrêmement peu probable sauf dans les cas de superposition de canalisations,
- l'effet domino dû à un incident sur une canalisation voisine provoquant des effets de rayonnement thermique est à étudier pour des rayonnements supérieurs au seuil de 8 kW/m² (*cf. Annexe 6*).

En conséquence, l'étude de dangers d'une canalisation dans un rack aérien doit se focaliser sur les risques liés à cette canalisation (*voir canalisations aériennes au § 4.3.1*) en prenant en compte les événements initiateurs potentiellement induits par la canalisation voisine. Les risques liés aux autres canalisations de la nappe sont traités dans leur étude de dangers respective.

En matière de sur-accident potentiel, la quantification des effets n'est pas possible avec les méthodes actuelles. Les éléments apportés seront donc uniquement de nature qualitative et limités à l'examen des "synergies" potentielles entre produits transportés et à la toxicité potentielle des produits de combustion. Dans tous les cas, le transporteur identifiant une fuite sur sa canalisation doit en informer dans les meilleurs délais les autres transporteurs concernés selon les modalités prévues dans son PSI. Chaque transporteur concerné doit également faire figurer dans son PSI les autres ouvrages présents dans la nappe, et rappeler les éléments qualitatifs précités relatifs aux sur-accidents potentiels.

Le transporteur doit montrer que la structure porteuse des canalisations a été construite selon les règles de l'art et qu'elle fait l'objet d'un entretien régulier garantissant sa pérennité. Si cette structure n'est pas gérée par le transporteur, ce dernier s'efforcera de signer avec le gestionnaire une convention qui l'assure de pouvoir réaliser les opérations de maintenance de la canalisation.

4.3.4 Cas des canalisations subaquatiques ou sous-marines

Les risques auxquels sont soumises ces canalisations sont décrits dans le guide GESIP 2007/04 "surveillance, maintenance, inspection et réparations". Par contre, la méthodologie d'analyse de risque ne peut pas être générique et nécessite donc d'être adaptée au cas par cas.

4.4 Installations annexes

Les installations annexes doivent faire l'objet d'une étude de dangers. Ces installations, implantées sur des sites clos, comportent des parties enterrées et aériennes. Elles peuvent être scindées en deux catégories :

- les installations annexes simples (*cas des installations de type "sectionnement/coupure", "livraison", "comptage", "odorisation", ...*). En milieu urbain, certains postes de livraison peuvent être en bâtiment ou en cabine,

- les installations annexes complexes (*site mettant en relation plusieurs canalisations de gros diamètres, ou regroupant plusieurs installations simples* alimentées par au moins deux canalisations distinctes, *ou comportant des pompes ou des compresseurs*). Certaines parties de ces installations peuvent être soumises à déclaration ou à autorisation au titre de la réglementation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement.

4.4.1 Méthodologie

4.4.1.1 Retour d'expérience

Le retour d'expérience spécifique aux installations annexes est fondamentalement différent de celui des canalisations en tracé courant. L'étude de dangers pour ce type d'installations s'appuie sur la méthodologie du présent guide en recherchant les références de retour d'expérience (*facteur de risque, phénomène dangereux de référence, probabilité d'inflammation, ...*) sur des installations similaires.

En fonction des données disponibles, l'analyse de risque est soit qualitative (*exclusion argumentée de certains phénomènes dangereux, et démonstration que les phénomènes dangereux restants sont inclus dans les zones d'effets des phénomènes dangereux retenus pour les canalisations en tracé courant*), soit quantitative (*positionnement dans les matrices*).

Seules sont retenues pour les installations annexes les pertes de confinement de nature accidentelle pouvant générer des effets létaux sur les personnes à l'extérieur du site, ou des effets dominos sur les installations elles-mêmes. Elles sont différentes de celles ayant servi pour la définition du zonage ATEX en fonctionnement normal.

Deux typologies de pertes de confinement sont à examiner :

- celles à caractère incidentel (*rupture de piquage, corrosion, défaut matériau, ...*).
Les événements initiateurs de type corrosion ou défaut de matériau conduisent uniquement à des petites brèches (*12 mm ou moins - retour d'expérience*).
La rupture de piquages aériens de faible diamètre ou de tubulures d'instrumentation reste possible (*travaux, choc véhicule, vibrations, inondations, séismes*), d'où la prise en compte de la rupture du plus gros piquage inférieur ou égal au DN 25 avec son orientation effective et en tenant compte des obstacles potentiels (*fosse, murs, ...*). Ce risque est fortement réduit par la mise en œuvre d'un standard de conception spécifique. A noter également qu'il n'existe aucun retour d'expérience d'une rupture de piquage de DN \geq 25 sur les installations des réseaux de transport français,
- celles liées au fonctionnement de dispositifs automatiques de sécurité (*soupape, évent, ...*).
La mise à l'évent volontaire n'est pas retenue dans les études dans la mesure où elle est maîtrisée par le personnel présent sur place.

4.4.1.2 Analyse de risque

L'analyse de risque doit tenir compte du contexte local en particulier pour les facteurs de risques d'origine naturelle et ceux liés aux activités voisines. Seules les interactions conduisant à une aggravation du risque initial sont retenues dans la quantification des probabilités. Dans le cas contraire, elles sont indiquées pour mémoire dans l'analyse qualitative et ne sont pas prises en compte dans les calculs.

En cas de situation particulière de l'installation annexe à proximité d'une installation industrielle pouvant l'impacter, l'étude doit prendre en compte les dangers potentiels induits par effet domino.

4.4.1.3 Exclusion de certains phénomènes dangereux et facteurs de risque

A / Facteur de risque

Agression mécanique liée aux travaux sur site

Les procédures du transporteur doivent permettre d'exclure la rupture d'une canalisation liée aux travaux sur l'installation annexe (*site clos avec accès restreint d'où absence de risque de type "travaux de tiers sur une canalisation hors site", protection mécanique contre les chocs véhicules, procédures spécifiques*) quelle que soit la localisation de la canalisation (*enterrée, aérienne, ou en fosse*). Ce constat est confirmé par le retour d'expérience.

Agression thermique sur canalisation enterrée

La couverture de terre présente sur les canalisations est un bon isolant thermique. Dès 20 cm de couverture, elle permet de protéger efficacement la canalisation de tout échauffement thermique.

Chute d'avion

La chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou d'aérodrome, c'est à dire à plus de 2 km de tout point des pistes de décollage ou d'atterrissage n'est pas retenue comme évènement initiateur d'une perte de confinement sur ces installations. Dans le cas contraire, celle-ci doit être prise en compte avec une probabilité de chute d'avion retenue à 10^{-7} (*REX aviation*).

Tenue au séisme

La tenue au séisme des installations annexes simples, comparable à celle des tronçons courants, est décrite dans le cahier technique de l'AFPS cité au § 4.2.1. La tenue des installations annexes complexes est examinée au regard des cahiers AFPS les plus adaptés. A noter également que le retour d'expérience pour les installations annexes montre que même des forts déplacements (*inondation, effondrement*) ne créent pas de rupture de tuyauteries.

B / Phénomènes dangereux

Rupture

En cohérence avec la circulaire du 10 mai 2010² du ministère de l'écologie, le respect des exigences affichées en matière de construction et de maintenance des tuyauteries, ainsi que le traitement des facteurs de risque circulation et effet domino permettent de ne pas retenir ce phénomène dangereux.

UVCE / Flash fire

L'annexe 5 introduit un argumentaire précisant le traitement de ces phénomènes dangereux pour le transport de gaz naturel.

Effets de projection

Par homogénéité avec les études de dangers des installations classées, ces phénomènes ne sont pas retenus. Ils conduiraient de toute manière à une probabilité et à une gravité inférieures à celles des phénomènes dangereux de perte de confinement à l'origine de la projection (*circulaire du 10 mai 2010 du ministère de l'écologie*).

4.4.1.4 Phénomènes dangereux de référence

Les phénomènes dangereux de référence élémentaires à retenir pour ces installations sont présentés en annexe 4, § 2.

Pour les postes en bâtiment, des phénomènes dangereux plus adaptés peuvent être retenus, notamment vis-à-vis de l'évaluation des effets de l'explosion en milieu confiné.

4.4.1.5 Flux de référence pour les effets domino thermiques

Dans la mesure où l'analyse de risque met en évidence la possibilité d'effet domino interne ou externe d'origine thermique, le flux de référence à partir duquel ces effets doivent être examinés est fixé à 8 kW/m² par l'arrêté PCIG du 29/09/2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

Dès lors qu'une canalisation est exposée à un rayonnement thermique, la température dans le matériau augmente, sa limite d'élasticité diminue. Au-delà d'une certaine température l'acier entre dans son domaine élasto-plastique (*début des déformations irréversibles*). Par ailleurs, un phénomène de fluage³

² récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003 (*BO MEEDDM n°2010/12 du 10 juillet 2010*)

³ Pour une force constante, le matériau continue de se déformer et peut atteindre le domaine plastique très rapidement

peut apparaître dès que la température de l'acier dépasse 425°C. De façon majorante, le flux critique retenu pour l'évaluation des effets dominos est celui conduisant à cette température seuil de 425°C. Les canalisations les plus sensibles à l'échauffement sont les canalisations aériennes, en pression et hors transit. Pour une canalisation en transit, la circulation du fluide dans la canalisation permet d'abaisser la température de l'acier en absorbant une partie de la chaleur reçue par rayonnement thermique, et permet ainsi de ne pas atteindre sa température critique (*ex. accident de Ghislenghien*). De même, les canalisations enterrées sont protégées du rayonnement thermique par l'épaisseur de terre les recouvrant (*20 cm assurent une protection suffisante*).

Pour les canalisations en acier transportant du gaz sous pression, le groupe GDF SUEZ a engagé des études sur les conditions d'apparition des effets dominos thermiques dès 1996 suite à l'incident du stockage souterrain de Saint-Illiers. Ces travaux ont abouti au modèle ECHAUF permettant de déterminer le flux critique nécessaire pour atteindre la température critique de l'acier, en fonction des conditions d'exploitation de la canalisation, par résolution de l'équation de la chaleur. Les résultats de ce modèle ont été validés par des essais, et corroborés par l'analyse d'incidents / accidents ainsi que par l'utilisation d'autres modèles, notamment ceux de l'INERIS⁴.

Un rayonnement de 8 kW/m² ne conduit pas à un échauffement suffisant de la canalisation (*la température de peau serait de l'ordre de 100 °C après une heure d'exposition et atteint un palier de 225 °C à bout 1h30*).

Les seuils retenus pour l'évaluation des effets dominos sur les canalisations en pression hors transit, pour une durée d'exposition d'une heure, sont de l'ordre de **25 à 30 kW/m²** en fonction du diamètre et de la PMS. Pour les canalisations de poste et les tuyauteries auxiliaires des installations industrielles, de DN 50 à DN 100, cette valeur peut être portée à **40 kW/m²**. Ces valeurs seuils restent stables au-delà d'une heure d'exposition. En deçà d'une heure la valeur du flux admissible serait plus importante. Ces valeurs, calculées à une épaisseur minimale correspondant à la catégorie B - coefficient de sécurité de 0,6 et une pression de design de 98 bar (*ISO PN 100*) - sont conservatives pour les installations (*postes, installations industrielles*) car la pression maximale de service est toujours inférieure à la pression de design et l'épaisseur commandée est supérieure à l'épaisseur minimale requise.

Ainsi, pour des canalisations de transport de fluides en acier dont les caractéristiques sont les suivantes :

- nuance d'acier L245 à L485 (*ou équivalent*) en fonction du DN,
- épaisseur minimale calculée à partir du coefficient de sécurité de la catégorie B,

le flux de référence à partir duquel ces effets sont à examiner est porté à 25 kW/m².

Des justifications complémentaires pourront être apportées pour justifier de retenir une valeur supérieure de flux acceptable par certaines canalisations.

Effets dominos externes des canalisations connectées

Dès lors qu'une canalisation connectée bénéficie d'une mesure de protection physique ou d'une combinaison de mesures permettant d'atteindre le même EMC vis-à-vis des agressions par tiers, alors seul le phénomène dangereux réduit est pris en compte dans l'examen des effets dominos externes.

Pour les installations annexes simples de type poste alimenté par une canalisation, il n'y a pas lieu d'examiner les effets dominos externes en provenance de celle-ci, car en cas d'incident le poste ne serait plus alimenté.

4.4.1.6 Evaluation du risque

Gravité

L'évaluation est basée sur les mêmes principes que pour le tracé courant, en appliquant l'annexe 7.

⁴ Avis de l'INERIS sur le modèle ECHAUF

En 2009, le MEEDDM avait sollicité l'INERIS sur l'approche et le modèle ECHAUF, développé par GDF SUEZ. Il ressort de cet examen que :

- « *La démarche adoptée vis-à-vis du problème rencontré est tout à fait pertinente et, somme toute, classique.* »
- « *Pour les temps les plus longs [ndlr temps d'exposition], les valeurs de flux obtenues par GDF Suez sont du même ordre dans 3 des 5 cas et nettement supérieures pour les deux canalisations de plus faible diamètre (250 et 300 mm). Une explication peut résider dans le manque de précision des modèles Thermette [ndlr modèle mono dimensionnel développé par l'INERIS]. La mise en œuvre d'un modèle plus précis [ndlr modèle bi-dimensionnel – éléments finis] permet de trouver des valeurs similaires avec celles produites par le module ECHAUF dans ces deux cas.* »

Probabilité

La probabilité d'atteinte du point correspond à la probabilité du phénomène dangereux, d'où la formule simplifiée ci-dessous dans laquelle la fréquence générique intègre tous les facteurs de risques pouvant conduire au phénomène dangereux étudié. Il appartient au transporteur de présenter des fréquences génériques pour les phénomènes dangereux définis en annexe 4 si elles sont accessibles (*utilisation d'une base de données transporteur, ou d'autres bases de données utilisées dans les études de dangers des installations industrielles - voir également le paragraphe 4 de l'annexe 11 pour le gaz naturel*). Dans le cas contraire une approche qualitative est retenue.

A noter que pour la détermination des fréquences génériques, il n'y a pas lieu de retenir la période 1970/1990 dans la mesure où aucune mesure compensatoire spécifique n'est mise en œuvre à ce jour.

$$P_{(\text{atteinte point})} = F_{(\text{fuite/an})} \times \text{Prob}_{(\text{inflammation})}$$

Pour les installations complexes, en complément des phénomènes dangereux de référence décrits en annexe 4 § 2, le calcul de la probabilité d'un phénomène dangereux potentiel de rupture par effet domino peut reposer sur la méthode de l'arbre des causes qui reprend les événements initiateurs potentiellement à l'origine de rupture directe et/ou les phénomènes dangereux de référence décrits en annexe 4 § 2 comme potentiels événements initiateurs à l'origine d'effet domino.

Dans le cas d'utilisation d'une telle méthode analytique, le transporteur fournira, à titre d'exemple, le détail du calcul pour un phénomène dangereux. Cette méthode permet de prendre en compte l'ensemble des contributeurs internes et externes. La probabilité résultante est donc le résultat d'un cumul.

Acceptabilité du risque

Dans la mesure où les données sont accessibles (*approche quantitative*), et compte tenu du fait que la distance d'effets n'intervient pas dans le calcul de la probabilité, chacun des phénomènes dangereux résultants de l'étude peut être positionné dans une seule matrice sur la base de la gravité la plus importante (*personnes exposées dans la zone ELS ou la zone PEL*), la probabilité demeurant la même. De la même manière que pour les canalisations, la notion de cumul des phénomènes dangereux n'est pas retenue dans la mesure où le niveau de risque n'est pas modifié par rapport au phénomène dangereux le plus pénalisant.

ELS	PEL	$P \leq 5.10^{-7}$	$5.10^{-7} < P \leq 10^{-6}$	$10^{-6} < P \leq 5.10^{-6}$	$5.10^{-6} < P \leq 10^{-5}$	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$	$10^{-3} < P$
N > 300	N > 3000							
100 < N ≤ 300	1000 < N ≤ 3000							
30 < N ≤ 100	300 < N ≤ 1000							
10 < N ≤ 30	100 < N ≤ 300							
1 < N ≤ 10	10 < N ≤ 100							
N ≤ 1	N ≤ 10							

Les cases grises sont acceptables pour les installations existantes uniquement.

La notion d'écart article 8 ou d'écart article 14 (*vs article 7*) ne constitue pas un critère supplémentaire d'acceptabilité du risque compte tenu du caractère clos des sites concernés, à la différence des canalisations enterrées dans le domaine public ou privé et sujettes à des travaux de tiers à proximité potentiellement non maîtrisables.

Dans le cas contraire (*données quantitatives non accessibles*), l'analyse mettra en avant de manière qualitative les mesures prises par le transporteur pour justifier le niveau de sécurité de ses installations annexes.

4.4.1.7 Mesures compensatoires

Comme pour les canalisations, des mesures compensatoires peuvent être nécessaires pour rendre un phénomène dangereux acceptable. Elles s'écartent cependant de celles définies pour le tracé courant.

Ainsi, des mesures de protection thermique répondant à une norme et disposant d'un certificat constructeur permettent d'appliquer un coefficient de réduction de 0,01 dans une approche quantitative, ou d'éli-

miner un phénomène dangereux dans une approche qualitative. La mise en place d'une protection (*glissière ou bordure de type routier*) contre les sorties de route de véhicules en fonction de la situation spécifique de l'installation annexe permet également d'appliquer un coefficient réducteur de 0,01 dans une approche quantitative, ou d'éliminer le phénomène dangereux dans une approche qualitative.

De même, pour des chaînes instrumentées de sécurité (*SIS - détection associée à une action automatique d'isolement des installations*), le coefficient de réduction du risque est égal à celui correspondant au niveau de sécurité alloué à la chaîne tel que défini par les normes NF 61508 et 61511. Cette valeur peut être issue d'une étude générique avec un coefficient de réduction de 0,1 en base.

Enfin, des mesures d'intervention humaine (*visite périodique adaptée avec une procédure de contrôle des zones sensibles identifiées, ...*) peuvent également être prises en compte avec un coefficient de réduction de 0,1 en base. L'évaluation de l'efficacité de ces mesures peut être réalisée suivant d'autres guides ou études ou normes (*exemples : rapports $\Omega 10$ et $\Omega 20$ de l'Inéris*). Ces mesures sont suivies dans le programme périodique de surveillance et de maintenance.

4.4.2 Particularités selon les types d'installations annexes

4.4.2.1 Installations annexes simples

Pour tenir compte du contexte local, l'analyse peut largement s'appuyer sur le raisonnement suivant :

- les vibrations peuvent potentiellement engendrer des ruptures de piquages de diamètre inférieur à 25 mm,
- sur la base du retour d'expérience, les événements initiateurs de type corrosion ou défaut de matériau conduisent uniquement à des petites brèches (12 mm ou moins - voir ci-dessous et annexe 4),
- les seuls événements initiateurs pouvant conduire à une rupture de canalisation sont une agression mécanique (*choc provoqué par un véhicule*) ou une agression thermique venant de l'extérieur, ces installations n'étant en général pas situées dans des zones confinées avec risque d'explosion.

La configuration de ces installations, essentiellement linéaires et hors zones confinées, justifie la non prise en compte d'un effet domino de l'installation sur elle-même. Elle permet donc d'exclure dans ce cas la rupture des tuyauteries principales pour cause d'effet domino thermique ou de surpression.

Par ailleurs, la petite brèche de 12 mm pour cause de corrosion ou défaut de matériel notamment est prise en compte (*sauf justification d'une taille plus faible*), de même que le fonctionnement du dispositif de sécurité (*souape*).

Pour l'évaluation de l'intensité, la direction de rejet est identifiée en fonction de la configuration de l'installation (*rejet horizontal pour une petite brèche de type corrosion, orientation réelle du piquage pour une rupture de piquage, rejet vertical pour une souape*).

Sur la base d'un REX significatif (*plus de 10 000 postes en exploités*), il est possible de retenir une taille de brèche inférieure à 12 mm. Le REX de TIGF et GRTgaz montre que les fuites hors rupture de piquage et fonctionnement du dispositif de sécurité ne dépassent pas 5 mm, valeur ainsi prise en compte en lieu et place de la brèche de 12 mm, pour toutes les tuyauteries aériennes inspectables et inspectées, conformément à l'annexe 4. Le libellé associé à cette brèche est "perforation limitée" (5mm).

En conséquence, l'étude porte sur les phénomènes dangereux repris en annexe 4 § 2. La gravité est calculée sur la base des distances d'effet correspondantes (*voir annexe 7*). La probabilité est analysée de manière qualitative ou quantitative selon les données statistiques disponibles. L'acceptabilité du risque est déterminée par l'utilisation de la matrice du § 4.4.1.6.

En général, les phénomènes dangereux des installations annexes sont couverts par ceux de la canalisation en tracé courant, ces derniers restant la base pour la détermination des périmètres du PSI.

4.4.2.2 Installations annexes complexes

S'il s'agit d'installations faisant l'objet d'une étude de dangers au titre de la réglementation des installations classées, celle-ci tient lieu d'étude de dangers au titre de la réglementation du transport par canalisation et ses références sont rappelées dans l'étude de dangers de la canalisation de transport.

De manière plus générale, l'analyse du retour d'expérience sur ces installations du réseau de transport, ne met pas en évidence d'autres facteurs de risque ou phénomènes dangereux que ceux déjà identifiés

pour les installations annexes simples. La complexité et la proximité d'installations différentes, la présence de fosses, ... peuvent éventuellement conduire à des effets dominos.

Ces phénomènes dangereux sont alors retenus comme évènement initiateur pour l'examen des synergies internes, en particulier celles relatives aux effets dominos thermiques.

L'intensité des phénomènes dangereux est évaluée en prenant en compte la configuration de l'installation, notamment les dispositifs permettant de limiter l'alimentation de la brèche (*clapet anti-retour, ...*), les alimentations multiples (*cas d'une interconnexion*), ainsi que les barrières actives (SIS) existantes lorsqu'elles peuvent contribuer à limiter l'intensité du phénomène dangereux.

L'acceptabilité du risque est déterminée par l'utilisation de la matrice du § 4.4.1.6.

4.4.3 Catégorie d'emplacement

Une catégorie d'emplacement unique est retenue pour ces installations, indépendamment des différents diamètres de canalisations présents.

Cas des installations annexes simples

D'une manière générale, la catégorie d'emplacement de cette installation est identique à celle de la canalisation l'alimentant. Dans les environnements plus contraints (*présence d'ERP, GH, INB*), la catégorie est déterminée sur la base du phénomène dangereux majorant du poste.

Cas des installations annexes complexes

La catégorie d'emplacement est déterminée par rapport à la canalisation répondant aux caractéristiques suivantes : PxD^2 max.

Il faut toutefois noter que la notion de catégorie d'emplacement pour une installation annexe n'a pas la même pertinence que pour une canalisation enterrée dans le domaine public ou privé. En effet, la notion de "coefficient de sécurité maximal" vise à augmenter l'épaisseur d'acier des tubes lorsque le nombre de personnes potentiellement impactées en cas d'accident augmente. Ceci pour assurer une meilleure résistance de la canalisation vis-à-vis de travaux de tiers non complètement maîtrisables.

La catégorie d'emplacement d'une installation annexe n'intervient donc naturellement pas dans l'analyse de risque d'une telle installation, mais permet de hiérarchiser les éventuelles mesures compensatoires à mettre en œuvre suite à une révision des études de dangers.

5 Effets sur l'environnement

Le § 4 du présent guide traite la prise en compte des risques humains au travers de l'analyse basée sur une matrice probabilité/gravité pour laquelle la gravité est déterminée par le nombre de personnes potentiellement impactées.

Cependant, les incidents relatifs aux canalisations de transport peuvent également avoir des conséquences sur l'environnement en fonction de la nature et de la quantité du produit rejeté en cas de perte de confinement.

L'annexe 12 vise donc à établir des règles adaptées à cette "analyse du risque environnemental".

6 Annexes à joindre à l'étude de dangers

Liste des textes législatifs et réglementaires (*donner uniquement la liste des titres in extenso*)

Fiches de données de sécurité

Tracé de l'ouvrage renseigné par l'analyse de l'environnement et l'indication des catégories d'emplacement (*cartes ou extrait du SIG*)

Profil en long dans le cas de fluides liquides en particulier
Schéma simplifié de l'ouvrage
Bibliographie des principaux documents cités en référence
Synthèse de l'étude d'impact ou analyse de la pertinence du tracé (si pas reprise dans le corps du texte)

7 Liste des annexes du présent guide

Annexe 1	<i>Exemple de tableau des caractéristiques principales d'un ouvrage</i>
Annexe 2	<i>Exemples de sources de danger</i>
Annexe 3	<i>Exemple de tableau "dangers / mesures compensatoires"</i>
Annexe 4	<i>Brèches de référence</i>
Annexe 5	<i>Arbres des conséquences possibles</i>
Annexe 6	<i>Tableau de synthèse des critères d'effets redoutés</i>
Annexe 7	<i>Outils pratiques d'évaluation du risque</i>
Annexe 8	<i>Tableau de facteurs de réduction ou d'aggravation des risques</i>
Annexe 9	<i>Hypothèses de modélisation et tableaux de distances d'effets</i>
Annexe 10	<i>Détermination du phénomène dangereux de référence pour application de l'article 8 de l'arrêté multi fluides</i>
Annexe 11	<i>Fréquences génériques et probabilités d'inflammation</i>
Annexe 12	<i>Analyse de la gravité environnementale et définition des mesures compensatoires éventuellement nécessaires</i>

Version projet
CSPRT du 24/09/2012

A1 - Exemple de tableau des caractéristiques principales d'un ouvrage

Longueur (km)	
Volume utile (m ³)	
Débit maximum (m ³ /h)	
Date de mise en service	
Diamètre nominal	
Nuance de l'acier	
Epaisseurs nominales (mm)	
Profondeur nominale de pose	
Pressions maximales de service (bar)	
Distance maximale entre sectionnements (km)	
Liste des installations annexes	

Version projet
CSPRT du 24/09/2012

A2 - Exemples de sources de danger

1 Fluide transporté

Il s'agit de faire l'inventaire des sources de danger amenées directement par le fluide transporté

1.1 Dangers du fait des propriétés physiques

- volatilité
- anoxie

1.2 Dangers du fait des propriétés chimiques

- inflammabilité
- toxicité du produit transporté
- pyrophoricité des dépôts

2 Tube (*canalisation et équipements annexes*) : construction et exploitation

Les points suivants seront examinés dans la mesure où ils sont adaptés à la canalisation étudiée.

2.1 La canalisation

Dangers liés à la conception :

- matériaux non adaptés aux conditions de services extrêmes
- matériaux sur accessoires (*vannes, joints, ...*) réagissant avec le produit ou ses impuretés
- accessoires ayant une résistance mécanique insuffisante (*piquages sous dimensionnés*)
- défaillances des joints ou des presse-étoupe des vannes
- défaillance de la protection cathodique due à un courant de fuite aux joints isolants

Dangers liés au fonctionnement :

- bouchage par un corps étranger (*racleur, interne de robinet, clapet ou compteur, colmatage de filtres*)
- non fonctionnement des soupapes (*défait de tarage, bouchage, colmatage*)
- non fermeture des soupapes
- vibrations des parties aériennes
- dilatation des parties aériennes (*déformation, glissement des supports*)
- coup de bélier par fermeture rapide de vanne
- mélange explosif dans les enceintes confinées (*chambres à vannes, ...*) par accumulation de micro fuites
- défaillances de la protection cathodique due aux courants vagabonds interférents

2.2 Les conditions de fonctionnement

Suppressions :

- pompage de produits sur vanne aval fermée
- mise en communication de deux circuits de pressions maximales de service différentes
- élévation de température sur tronçon aérien isolé

Mise sous vide lors d'un arrêt :

- par aspiration
- par sous-refroidissement

Manœuvre exceptionnelle sur les circuits :

- manœuvre de vannes mise en communication avec l'atmosphère (*purges, évents, permutation de filtres*)
- passage et extraction de racleur

Pollution des produits :

- polymérisation dans les zones mortes par suite d'une interruption d'utilisation prolongée
- entrée d'air
- entrée d'eau
- entrée d'autres produits
- mise en contact de produits incompatibles (*canalisation multi produits*)
- retour de produits venant des utilisateurs

2.3 Les systèmes de contrôle et surveillance

- manque d'électricité aux terminaux de surveillance et d'exploitation ou en un point de stationnement
- perte d'information des instruments
- rupture de circuit de commande à longue distance
- liaison transmission radio ou téléphone hors service

3 Interaction Fluide / Tube

Les points suivants seront en particulier examinés dans la mesure où ils sont adaptés à la canalisation étudiée.

3.1 Dangers du fait des propriétés physiques**Tous produits**

- volatilité : tension de vapeur variable dans la plage de température d'utilisation
- contraction du liquide et de la phase vapeur avec une baisse de température
- gel de l'eau

Liquides (en plus des risques Tous produits)

- viscosité croissante à la basse température (*risque de congélation*)
- dilatation du liquide et de la phase gaz avec montée en température
- abrasion par grande vitesse
- charge en électricité statique par écoulement

Gaz liquéfié (en plus des risques Tous produits)

- érosion par cavitation

Gaz liquéfié et gaz (en plus des risques précédents : Gaz Liquéfiés et Tous Produits)

- basse température par détente (*fuite ou fuite de vanne, soupape, ...*)

3.2 Dangers du fait des propriétés chimiques

Tous produits

- inflammabilité en présence d'air : inflammabilité des vapeurs (LIE - LSE) incendie
- corrosivité :
 - . du produit
 - . des impuretés
 - . due à l'activité bactérienne (*action sulfato / réductrice*)
 - . due aux dépôts en général
- formation de polymères, gommages, cristaux, hydrates
- réactivité du produit :
 - . avec l'humidité
 - . avec les autres produits ayant été transportés dans la même ligne
 - . avec des utilités susceptibles d'être mises en contact.
- produits hors spécifications
- impuretés résiduelles (*acides, ...*)

Liquides

- pyrophoricité des dépôts

Ethylène

- décomposition explosive par effet piston

Gaz Oxydant

- point chaud

4 Interaction Environnement / Tube

4.1 Géologie et sismologie

Risques particuliers liés à la géologie (*vides, souterrains, effondrements, ...*) et à la sismologie, en regard notamment du plan de zonage France.

4.2 Hydrologie et hydrogéologie

Risques particuliers liés à l'hydrologie et à l'hydrogéologie (*régime des rivières, ...*).

4.3 Végétation

Risques particuliers liés à la végétation (*en général traité par l'établissement et l'entretien des bandes de servitude*).

4.4 Climatologie

Risques particuliers liés à la foudre

4.5 Causes liées à l'existence d'autres ouvrages

Effet domino potentiel

Contraintes mécaniques par :

- traversées de voies de circulation
- charges liées à une activité voisine (*parking, circulation privée*)
- croisement d'autres ouvrages

Facteurs de corrosion électrochimique :

- agression par égout fuyard
- agression par proximité d'une décharge
- attaque corrosive due à une fuite sur une ligne voisine contenant un produit corrosif
- courants électriques :
 - . courants vagabonds (*voies ferrées*)
 - . courants de fuite proximité des pylônes du réseau de transport électrique

Agression provenant d'une autre canalisation située à proximité, sur tronçon aérien :

- abrasion par jet dû à une fuite
- éclatement sous pression
- dard résultant d'une fuite allumée

4.6 Causes liées à l'activité humaine

Agressions par travaux

- travaux de fouilles, terrassement, dragage, ...
- choc par engins, grues, camions
- points chauds (*travaux, incendie*)

Autres agressions

- déraillement ferroviaire
- accident de circulation routière
- incendie de bâtiment
- feu de forêt
- ICPE proche : incendie ou explosion
- rupture de ligne électrique ou court-circuit
- rupture de barrage

Version projet
CSPRT du 24/09/2012

A3 - Exemple de tableau "dangers / mesures compensatoires"

NATURE DU DANGER	SOURCE DU DANGER	CAUSE	CONSEQUENCES	MOYENS DE DETECTION	MESURES COMPENSATOIRES	OBSERVATIONS
Surpression	Bouchage ligne ou soupape	Formation d'hydrates en cas de présence d'eau	Fuites de bride	Mise en alarme de l'instrument	Séchage et vérification hygrométrique Contrôle teneur en eau lors des travaux	
		Impuretés	Fuites de bride	Mise en alarme de l'instrument	Filtration Contrôle des spécifications	
	Coup de bélier	fermeture rapide des vannes				
	Pompage à une pression trop élevée	dysfonctionnement de la régulation	Fuites de bride	Mise en alarme de l'instrument	Arrêt automatique de la pompe	
	Dilatation du produit entre deux vannes fermées	Elévation de la température diurne			Tronçon aérien court par rapport aux parties enterrées	Pression résultante très inférieure à la pression de calcul
Déformation	Dilatation entre points fixes	Elévation de la température diurne	Fissure par fatigue		Tronçons aériens formant lyre de dilatation	

Version projet
CSPRT du 24/09/2012

A4 - Brèches de référence

1 Phénomènes dangereux pour le PSI

Le phénomène dangereux à retenir pour le Plan de Secours et d'Intervention à l'intention des Service de Secours est, pour les canalisations en tracé courant, le phénomène dangereux de rupture.

Pour les installations annexes de type simple, sur la base du paragraphe 4.4.2.1 et avec la mise en place de protections mécaniques si nécessaire pour éliminer le phénomène dangereux de rupture, les phénomènes dangereux résiduels sont couverts par le phénomène dangereux retenu pour la canalisation en tracé courant.

Pour les installations annexes de type complexe, l'étude de dangers définit le phénomène dangereux à retenir pour le PSI, notamment pour le cas d'une interconnexion de plusieurs canalisations de diamètres et PMS proches.

2 Phénomènes dangereux pour l'étude de dangers

2.1 Tracé courant (*linéaire enterré*) :

Phénomène dangereux de fuite	Principaux facteurs de risque			Remarques
	Gaz Naturel	Produits chimiques gazeux	Produits pétroliers, ou produits chimiques liquides	
Petite brèche (jusqu'à 12 mm)	Défaut de construction, défaut matériau, corrosion, travaux tiers, autre (<i>foudre, érosion ...</i>)	Défaut de construction, défaut matériau, corrosion, travaux tiers, autre (<i>foudre, érosion ...</i>)	Défaut de construction, défaut matériau, corrosion, travaux tiers, autre (<i>foudre, érosion ...</i>)	Les pratiques et les normes de surveillance de construction des ouvrages justifient de retenir ce phénomène dangereux réduit de fuite. La taille de brèche pour la détermination des calculs de bandes d'effets peut être réduite en prenant en compte celle qui est détectable par les moyens de surveillance permanents.
Brèche moyenne (jusqu'à 70 mm)	Travaux tiers	Travaux tiers	Travaux tiers, défaut de construction, défaut matériau (*)	
Rupture totale	Travaux tiers, mouvement de terrain	Travaux tiers, mouvement de terrain, défaut matériau (*)	Mouvement de terrain, défaut de construction, défaut matériau (*)	Lors d'une fuite sur une canalisation de produits liquides, la pression baisse immédiatement, supprimant ainsi le risque d'extension du défaut à l'origine de cette fuite, extension qui pourrait faire assimiler la brèche induite à une rupture complète. Les ruptures complètes ne peuvent être ainsi générées que par des événements provoquant une rupture complète immédiate : il peut s'agir d'agressions externes, mais l'accidentologie montre que ces cas sont exceptionnels pour des canalisations de diamètre significatif ($DN > 150$). Il peut aussi s'agir de mouvements de terrain brutaux. Dans le cas où l'environnement permet de justifier l'absence de mouvement de terrain important, le facteur de risque "Mouvement de terrain important" ne sera pas pris en compte. Compte-tenu des spécificités environnementales conduisant à des situations de mouvement de terrain, la matrice de risque ne peut pas s'appliquer de manière générique et ces cas doivent faire l'objet d'une étude particulière en tant que point singulier.

(*) : Certains de ces défauts (voir guide GESIP 2007/05 "surveillance, maintenance et réparations") peuvent provoquer une ouverture de la canalisation dont la surface équivalente est très nettement supérieure à celle d'une brèche de 12 mm, et dont les effets peuvent s'apparenter à ceux d'une rupture totale (exemple : fissuration coalescente).

Ces défauts relèvent néanmoins de défaillances particulièrement singulières, pour lesquelles le retour d'expérience est très limité et correspond à des phénomènes rares, notamment des conditions opératoires atypiques ou une métallurgie spécifique de la canalisation.

Sous réserve de démontrer que les facteurs de risque correspondants sont soit inexistantes sur leur réseau (conditions d'apparition inexistantes), soit complètement maîtrisés par des actions spécifiques et argumentées du Programme de Surveillance et de Maintenance (voir traitement proposé pour les traversées sous gaine dans le guide GESIP 2007/04 "surveillance, maintenance, inspection et réparation"), les transporteurs pourront exclure ces facteurs dans l'évaluation quantitative du risque de leur Etude de dangers.

2.2 Installations annexes :

Pour les installations annexes simples telles que définies au § 4.4, l'analyse des enseignements tirés d'accidents ou d'incidents survenus à des ouvrages comparables a montré que les pertes de confinement peuvent être regroupées par type de phénomènes dangereux. Sur la base du paragraphe 4.4.2.1, et sous réserve de la vérification de la protection suffisante de l'installation contre les agressions mécaniques ou thermiques, et après mise en œuvre des protections appropriées le cas échéant, les phénomènes dangereux de références peuvent être les suivants :

Produit	CAUSES	
	Produits pétroliers, ou produits chimiques liquides	Gaz Naturel et produits chimiques gazeux
Phénomène dangereux de fuite		
Petite brèche de diamètre inférieur à 12 mm pour les tuyauteries enterrées de liaison entre la ligne et l'installation annexe aérienne	Correspondant à une fissure, une corrosion, un défaut de construction, un défaut de matériau	
Petite brèche de diamètre inférieur à 12 mm ou perforation limitée de diamètre inférieur à 5 mm (1)	Correspondant à une fissure, une corrosion, un défaut d'étanchéité ou un défaut de construction allant au-delà des critères définis au § 3 ci-après (les défauts d'étanchéité peuvent être provoqués par un choc véhicule ou un engin)	
Rupture de piquage de diamètre inférieur à 25 mm (2)	Correspondant à un choc mécanique sur l'installation ou à des vibrations qui peuvent provoquer une rupture du plus gros piquage de diamètre \leq DN 25 (4)	
Event de soupape diamètre du dispositif (3)	Non concerné	Correspondant à la mise à l'évent pour assurer la sécurité du réseau aval

(1) En l'absence de justificatifs, la valeur de 12 mm sera prise en compte. La valeur de 5 mm est retenue pour les installations annexes des réseaux de transport de gaz naturel compte tenu du REX disponible. La configuration similaire des installations annexes (inspectables et inspectées) pour les autres produits permet de retenir également cette taille de brèche pour les produits non corrosifs.

(2) En l'absence de justificatifs, la borne supérieure sera prise en compte.

(3) En présence uniquement de dispositif de mise à l'évent automatique.

(4) Le REX des différents opérateurs met en évidence qu'en cas de choc mécanique sur une installation annexe, la brèche de référence est équivalente à une rupture du plus gros piquage de diamètre inférieur au DN 25. Au-delà de ce DN 25, l'épaisseur du piquage permet de résister aux chocs mécaniques rencontrés sur ce type d'installations lors des événements de type inondation ou sortie de route d'un véhicule, ou encore lors des opérations de maintenance périodiques.

Pour les installations annexes complexes, l'analyse de risques peut conduire à retenir des phénomènes dangereux particuliers complémentaires. Les phénomènes dangereux décrits ci-dessus peuvent être retenus comme événement initiateur pour l'examen des effets dominos internes potentiels.

Pour le gaz naturel, toute fuite pour laquelle la LIE est comprise dans une zone ATEX en exploitation normale a une probabilité très faible de s'enflammer et n'entraîne pas d'impact à l'extérieur du site.

2.3 Autres points singuliers :

Pour les points singuliers, la démarche repose sur l'identification des facteurs de risques spécifiques permettant d'identifier les brèches de référence qui pourraient être différentes de celles du tracé courant. Cette démarche concerne notamment les tronçons calorifugés pour le facteur de risque corrosion. Pour les nappes et les racks de canalisations en parallèle, ainsi que pour les canalisations aériennes, la démarche est décrite dans les paragraphes 4.3.1 à 4.3.3.

3 Brèches de référence et seuils d'information de l'autorité de contrôle

Les brèches de référence (12 mm, 70 mm et rupture) sont définies par une section circulaire du diamètre indiqué. Dans la réalité, les pertes de confinement sont rarement de géométrie parfaitement circulaire. Il est donc nécessaire pour chaque brèche de calculer sa surface, puis d'en déduire le diamètre du cercle équivalent.

Par ailleurs, les pertes de confinement qui doivent faire l'objet d'une information de l'autorité de contrôle sont définies de la manière suivante :

- pour le linéaire enterré hors site : toute perte de confinement quelle que soit sa taille,
- pour les installations annexes :
 - . toute perte de confinement liée à un défaut d'étanchéité (*brides, presses étoupes, ...*) supérieure à 2,5 mm² pour les gaz (*définition de la zone ATEX en exploitation normale pour les gaz inflammables*) ou conduisant à un rejet de plus de 100 litres pour les liquides,
 - . toute perte de confinement quelle que soit sa taille pour les défauts liés à la corrosion ou à un défaut de matériau ou de construction susceptible d'avoir un impact sur l'environnement.

Cette information est faite de manière rapide en cas d'impact sur l'externe, ou dans le cadre du rapport annuel d'exploitation pour les incidents mineurs.

4 Tableaux récapitulatifs des distances à retenir pour les servitudes d'utilité publique

Les tableaux ci-après reprennent les valeurs des distances à retenir pour la mise en place des servitudes d'utilité publique, en précisant si ces distances figurent dans le guide (*fourchette des valeurs et § concerné du présent guide*) ou s'il convient de les chercher dans l'études de dangers de la canalisation concernée (*cas des liquides et des produits peu répandus*).

4.1 Cas des canalisations enterrées (valeurs surlignées dans les tableaux des § indiqués) :

	Gaz naturel	Hydrocarbures liquides	Ethylène	Hydrogène	Autres produits
PEL Phénomène dangereux de référence majeur	Rupture totale 10 à 720 m A9 § 2.1.2	Brèche 70 mm (si rupture écartée) EDD*	Rupture totale 240 à 390 m A9 § 2.3.1	Rupture totale 30 à 60 m A9 § 2.3.2	EDD*
PEL Phénomène dangereux de référence réduit	Brèche 12 mm 5 m A9 § 2.1.2	Brèche 12 mm 15 m A9 § 2.2.5.4	Brèche 12 mm 55 m (<i>PMS 100 b</i>) ou 30 m (<i>PMS 50 b</i>) A9 § 2.3.1	Brèche 12 mm 5 m A9 § 2.3.2	EDD*

	Gaz naturel	Hydrocarbures liquides	Ethylène	Hydrogène	Autres produits
ELS Phénomène dangereux de référence réduit	Brèche 12 mm 5 m A9 § 2.1.2	Brèche 12 mm 10 m A9 § 2.2.5.4	Brèche 12 mm 45 m (PMS 100 b) ou 25 m (PMS 50 b) A9 § 2.3.1	Brèche 12 mm 5 m A9 § 2.3.2	EDD*

Phénomène dangereux de référence majorant :

- linéaire enterré : rupture totale, ou brèche de 70 mm pour les produits liquides ou liquéfiés sous pression si le phénomène dangereux de rupture par mouvement de terrain ou défaut métallurgique peut être écarté, sans tenir compte de l'éloignement des personnes.

Phénomène dangereux de référence réduit :

- linéaire enterré : brèche de 12 mm et jet vertical, avec prise en compte de l'éloignement des personnes.

* EDD signifie que la distance d'effets est à rechercher dans l'études de dangers de la canalisation correspondante.

4.2 Cas des canalisations aériennes (valeurs surlignées dans les tableaux des § indiqués) :

	Gaz naturel	Hydrocarbures liquides	Ethylène	Hydrogène	Autres produits
PEL Phénomène dangereux de référence majorant	Brèche 12 mm 9 à 18 m sans être inférieure au linéaire enterré adjacent A9 § 2.1.3	Brèche 12 mm EDD* ou à défaut linéaire adjacent	Brèche 12 mm EDD* ou à défaut linéaire adjacent	Brèche 12 mm EDD* ou à défaut linéaire adjacent	Brèche 12 mm EDD* ou à défaut linéaire adjacent
PEL Phénomène dangereux de référence réduit	Brèche 12 mm 8 à 16 m A9 § 2.1.3	Brèche 12 mm EDD* ou à défaut linéaire adjacent	Brèche 12 mm EDD* ou à défaut linéaire adjacent	Brèche 12 mm EDD* ou à défaut linéaire adjacent	Brèche 12 mm EDD* ou à défaut linéaire adjacent
ELS Phénomène dangereux de référence réduit	Brèche 12 mm 8 à 16 m A9 § 2.1.3	Brèche 12 mm EDD* ou à défaut linéaire adjacent	Brèche 12 mm EDD* ou à défaut linéaire adjacent	Brèche 12 mm EDD* ou à défaut linéaire adjacent	Brèche 12 mm EDD* ou à défaut linéaire adjacent

Phénomène dangereux de référence majorant :

- brèche de 12 mm et jet orienté si les phénomènes dangereux de rupture par effets mécanique ou thermique ou par défaillance des supportages ou de la structure support peuvent être écartés, sans tenir compte de l'éloignement des personnes,
- la distance retenue ne sera pas inférieure à celle du phénomène dangereux du linéaire enterré adjacent.

Phénomène dangereux de référence réduit :

- brèche de 12 mm et jet orienté, avec prise en compte de l'éloignement des personnes.

* EDD signifie que la distance d'effets est à rechercher dans l'études de dangers de la canalisation correspondante.

4.3 Cas des installations annexes (valeurs surlignées dans les tableaux des § indiqués) :

	Gaz naturel	Hydrocarbures liquides	Ethylène	Hydrogène	Autres produits
PEL Phénomène dangereux de référence majorant	Rupture DN 25 20 à 45 m sans être inférieure au linéaire enterré adjacent A9 § 2.1.3	EDD* ou à défaut linéaire adjacent	Rupture DN 25 100 m (PMS 100 b) ou 50 m (PMS 50 b)	EDD* ou à défaut linéaire adjacent	EDD* ou à défaut linéaire adjacent
PEL Phénomène dangereux de référence réduit	Brèche 5 mm 5 à 7 m A9 § 2.1.3	EDD* ou à défaut linéaire adjacent	EDD* ou à défaut linéaire adjacent	EDD* ou à défaut linéaire adjacent	EDD* ou à défaut linéaire adjacent

	Gaz naturel	Hydrocarbures liquides	Ethylène	Hydrogène	Autres produits
ELS Phénomène dangereux de référence réduit	Brèche 5 mm 5 à 7 m A9 § 2.1.3	EDD* ou à défaut linéaire adjacent	EDD* ou à défaut linéaire adjacent	EDD* ou à défaut linéaire adjacent	EDD* ou à défaut linéaire adjacent

Phénomène dangereux de référence majorant :

- rupture de piquage de DN 25 et jet orienté, si les phénomènes dangereux de rupture par effets mécanique ou thermique peuvent être écartés, sans tenir compte de l'éloignement des personnes,
- la distance retenue ne sera pas inférieure à celle du phénomène dangereux du linéaire enterré adjacent.

Phénomène dangereux de référence réduit :

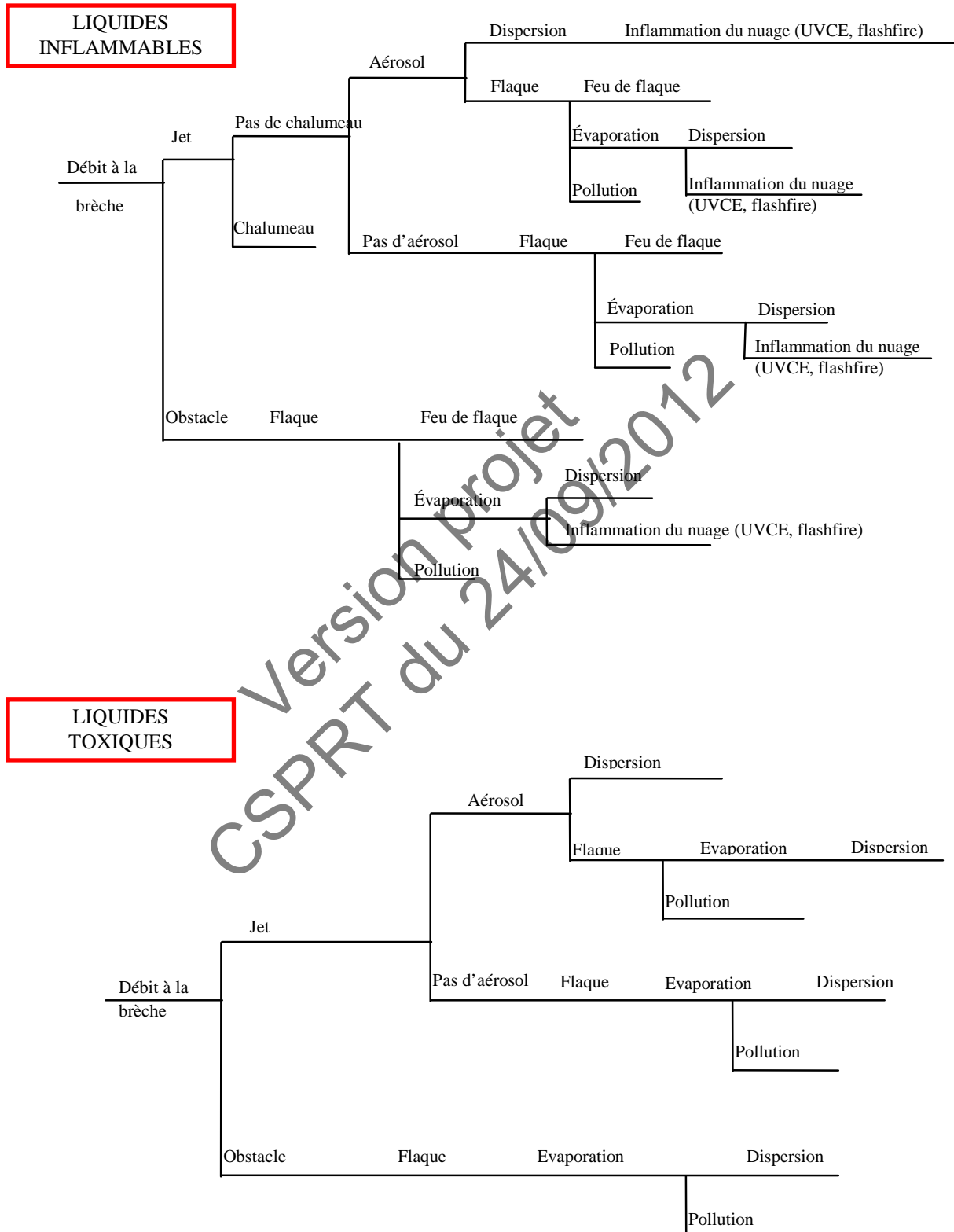
- brèche de 12 mm et jet orienté, ou brèche de 5 mm et jet orienté sur justification et justifiée pour le gaz naturel, avec prise en compte de l'éloignement des personnes.

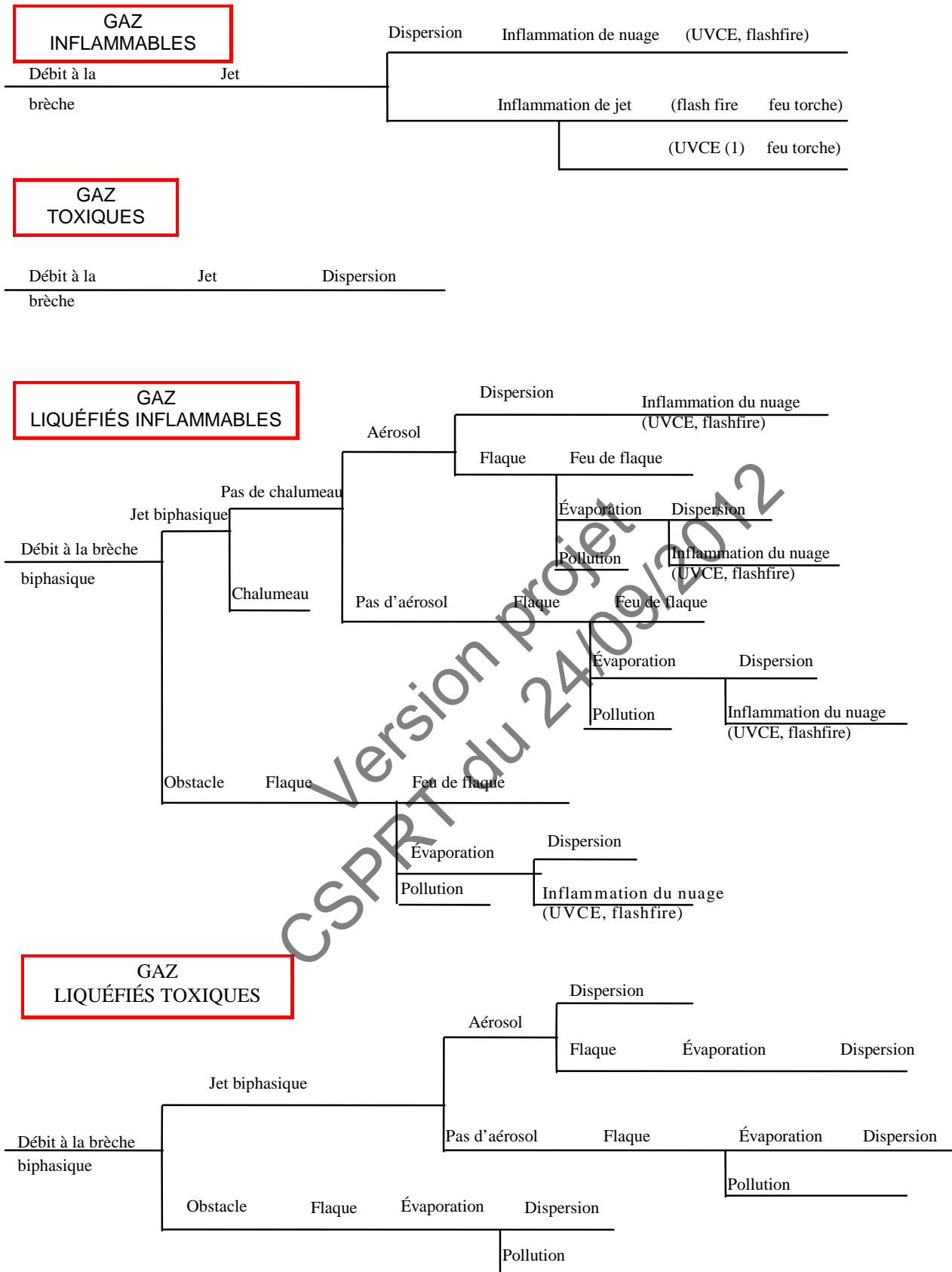
* EDD signifie que la distance d'effets est à rechercher dans l'études de dangers de la canalisation correspondante.

Version projet
CSPRT du 24/09/2012

A5 - Arbres des événements possibles

Les choix logiques dans les arbres sont tous de type « ou »





(1) La possibilité d'un UVCE est à étudier au cas par cas, en fonction de la combinaison des paramètres suivants : réactivité du gaz, intensité turbulente du jet, caractéristiques de la source d'inflammation et

niveau d'encombrement dans la partie inflammable du jet. A noter que le phénomène d'UVCE se caractérise par des effets thermiques et de surpression.

Sur cet aspect, le gaz naturel peut être traité de la façon suivante :

a) Rejet en champ libre :

Pour un rejet en champ libre de gaz naturel depuis un ouvrage de transport, l'occurrence d'un UVCE nécessite la présence d'une source d'inflammation spécifique (*en particulier taille, énergie*) placée au cœur du jet. Le gaz naturel est en effet considéré comme un gaz peu réactif parmi les autres gaz inflammables transportés par canalisation (*hydrogène, éthylène, ...*). Les caractéristiques de cette source d'inflammation font actuellement l'objet d'une étude conduite par l'INERIS pour le compte du groupe GDF-SUEZ. Ces caractéristiques seront précisées si possible à l'issue de cette étude.

Pour les rejets verticaux, il est admis de ne pas retenir ce phénomène (*bien qu'il soit physiquement possible sous réserve des critères d'inflammation au cœur du jet*) pour les raisons suivantes :

- les distances d'effets des UVCE sont inférieures, de façon générale, à celles des effets thermiques ;
- l'inflammation au niveau du sol est privilégiée, par rapport à une inflammation au cœur du jet, au vu du retour d'expérience.

Pour les rejets horizontaux générés par des brèches de 5, 12 ou 25 mm, les distances d'effets de surpression des UVCE sont également inférieures à celles des effets thermiques.

Le phénomène d'UVCE est également écarté pour toute brèche consécutive à un effet domino thermique, car dans ce cas le jet s'enflamme immédiatement près de la brèche.

b) Autres cas :

Lorsque les rejets sont susceptibles d'atteindre des zones encombrées ou confinées, ou d'impacter un bâtiment, la possibilité d'une explosion de gaz doit être étudiée. Il est à noter qu'une simple canalisation aérienne n'est pas de nature à générer un encombrement significatif. Cette étude est à conduire au cas par cas, en fonction de l'environnement de la fuite considérée.

A noter :

Le b) ci-dessus peut être étendu à toutes les substances transportées sous forme liquide, liquéfiée ou gazeuse.

Selon le Purple Book (§6.2.4), pour les produits inflammables, le flash-fire et l'explosion sont des événements associés à une inflammation différée, alors que les distances d'effets génériques sont calculées pour une inflammation immédiate du jet malgré la très forte décroissance du débit gaz après une rupture de canalisation.

A6 - Tableau de synthèse des critères d'effets redoutés

1 Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets toxiques

SEUILS D'EFFETS TOXIQUES POUR L'HOMME PAR INHALATION				
		<i>Types d'effets constatés</i>	<i>Concentration d'exposition</i>	<i>Référence</i>
Exposition de 1 à 60 minutes	Létaux	SELS (CL 5%) SEL (CL 1%)		Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003 (BO MEEDDM n°2010/12 du 10 juillet 2010)
	Irréversibles	SEI		
	Réversibles	SER		

Tableau relatif aux valeurs de référence de seuils de toxicité aiguë

(SELS : Seuil des Effets Létaux Significatifs ; SEL : Seuil des Effets Létaux ; SEI : Seuil des Effets Irréversibles ; SER : Seuils des Effets Réversibles ; CL = Concentration Létale)

Pour la délimitation des zones d'effets significatifs sur la vie humaine, les seuils d'effets de référence pour les installations classées figurant sur la liste prévue au IV de l'article L.515-8 du code de l'environnement sont les suivants :

- les seuils des effets irréversibles SEI pour la zone des dangers significatifs pour la vie humaine,
- les seuils des premiers effets létaux (SEL) correspondant à une CL 1% pour la zone des dangers graves pour la vie humaine,
- les seuils des effets létaux (SELS) significatifs correspondant à une CL 5 % pour la zone des dangers très graves pour la vie humaine.

En l'absence de donnée, d'autres valeurs peuvent être employées sous réserve de justification de l'exploitant ou d'un tiers expert.

2 Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets de surpression

2.1 Pour les effets sur les structures :

20 hPa ou mbar, seuil des destructions significatives de vitres¹

50 hPa ou mbar, seuil des dégâts légers sur les structures

140 hPa ou mbar, seuil des dégâts graves sur les structures

200 hPa ou mbar, seuil des effets domino²

300 hPa ou mbar, seuil des dégâts très graves sur les structures

2.2 Pour les effets sur l'homme :

20 hPa ou mbar, seuils des effets correspondant à la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme

50 hPa ou mbar, seuils des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine

¹ Compte tenu des dispersions de modélisation pour les faibles surpressions, il peut être adopté pour la surpression de 20 mbar une distance d'effets égale à 2 fois la distance d'effet obtenue pour une surpression de 50 mbar.

² Seuil à partir duquel les effets dominos doivent être examinés. Une modulation est possible en fonction des matériaux et structures concernés.

140 hPa ou mbar, seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine

200 hPa ou mbar, seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine

3 Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques

3.1 Pour les effets sur les structures :

5 kW/m², seuil des destructions de vitres significatives

8 kW/m², seuil des effets domino³ et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures

16 kW/m², seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton

20 kW/m², seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton

200 kW/m², seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes

3.2 Pour les effets sur l'homme :

3 kW/m² ou 600 [(kW/m²)^{4/3}].s, seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine

5 kW/m² ou 1000 [(kW/m²)^{4/3}].s, seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine

8 kW/m² ou 1800 [(kW/m²)^{4/3}].s, seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine

Les éléments ci-dessus sont la recopie de l'annexe 2 de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

³Seuil à partir duquel les effets dominos doivent être examinés. Une modulation est possible en fonction des matériaux et structures concernés.

A7 – Outils pratiques d'évaluation du risque

1 Objet

Cette annexe donne des précisions pour le calcul de la gravité et de la probabilité dans l'application de la méthode d'analyse de risque pour la détermination des mesures compensatoires à mettre en place pour un réseau de transport par canalisation.

Dans le cas d'un nuage explosif ou toxique dérivant pour lequel les effets ne seront pas identiques dans toutes les directions et pour lequel seul un secteur du disque de rayon égal à la distance d'effet sera affecté, la probabilité et le nombre de personnes exposées pourront être réduits en prenant en compte ce fait.

Cette annexe précise les règles de comptage à mettre en œuvre pour :

- le recensement de l'occupation des sols (*habitat individuel et collectif, ERP, ERP de catégorie 5 dont la capacité n'est pas définie, IGH, locaux industriels et commerciaux, locaux de services tertiaires*),
- la prise en compte des voies de communication,
- les règles de comptage relatives aux terrains non bâtis,
- le cas des sites avec occupation temporaire,
- le cas spécifique des ERP
- le calcul des probabilités et des personnes exposées pour des cas particuliers (*bâtiment étendu, répartitions diffuses*),
- des situations types nécessitant des mesures compensatoires adaptées (*maison individuelle*),
- le lien entre risque individuel et le risque d'atteinte d'un point.

2 Règle de comptage pour le recensement de l'occupation des sols

Le recensement des populations dans les bandes d'effet est réalisé selon les dispositions décrites dans les § 2.1 à 2.4 ci-après, s'appuyant notamment sur la fiche "EDD : éléments pour la détermination de la gravité des accidents" de la circulaire du 10 mai 2010 du ministère de l'écologie.

2.1 Estimation des personnes présentes dans les bâtis

En l'absence de données spécifiques, l'effectif à l'adresse d'un bâti est à prendre en compte avec les règles définies ci-dessous. Pour les ensembles comportant plusieurs bâtiments, ces règles s'appliquent individuellement à chaque bâtiment.

2.1.1 *Habitat individuel et habitat collectif*

En cohérence avec la fiche "EDD : éléments pour la détermination de la gravité des accidents" de la circulaire du 10 mai 2010 du ministère de l'écologie,

- pour un logement individuel, retenir 2,5 habitants par logement (*superficie du toit supérieure à 100 m² : maisons individuelles accolées*),
- pour un immeuble collectif dont la hauteur a été déterminée par ailleurs, le nombre de logements est calculé à partir de la surface du toit sur la base d'une superficie moyenne de 90 m² par logement et en retenant 2,7 m de hauteur pour un étage.

2.1.2 *ERP (établissement recevant du public)*

Prise en compte de la capacité maximum d'accueil des bâtiments composant l'établissement, ou à défaut du seuil haut de la catégorie, à condition que la zone d'effet touche une partie accessible au public.

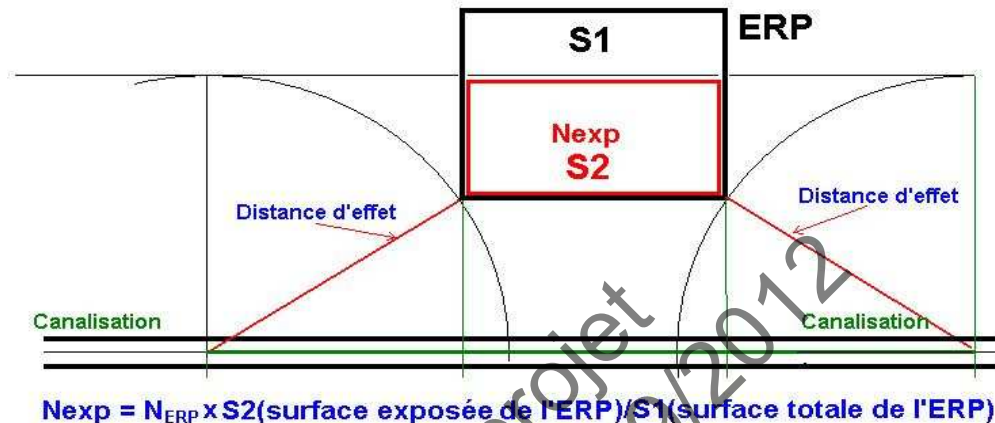
Dans certains cas le public pourra être localisé (*tout en ne le comptant pas deux fois*) dans les zones extérieures aux bâtiments de l'ERP et à l'intérieur de l'enceinte privée qui sont susceptibles d'accueillir le

public lorsqu'il est manifeste que le public peut être présent durablement dans ces zones extérieures (*cours d'école, ...*).

Si la configuration d'un bâtiment de l'ERP permet de différencier des zones particulières (*zones avec protection thermique, zone sans accès du public, ...*), le nombre de personnes exposées pourra être calculé en prenant en compte cette particularité.

Dans le cas d'un ERP de plein air partiellement exposé et dont l'occupation est homogène, le nombre de personnes exposées est calculé au prorata des surfaces réellement exposées de l'ERP. Ceci est notamment justifié par le fait que la méthode de calcul est déjà très majorante dans le cas d'un ERP étendu (*voir paragraphe 3.1 "Zone d'analyse et probabilité d'atteinte d'un bâtiment étendu"*).

Le schéma ci dessous précise les surfaces à prendre en compte, dans le cas d'un ERP déclaré pour une occupation totale de N_{ERP} .



Dans le cas d'un ERP de plein air partiellement exposé et dont l'occupation n'est pas homogène, le positionnement réel des personnes est à prendre en compte.

Concernant les parkings, se référer au § 2.3 ci-dessous.

2.1.3 ERP de catégorie 5 dont la capacité n'est pas définie

Retenir l'effectif à l'adresse, ou à défaut utiliser les règles définies dans la fiche "EDD : éléments pour la détermination de la gravité des accidents" de la circulaire du 10 mai 2010 du ministère de l'écologie :

- compter 10 personnes par magasin de détail de proximité (*boulangerie, autre alimentation, presse, coiffeur, ...*),
- compter 15 personnes pour les tabacs, cafés, restaurants, supérettes, bureaux de poste.

2.1.4 IGH (immeuble de grande hauteur) :

Les IGH sont des bureaux, ou des logements collectifs, ou des locaux "services tertiaires", ou des ERP. En l'absence de données spécifiques, les règles correspondant à ces locaux sont à utiliser.

2.1.5 Locaux industriels ou commerciaux hors ICPE (ne recevant pas habituellement de public)

Retenir aussi objectivement que possible l'effectif à l'adresse. Si les informations relatives à la présence simultanée ou non de l'ensemble des personnes sont disponibles, le nombre de personnes exposées peut être réduit en conséquence. Ces informations devront alors être vérifiées lors de chaque mise à jour quinquennale de l'étude de dangers.

2.1.6 Locaux "services tertiaires"

Retenir l'effectif à l'adresse ou à défaut prendre une superficie de 20 m² par employé, en retenant 2,7 m par étage. Si les informations relatives à la présence simultanée ou non de l'ensemble des personnes sont disponibles, le nombre de personnes exposées peut être réduit en conséquence.

2.1.7 Sites industriels du transporteur et autres sites ICPE

Le site industriel du transporteur ou le site ICPE ("site" dans la suite de ce paragraphe) peut :

- être situé à proximité d'une canalisation de transport (*concerné par ses effets*),
- être desservi par une canalisation ou une canalisation peut en être issue,
- être relié à d'autres ICPE par une ou plusieurs canalisations.

En base, l'effectif du site exposé au risque de la canalisation est compté, pour déterminer la gravité des phénomènes dangereux, en retenant l'effectif à l'adresse indiquée. Si les informations relatives à la présence simultanée ou non de l'ensemble des personnes et à leur positionnement vis-à-vis des zones d'effets sont disponibles, le nombre de personnes exposées peut être réduit en conséquence.

Si le site et la canalisation ont le même Exploitant, l'effectif du site n'est pas pris en compte.

Enfin, l'effectif du site n'est pas non plus pris en compte si les conditions suivantes sont remplies :

- l'Exploitant X de la canalisation et l'exploitant Y du site disposent d'un PSI/POI ou le site de Y est inclus dans le PSI élaboré par X,
- le POI et le PSI sont rendus cohérents notamment :
 - a. par l'existence dans le POI de Y de la description des mesures à prendre en cas d'accident chez X,
 - b. par l'existence d'un dispositif d'alerte / de communication permettant de déclencher rapidement l'alerte chez Y en cas d'activation du PSI chez X,
 - c. par une information mutuelle lors de la modification d'un des deux PSI/POI,
 - d. le cas échéant, en précisant lequel des chefs d'établissement prend la direction des secours avant le déclenchement éventuel du PPI,
 - e. par une communication par X auprès de Y sur les retours d'expérience susceptibles d'avoir un impact chez Y,
 - f. par une rencontre régulière des deux chefs d'établissements ou de leurs représentants chargés des plans d'urgence,
- un exercice commun POI/PSI est organisé régulièrement.

Nota : cette exclusion de certains personnels pour l'analyse de risque ne s'applique pas au calcul de la catégorie d'emplacement.

2.2 Prise en compte des voies de communication

Utilisation des règles définies dans la fiche 1 "EDD : éléments pour la détermination de la gravité des accidents" de la circulaire du 10 mai 2010 du ministère de l'écologie :

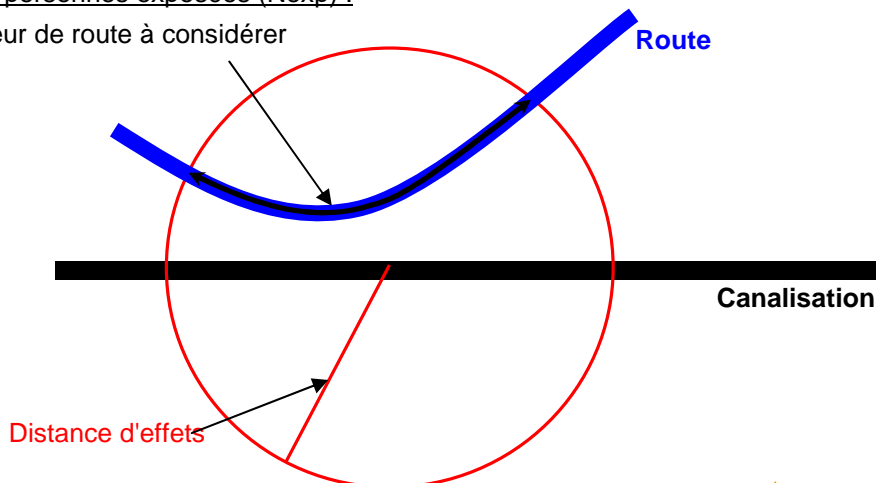
- voies de circulation automobile : ne seront retenus que les axes principaux : compter 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour,
- voies ferroviaires (*trains de voyageurs*) : compter 1 train équivalent à 100 véhicules (*soit 0,4 personne exposée en permanence par km et par train*), en comptant le nombre réel de trains circulant quotidiennement sur la voie,
- lignes de tramway : par analogie, compter 1 rame équivalent à 50 véhicules (*soit 0,2 personne exposée en permanence par km et par tram*), en comptant le nombre réel de trams circulant quotidiennement sur la voie,
- lignes de bus en site propre : par analogie, compter 1 bus équivalent à 15 véhicules (*soit 0,06 personne exposée en permanence par km et par bus*), en comptant le nombre réel de bus circulant quotidiennement,
- voies navigables : compter 0,1 personne permanente par km exposé et par péniche/jour.

Si des données spécifiques (*trafic, capacité de transport, ...*) sont connues, une méthode plus précise peut être utilisée.

Pour les voies de communication, la longueur de la zone à analyser, et qui devra éventuellement faire l'objet de mesures compensatoires, est la longueur de l'ouvrage pouvant conduire à des effets sur la voie de communication.

Nombre de personnes exposées (Nexp) :

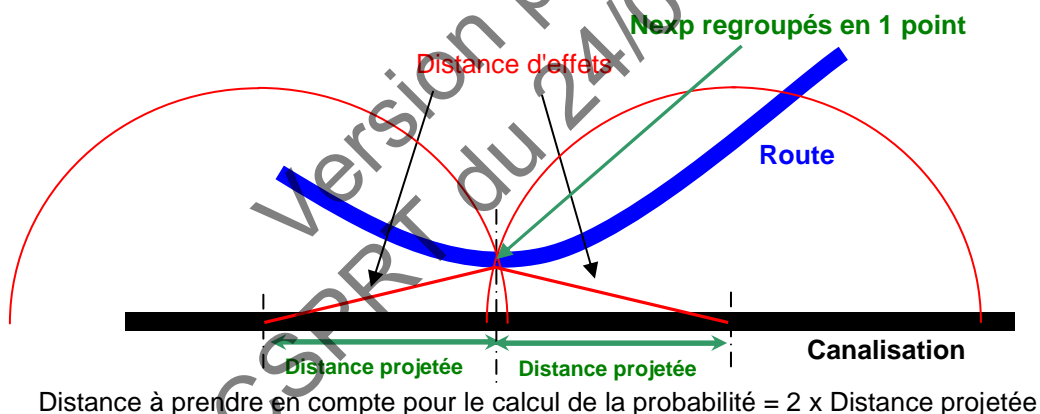
Longueur de route à considérer



$N_{exp} = (0,4/100) \times (\text{NbreVéhicules/Jour}) \times (\text{Longueur de la route dans le cercle des effets})$
 avec NbreVéhicules/Jour : nombre de véhicules circulant par jour sur la voie considérée. Il s'exprime en véhicules.jour⁻¹,
 Longueur de la route dans le cercle des effets : elle s'exprime en kilomètres.

Calcul de la probabilité :

La probabilité d'atteinte de ces personnes exposées (N_{exp}) est alors calculée en considérant les personnes concentrées en un seul point. Cette approche est cohérente avec le paragraphe 3.1 "Zone d'analyse et probabilité d'atteinte d'un bâtiment étendu". La distance à prendre en compte pour le calcul de la probabilité est alors deux fois la distance projetée, elle est donnée par le schéma ci-après :

**2.3 Terrains non bâtis :**

Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (*parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport (sans gradins), zones de loisir, ...*) : compter la capacité du terrain dans la zone impactée et a minima 10 personnes à l'hectare impacté pour tenir compte de la fréquentation.

Terrains aménagés peu fréquentés (*jardins et zones horticoles, vignes, zones de pêche, gares de triages, ...*) : compter la capacité du terrain dans la zone impactée et 1 personne par tranche de 10 hectares impactés.

Terrains non aménagés et très peu fréquentés (*champs, prairies, forêts, friches, marais, ...*) : compter la capacité du terrain dans la zone impactée et 1 personne par tranche de 100 hectares impactés.

Cas des parkings publics : appliquer les densités de populations et les règles de comptage suivantes :

- parkings hors grande surface (*grande surface = magasin de plus de 1 000 m²*) : 10 personnes à l'hectare impacté,
- parkings de grande surface : 60 personnes à l'hectare impacté. Cette densité est estimée à partir de

la norme NF P91.100 de mai 1994 "Parcs de stationnement accessibles au public - Règles d'aptitude à la fonction - Conception et dimensionnement" qui implique la possibilité de placer jusqu'à 566 véhicules par hectare. En considérant que les passagers d'un véhicule sur 15 sont présents sur le parking et qu'ils représentent en moyenne 1,5 personnes, la densité de personnes résultante est de 56,6 arrondie à 60 personnes à l'hectare,

- le parking est toujours pris en compte en fonction de sa surface dans chacune des zones d'effet sauf dans les cas suivants :
 - . si le bâtiment et le parking qui lui est affecté sont présents dans la bande d'effet, seul le bâtiment est pris en compte,
 - . si une partie seulement de la capacité du bâtiment est prise en compte, le parking qui lui est affecté est pris en compte au maximum à concurrence de la capacité d'accueil complémentaire du dit bâtiment,
 - . si le bâtiment *ou* le parking est présent dans la bande d'effet, seul celui présent dans la bande est pris en compte,
- en l'absence d'affectation d'un parking à un bâtiment, le bâtiment et le parking sont pris en compte de manière indépendante.

2.4 Cas des sites avec occupation temporaire

Pour des locaux présentant une occupation temporaire manifeste, il peut être retenu un temps d'occupation réduit (*exemples : lieux de culte, salles de spectacles, spectacles sous chapiteaux, festivals en plein air, terrains de sport, ...*).

Dans le cas d'occupation très hétérogène de locaux dans le même cercle des effets, les situations d'occupations simultanées sont identifiées ainsi que les temps d'occupation si besoin.

L'exemple ci-dessous est à adapter en fonction des situations rencontrées :

- dans un même cercle d'effet, se situent un habitat diffus de 50 personnes (*temps d'occupation 100%*), une école de 100 personnes (*temps d'occupation par exemple de 30%*) et une salle de spectacle de 1 500 personnes (*temps d'occupation par exemple de 10%*),
- les trois situations regroupant simultanément des personnes sont les suivantes :
 - . habitat diffus seul : au moins 50 personnes pendant 100% du temps. Le nombre de personnes exposées est alors de 50 et la probabilité de les atteindre est multipliée par 1 ;
 - . habitat diffus et école : au moins 150 personnes pendant 30% du temps. Le nombre de personnes exposées est alors de 150 et la probabilité de les atteindre est multipliée par 0,3 ;
 - . habitat diffus et salle de spectacle : au moins 1 550 personnes pendant 10% du temps. Le nombre de personnes exposées est alors de 1 550 et la probabilité de les atteindre est multipliée par 0,1.

Les différents points correspondant à ces différentes situations sont positionnés dans la matrice de risque.

Le nombre de ces situations ne doit pas dépasser trois, pour ne pas réduire artificiellement la probabilité d'atteinte des points considérés.

La prise en compte d'un temps d'occupation inférieur à 100% ne peut pas se cumuler avec la prise en compte d'un comptage intégrant déjà un calcul moyen de présence.

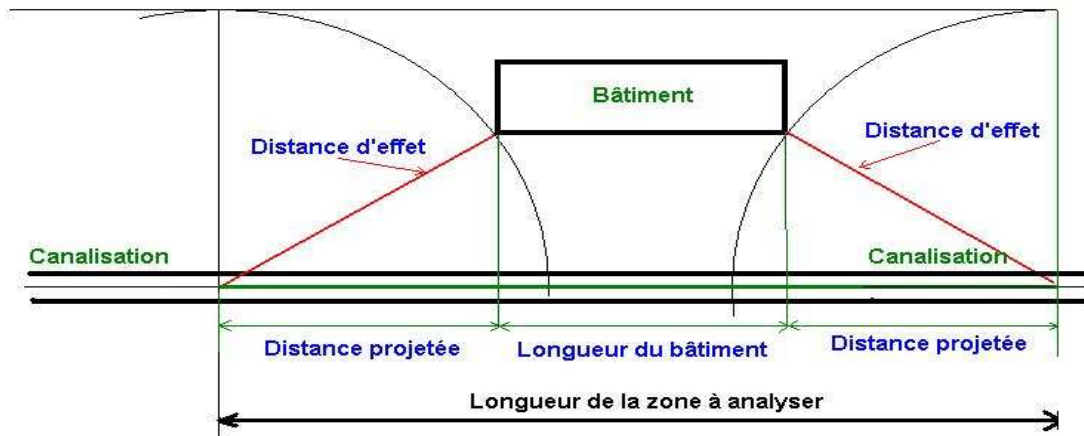
Le calcul de la probabilité peut également tenir compte de la simultanéité des périodes d'occupation et de réalisation potentielle de travaux à proximité de la canalisation (*possibilité de réduire la fréquence générale liée au facteur de risque "travaux à proximité" si l'occupation est uniquement en dehors des heures ouvrables*).

3 Compléments - calculs de probabilité et de personnes exposées pour des cas particuliers

Ces compléments sont destinés à préciser le traitement de cas types identifiés.

3.1 Zone d'analyse et probabilité d'atteinte d'un bâtiment étendu

La longueur d'analyse de la zone à prendre en compte est donnée par le schéma suivant :

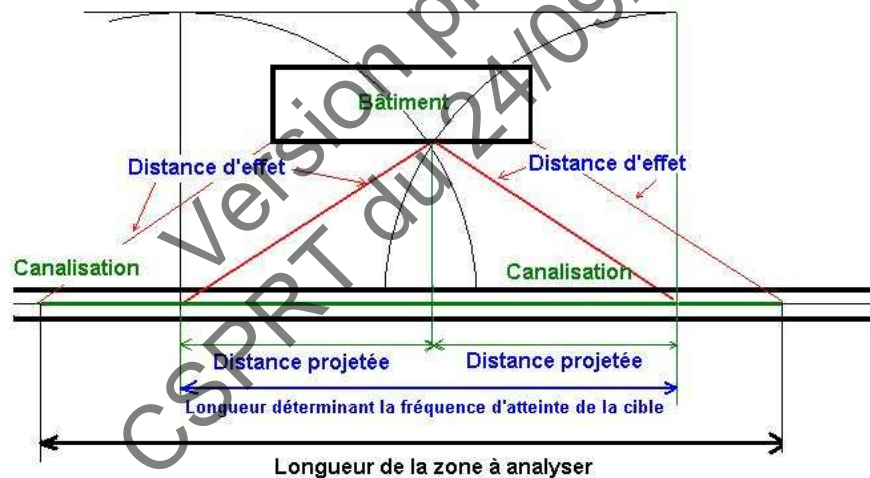


La longueur de la zone à analyser ($L_{Analyse}$) est :

$$L_{Analyse} = \text{Distance Projetée} + \text{Longueur du bâtiment} + \text{Distance Projetée}$$

où la Distance Projetée correspond à la projection sur la canalisation de la distance d'effet.

La longueur permettant de déterminer la probabilité d'atteinte du bâtiment est donnée par le schéma suivant :



Cette approche est majorante dans la mesure où une fuite quel que soit le point de la longueur considérée n'impactera pas l'ensemble des personnes identifiées pour le calcul du nombre de personnes exposées.

La longueur déterminant la probabilité d'atteinte d'un bâtiment est : $L = 2 \times \text{Distance Projetée}$

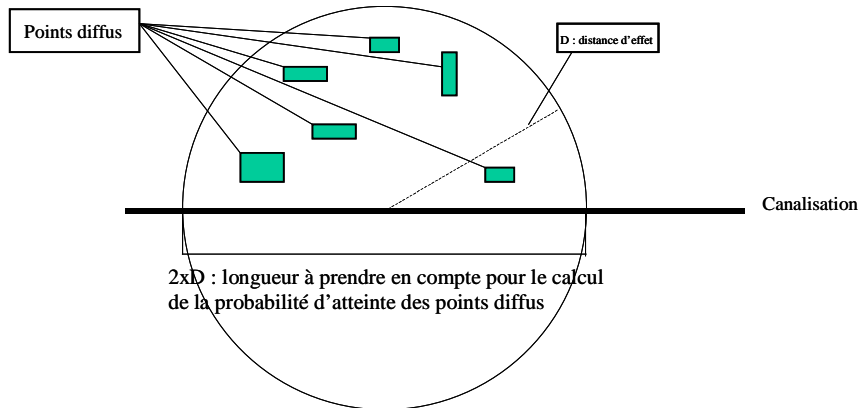
Le calcul de la probabilité est alors déterminé par l'application de la formule du § 4.2.5 avec la distance L ci-dessus déterminée ci-dessus pour les ELS et pour les PEL.

3.2 Probabilité d'atteinte de points diffus et nombre de personnes exposées

3.2.1 Cas générique de points diffus

Les paramètres sont déterminés pour un cercle donné, cercle des effets létaux significatifs pour le calcul dans le cas des effets létaux significatifs et cercle des premiers effets létaux pour les premiers effets létaux.

Les distances D_{ELS} et D_{PEL} correspondent au rayon du cercle qui englobe l'ensemble des bâtiments respectivement dans le cas des effets létaux significatifs et dans le cas des premiers effets létaux.



Le calcul de la probabilité est alors déterminé par l'application de la formule du § 4.2.5 avec la distance L égale à deux fois la distance des ELS ou des PEL,

dans laquelle les distances D_{ELS} et D_{PEL} correspondent respectivement à la distance des effets létaux significatifs et à la distance des premiers effets létaux d'une fuite sur l'ouvrage.

Ce calcul revient à considérer tous les points de l'environnement au centre du cercle : l'évaluation de la probabilité est donc majorante.

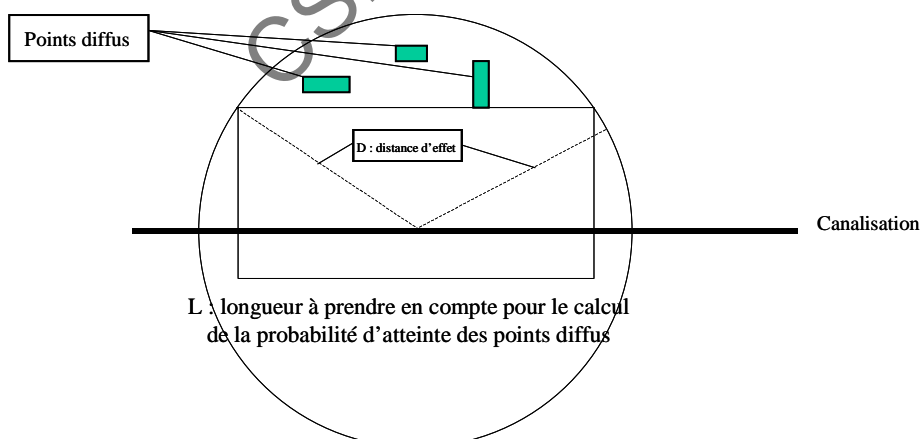
Le nombre de personnes exposées est le nombre de personnes dans le cercle concerné.

Cette démarche générique peut être adaptée aux réseaux de grande longueur de manière majorante en considérant la probabilité calculée pour un point sur l'ouvrage lui-même et en déterminant, à l'aide des matrices ELS et PEL, le seuil du nombre de personnes exposées nécessitant une mesure compensatoire. La détermination du nombre de personnes exposées n'est alors nécessaire que dans le cas où ce seuil est dépassé.

3.2.2 Cas de points diffus éloignés de la canalisation

Lorsque les points diffus sont éloignés de la canalisation, un calcul de la probabilité d'atteinte de ces points éloignés peut être réalisé en s'appuyant sur la distance du point le plus proche.

Le calcul de la probabilité d'atteinte du point est mené en utilisant la distance projetée de la distance d'effet.



L est la longueur du tronçon de canalisation sur lequel une fuite sur la canalisation peut atteindre le point le plus proche pour un effet létaux déterminé.

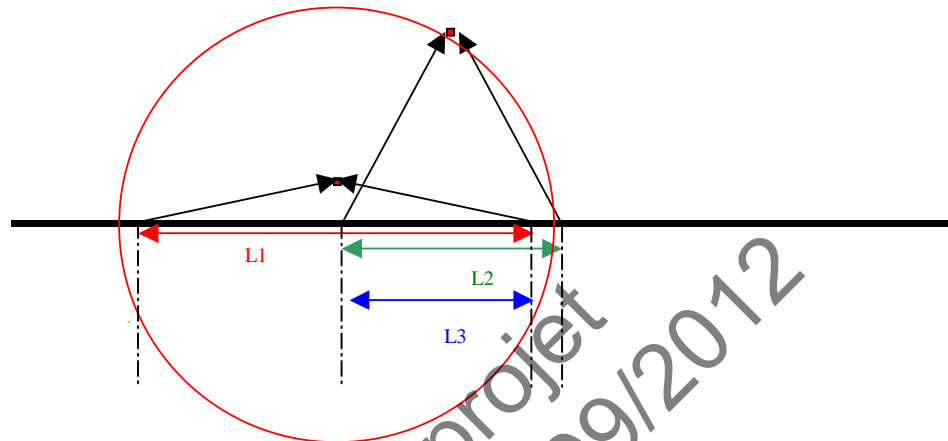
Le calcul de la probabilité est alors déterminé par l'application de la formule du § 4.2.5 avec la distance L ci-dessus déterminée pour le cercle des ELS et pour le cercle des PEL.

3.2.3 Cas de répartitions diffuses hétérogènes

Dans le cas de points diffus dont l'occupation est très hétérogène (*cas d'un logement isolé à proximité immédiate de la canalisation, associé à de nombreux logements très éloignés de l'ouvrage*), la probabilité d'atteinte de ces points diffus fera l'objet d'un calcul particulier.

Un calcul précis du nombre de personnes exposées et de la probabilité d'atteinte de ces personnes peut être fait si besoin par le transporteur en prenant en compte l'emplacement réel des bâtiments. L'utilisation du calcul précis est laissée à l'appréciation du transporteur.

Le schéma ci-après présente l'exemple d'un calcul précis pour le cas de 2 points (*ou groupements de points*), l'un proche de la canalisation avec N1 exposés et l'autre plus éloigné avec N2 exposés.



Calcul précis :

Application de la formule de calcul du § 4.2.5 pour déterminer la probabilité relative au point 1 avec la longueur L1, au point 2 avec la longueur L2 et au point 3 (*fictif*) avec la longueur L3.

Les couples suivants devront être positionnés dans la matrice de risque :

$P_{\text{atteinte point 3, } N1+N2}$; $P_{\text{atteinte point 2, } N2}$; $P_{\text{atteinte point 1, } N1}$.

Pour X points diffus au sein d'un cercle d'effets, il est possible d'appliquer la même méthode en positionnant dans la matrice de criticité tous les couples (P_i, N_i) , (P_k, N_i+N_j) , ..., $(P_z, N_i+N_j+N_x)$.

4 Traitement de situations types nécessitant des mesures compensatoires adaptées

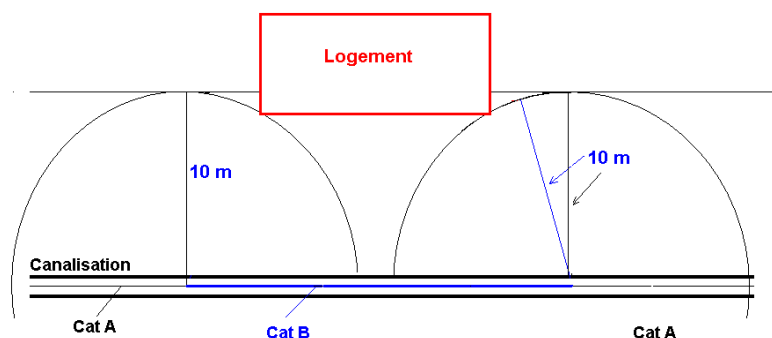
Ces compléments sont destinés à préciser le traitement par mesures compensatoires adaptées de cas types identifiés.

Des cas complémentaires pourront être ajoutés à la prochaine révision du guide en fonction du retour d'expérience.

4.1 Cas d'une maison individuelle

En cas de logement à moins de 10 m de l'ouvrage, les portions d'ouvrage à moins de 10m du logement sont en catégorie B, s'il n'y a pas d'autre exigence imposant des contraintes de catégorie supplémentaire.

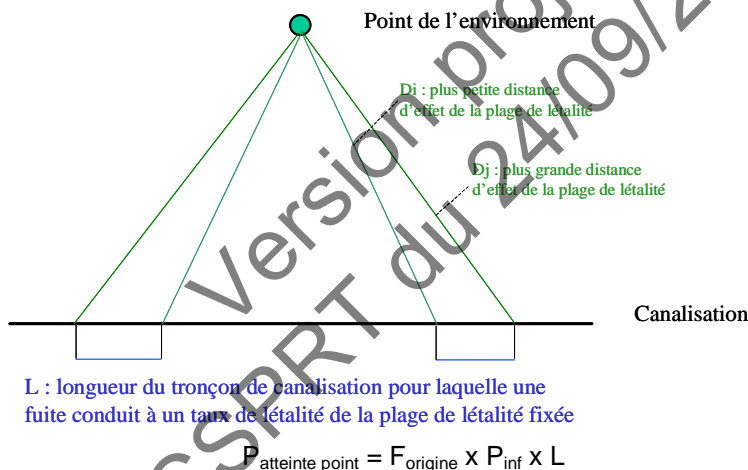
Exigence réglementaire schématique :



Dans le cas d'un réseau existant dont l'épaisseur ne serait pas conforme à l'exigence réglementaire de l'arrêté multi fluides, cette non-conformité peut être traitée par une information du riverain concerné, à moins qu'une autre mesure compensatoire ne soit déjà mise en place sur cette portion d'ouvrage.

5 Commentaires sur le lien entre le "risque individuel" et le risque d'atteinte d'un point"

Le schéma générique définissant la probabilité d'atteinte d'un point donné pour une plage de létalité donnée est le suivant :



Le risque pour un taux de létalité et pour un point donné de l'environnement est défini en multipliant le taux de létalité par la probabilité d'atteinte de ce point. Ainsi le risque individuel pour un point donné est la somme des risques pour des taux de létalité de 1% à 100% de létalité. Soit :

$$\text{Risque individuel} = \text{Somme [taux létalité =1\% à 100\%]} (P_{\text{atteinte point}} \times \text{taux létalité})$$

Ainsi le risque d'atteinte d'un point, $P_{\text{atteinte point}}$, calculé au paragraphe 3 pour les premiers effets létaux et pour les effets létaux significatifs est très supérieur au risque individuel puisqu'il n'est pas pondéré par le taux de létalité. Il s'agit donc d'une approche majorante par rapport au risque individuel. La simplification du risque d'atteinte d'un point, en situant systématiquement le point sur la canalisation, accentue encore cette approche majorante.

A8 - Tableau de facteurs de réduction ou d'aggravation des risques

1 Objet

Cette annexe donne des valeurs d'efficacité des mesures compensatoires identifiées et des coefficients de réduction ou d'aggravation des fréquences génériques des fuites sur le réseau (*voir annexe 11*). Elles sont applicables, pour les configurations de réseau retenues, au calcul de la probabilité d'atteinte d'un point de l'environnement selon la formule donnée au § 4.2.5. Ces valeurs ont été déterminées à dire d'experts sur la base des informations disponibles au moment de la rédaction de ce guide. Elles tiennent compte du fait que ces mesures n'étaient pas mises en œuvre de manière courante sur la période 1970-1990 prise comme référence pour l'établissement des fréquences génériques, et peuvent donc être retenues sans justification supplémentaire autre que celle indiquée au § 2.3 pour la mesure CM1.

Les coefficients de réduction indiqués pour certaines mesures (*exemple c5 au § 2.2.3*) sont directement liés aux modalités de mise en œuvre de ces mesures. Ils sont déconnectés de toute exigence réglementaire qui n'a pas le même objet.

D'autres mesures compensatoires peuvent être proposées par un transporteur en apportant les justifications nécessaires au coefficient de réduction retenu et après avoir montré qu'elles n'étaient pas mises en œuvre de manière courante sur la période prise en compte pour l'établissement des fréquences génériques utilisées.

Le transporteur doit s'assurer du maintien dans le temps de l'efficacité des mesures mises en place (*introduction dans le plan de maintenance le cas échéant*).

La réduction de la pression maximale de service peut être utilisée comme mesure compensatoire, mais cela se traduit alors par le calcul de nouvelles distances d'effets et donc une nouvelle évaluation du risque. La PMS utilisée devient alors "réglementaire", temporairement ou définitivement, et doit avoir fait l'objet d'une autorisation conformément aux procédures réglementaires en vigueur.

2 Tableau de facteurs de réduction ou d'aggravation des risques

2.1 Facteur de risque "travaux de tiers"

Pour ce facteur de risque, la fréquence générique d'occurrence d'une perte de confinement, qui constitue une moyenne sur l'ensemble des réseaux concernés, doit être corrigée par un facteur C permettant de prendre en compte d'une part les caractéristiques de la zone d'implantation de la canalisation (C_{env}) et d'autre part sa profondeur d'enfouissement (C_{prof}) conformément au § 4.2.5.

C_{env} et C_{prof} sont donnés dans le tableau ci-après.

Emplacement de la canalisation	C_{env}	Source
Zone rurale (<i>non urbanisée</i>) définie par la densité de population ($< 8 \text{ pers./ha}$) dans la zone de maîtrise des travaux à proximité des ouvrages, soit 50 m de part et d'autre de la canalisation	0,8	Rapport Inéris (1)
Zone suburbaine ou urbaine définie comme n'étant pas rurale (<i>voir ci-dessus</i>)	3	Rapport Inéris (1)
Parking standard (<i>espace non clos sur une commune sans exploitant identifié</i>) espace matérialisé et délimité situé dans une zone suburbaine ou urbaine	1	Dire d'expert
Parking géré (<i>espace clos géré par un exploitant identifié</i>) en intégrant l'information de l'exploitant local identifié	0,1	Dire d'expert
Parcelle lotie et close habitat existant et mesure intégrant l'information du propriétaire et de l'éventuel	0,05	Dire d'expert facteur meilleur que celui du

locataire		rural
Profondeur d'enfouissement	C_{prof}	Source
Prise en compte, le cas échéant, de la hauteur réelle de couverture de la canalisation	2 à 0,01 voir ci-dessous	Littérature et dire d'expert

(1) DRA 15 - Opération B - Mesures compensatoires pour contrôler les accidents dus aux agressions par travaux tiers du 21 février 2005

Le facteur correctif C intervenant dans la formule du § 4.2.5 est défini par : $C = C_{env} \times C_{prof}$ avec C_{env} égal à une seule des valeurs du tableau précédent en fonction de la zone d'implantation de la canalisation, et C_{prof} égal au coefficient, relatif à la profondeur réelle d'enfouissement, donné par le tableau ci-après (*interpolation possible si nécessaire au-delà de 2 m*).

Profondeur d'enfouissement (m)	C _{prof}	
0,6	1 / 0,5	2
0,8	1	1
1	1 / 1,5	0,67
1,2	1 / 3	0,33
1,4	1 / 5	0,20
1,6	1 / 8	0,13
1,8	1 / 12	0,08
2	1 / 16	0,06
> 3	1 / 100	0,01

Ce coefficient C se combine avec les mesures compensatoires définies dans le tableau ci-après conformément à la formule du § 4.2.5 avec néanmoins deux exclusions : les environnements "parking géré" et "parcelle lotie et close" ne peuvent pas se voir appliquer la mesure compensatoire n° TT2 "bande de servitude grillagée", ni la TT7 "information" du tableau ci-dessous.

Ensuite, l'efficacité des mesures permettant de réduire le risque "travaux tiers" est donnée par le tableau suivant :

N°	Mesures compensatoires	E _{MC}	Sources	1	2	3	4	5	6	7	8
TT1	Epaisseur tube supérieure > épaisseur "travaux de tiers" (11 à 15 mm)	0,01	Etudes GDF Suez		x	x	x	x	x	x	x
TT2	Bande de servitude grillagée avec indication de la canalisation	0,01	Dire d'expert	x		x		x	x		
TT3	Protection mécanique de la canalisation par :			x	x		x		x	x	x
	Dalle béton armée ou fibrée avec grillage avertisseur ou signalétique intégrée	0,01	HSE 372/2001								
	dalle béton non armée/fibrée mais avec grillage avertisseur	0,05	HSE 372/2001								
	dalle béton armée/fibrée mais sans grillage avertisseur	0,05	HSE 372/2001								
	dalle béton non armée/fibrée et sans grillage avertisseur	0,2	HSE 372/2001								
	plaque acier avec grillage avertisseur	0,01	Dire d'expert								
	plaque acier sans grillage avertisseur	0,02	Dire d'expert								
	plaque PE d'épaisseur supérieure à 12 mm avec grillage avertisseur ou signalétique intégrée	0,01	Etude GDF Suez								
	demi-coquille armée/fibrée et avec grillage avertisseur	0,01	Dire d'expert								
	demi-coquille armée/fibrée mais sans grillage avertisseur	0,05	Dire d'expert								
	demi-coquille non armée/fibrée et sans grillage avertisseur	0,2	Dire d'expert								
	gaine ou enrobage béton	0,01	Dire d'expert								
	grillage continu à haute résistance mécanique signalétique intégrée	0,05	Dire d'expert								
TT4	Marquage renforcé (bornes, balises, plaques au sol, ...)	0,3	Dire d'expert	x		x		x	x	x	
	Marquage continu au sol seul	0,05	Dire d'expert								
TT5	Marquage par dispositif avertisseur enterré seul (grillage)	0,6	HSE 372/2001	x	x		x		x	x	x
TT6	Surveillance renforcée (nb : nombre de passages men-	1/nb	Dire d'expert	x	x	x	x	x		x	x

N°	Mesures compensatoires	E _{MC}	Sources	1	2	3	4	5	6	7	8
	suels pour détection des chantiers non déclarés) Surveillance permanente (caméra, ...)	0,01	Dire d'expert								
TT7	Informations/sensibilisation : - propriétaires ou exploitants en domaine privé - DDE, collectivités locales en domaine public - entreprises de BTP	0,3 0,5 0,8	Dire d'expert	x		x	x	x	x		x
TT8	Merlon de terre (en fonction de la hauteur de couverture résultante – voir tableau définissant C _{prof}) Son entretien régulier doit être intégré dans le programme de surveillance et de maintenance.	jus- qu'à 0,01	Littérature et dire d'expert	x		x		x	x	x	

Les "x" dans les colonnes numérotées du tableau ci-dessus indiquent les possibilités de combinaison des mesures compensatoires citées (numéro de référence dans la première colonne du tableau).

La combinaison de plusieurs mesures ne peut pas conduire à un facteur global de réduction du risque meilleur que 0,001.

Les mesures compensatoires citées ci-dessus sont décrites dans le guide GESIP 2008/02 "dispositions compensatoires", sauf pour la profondeur d'enfouissement qui l'est dans le guide GESIP 2006/05 "profondeurs d'enfouissement".

2.2 Facteur de risque "corrosion"

Pour le facteur de corrosion, il est nécessaire de distinguer la corrosion externe de la corrosion interne, cette dernière n'existant que pour certains produits transportés.

Toutes les mesures compensatoires citées ci-dessous sont décrites dans le guide GESIP 2007/04 "surveillance, maintenance, inspection et réparations". Ce guide précise également les caractéristiques du piston instrumenté et les modalités de passage qui permettent d'atteindre la valeur E_{MC} max de 0,01 et/ou des valeurs intermédiaires.

Toutes les mesures décrites ci-dessous sont combinables (multiplication des coefficients par facteur de risque (C1, C2, C3, C5) et si concerné par la corrosion interne (C4, C5)). Toutefois cette combinaison ne peut pas conduire à un facteur global de réduction meilleur que 0,001 que ce soit pour la corrosion interne ou pour la corrosion externe.

L'application des coefficients indiqués implique bien évidemment que les résultats des inspections soient effectivement suivis des réparations nécessaires de la canalisation (voir guide GESIP 2007/04 "surveillance, maintenance, inspection et réparations").

2.2.1 Facteur de risque corrosion externe

L'efficacité des mesures permettant de réduire le risque "corrosion externe" donnée dans le tableau suivant :

N°	Mesures compensatoires	E _{MC}	Sources
C1	Programme de contrôle de la qualité de la PC (référence norme EN 12954 - mesures périodiques, analyses détaillées annuelle et triennale, ...)	0,2	Dire d'expert
C2	Télésurveillance de la protection cathodique (postes de soutirage et de drainage) ou surveillance à minima hebdomadaire	0,5	Dire d'expert
C3	Inspection par campagne de mesures électriques de surface (MES) et fouilles associées - fréquence selon le guide GESIP 2007/04 "surveillance, maintenance, inspection et réparations"	0,1	Dire d'expert

2.2.2 Facteur de risque corrosion interne

L'efficacité des mesures permettant de réduire le risque "corrosion interne" est donnée par le tableau suivant :

N°	Mesures compensatoires	E _{MC}	Sources
C4	Passage d'un racleur de nettoyage (<i>eau, dépôts, ...</i>) plus inhibiteur de corrosion (<i>s'il s'avère utile et nécessaire</i>) selon fréquence adaptée au produit transporté	0,1	Dire d'expert

2.2.3 Facteur de risque corrosion interne et externe

L'efficacité des mesures permettant de réduire le risque « corrosion interne et / ou externe » est donnée par le tableau suivant :

N°	Mesures compensatoires	E _{MC}	Sources
C5	Inspection par racleurs instrumentés de type "perte de métal" et fouilles de validation associées - fréquence selon le guide GESIP 2007/04 "surveillance, maintenance, inspection et réparations" traitant à la fois la corrosion interne et externe (<i>un passage systématique tous les 10 ans avec réparations associées permet de retenir 0,01</i>)	0,01 min	Dire d'expert

2.3 Facteur de risque "construction, défaut matériau"

L'efficacité des mesures permettant de réduire le risque "construction, défaut matériau" est donnée par le tableau suivant :

N°	Mesures compensatoires	E _{MC}	Sources
CM1	<u>Fabrication des tubes (chacune de ces mesures est valorisée avec l'E_{MC} indiquée) :</u> - qualification des fournisseurs avec contrôle de l'appareil de production - utilisation de tubes sans soudure (<i>justification à apporter</i>) - cahier des charges plus sévère que les normes de fabrication, et mis à jour du retour d'expérience et de l'évolution de la technique (<i>nécessité de produire les documents justificatifs</i>)	0,5 0,1 0,5	Dire d'expert
CM2	<u>Construction</u> : contrôle non destructif à 100 % des soudures par procédé autre que visuel avec contrôle du revêtement des joints de chantier	0,1	Dire d'expert
CM3	<u>Détection et suivi de défauts potentiels</u> : - point zéro avec racleur instrumenté ou MES plus excavations après la pose - contrôle en exploitation . fouilles ciblées pour le contrôle externe des tubes . passage de piston instrumenté (<i>idem C5</i>)	0,1 0,1 0,01 min	Dire d'expert

Toutes les mesures décrites ci-dessus sont combinables (*multiplication des coefficients CM*), mais ne peuvent pas conduire à un coefficient de réduction global meilleur que 0,001.

Les mesures compensatoires CM1 et CM2 citées ci-dessus se suffisent à elles-mêmes. La mesure compensatoire CM3 est décrite dans le guide GESIP 2007/04 "surveillance, maintenance, inspection et réparations".

2.4 Remarques complémentaires

D'autres mesures compensatoires peuvent être mises en œuvre, mais elles ne sont pas quantifiées à ce stade. Les révisions du guide permettront de les introduire progressivement dans les tableaux des § 2.1 à 2.3. Il s'agit notamment des systèmes de détection suivants :

	Travaux de tiers	Corrosion	Causes naturelles	Facteur de réduction	Description
Fibres optiques	X		X	Non connu à ce jour	Guide GESIP 2008/02 "dispositions compensatoires"
Système de détection de fuite		X		Pour le phénomène dangereux de petite brèche, permet de retenir une valeur inférieure à 12 mm en réduisant la probabilité d'avoir une brèche de taille plus importante du fait d'une détection précoce	
Détection des mouvements de sol, des travaux illégaux, ou de l'intrusion de tiers	X		X	Non connu à ce jour	

Les mesures compensatoires indiquées dans les paragraphes 2.1 à 2.3 ci-dessus sont applicables en base pour tout le linéaire enterré.

D'autres mesures compensatoires peuvent être proposées pour les points singuliers et les installations annexes, sur la base de pratiques telles que la détection de fuite et l'intervention associée ou autres. L'évaluation de leur efficacité peut être réalisée suivant d'autres guides ou études ou normes (*exemples les rapports Ω10 et Ω20 de l'INERIS ou les normes NF EN 61508 et 61511*).

2.5 Cas particulier de l'odorisation du gaz naturel

L'odorisation du gaz naturel n'a pas vocation à traiter la sécurité du transport, mais bien celle des utilisateurs du gaz naturel sur les réseaux de distribution. De plus, le gaz naturel n'a pas toujours été odorisé de manière centralisée à son entrée sur le réseau de transport français, mais il l'était effectivement sur plus de la moitié de la période 1970-1990. La non-odorisation de certaines parties du réseau de transport peut donc justifier la mise en œuvre de mesures compensatoires permettant de ne pas dégrader le niveau de sécurité.

Les fuites potentielles à rechercher sont des fuites très faibles dans la mesure où des fuites plus importantes seront découvertes grâce à leur bruit ou par la création d'un cratère avec éjection de matériaux. Les mesures compensatoires suivantes sont ainsi retenues pour couvrir ce cas de figure :

- recherche annuelle de fuites potentielles par détection gaz (*marcheur avec détecteur ou véhicule de surveillance de réseau ou matériel embarqué dans un hélicoptère ou un avion*),
- information tous les deux ans des exploitants agricoles sur les signes visibles en surface d'une éventuelle fuite de gaz.

A9 – Hypothèses de modélisation et tableaux de distances d'effets

1 Préambule

Pour le gaz naturel, les distances d'effets sont présentées au paragraphe 2.1. Pour les hydrocarbures liquides, une méthodologie pratique est proposée au paragraphe 2.2, qui indique également les valeurs pour la brèche de 12 mm. Pour l'éthylène et l'hydrogène, les valeurs de distances d'effets figurent au paragraphe 2.3.

Pour les autres produits, les calculs sont faits au cas par cas en prenant en compte les spécificités des produits transportés et des réseaux. Pour les effets toxiques, la durée maximale d'exposition est déterminée conformément à la circulaire du 10 mai 2010 traitant des règles méthodologiques pour la caractérisation des rejets toxiques accidentels dans les installations classées.

2 Distances d'effet

2.1 Cas du gaz naturel

2.1.1 Hypothèses

Variables	Gaz Naturel type H	Unités
Altitude du rejet	-1 (enterré) ; +1 (aérien)	m
Angle du rejet	90	°
Angle vent/axe X	0	°
Durée totale	600	s
Flux minimum d'effet	1,6	kW/m ²
Humidité relative	70	%
Inclinaison canalisation	0	°
Longueur canalisation	Voir tableau ci dessous	
Position fuite	Milieu du tronçon	m
Pression atmosphérique	1,013	bar
Pression interne initiale	Variable	bar
Rugosité canalisation	30	µm
Temps de réaction des personnes	3	s
Température air	15	°C
Température interne	15	°C
Vitesse de fuite des personnes	2,5	m/s
Vitesse du vent	5	m/s

Gamme de diamètre	Longueur d'ouvrage (25 bar)	Longueur d'ouvrage (40 et 67,7 bar)	Longueur d'ouvrage (80 et 94 bar)
DN <125 mm	1 km	1 km	1 km
125 ≤ DN < 150 mm	1 km	1 km	10 km
150 ≤ DN < 300 mm	10 km	10 km	10 km
300 ≤ DN < 400 mm	10 km	10 km	20 km
400 ≤ DN	10 km	20 km	20 km

Caractéristiques	Gaz Naturel de type H
Gamma	1,3121
Masse molaire gaz (g/mol)	18,49
Pouvoir Calorifique : PCI gaz (MJ/m ³)	33,4
Masse volumique (kg/m ³)	0,773

Constituant	% molaire - Gaz Naturel de type H
N2	1,6
CO2	0,3
CH4	93,08
C2H6	3,8
C3H8	0,6
i-C4H10	0
n-C4H10	0,4
néo-C5H12	0
i-C5H12	0
n-C5H12	0,08
C6+	0,14

Compte tenu de ces hypothèses, les distances d'effets génériques définies ci-après sont des distances enveloppe, et sont applicables sans justification complémentaire sur tout le territoire français, en tenant compte néanmoins :

- que les tableaux des distances d'effets, hors distance PSI, tiennent compte de l'éloignement des personnes. Lorsqu'il existe des situations où la possibilité d'éloignement est incertaine, l'analyse doit être approfondie conformément au paragraphe 2.4,
- et que dans les départements suivants : Alpes de Haute Provence, Hautes Alpes, Alpes-Maritimes, Ardèche, Aude, Bouches du Rhône, Drôme, Gard, Hérault, Pyrénées Orientales, Vaucluse, Var, les distances liées à la rupture peuvent être localement majorées de 5 m pour tenir compte d'une vitesse de vent potentiellement supérieure (*absence d'impact de la vitesse du vent sur les distances d'effet calculées pour les autres brèches*).

Les valeurs des distances d'effet ci-après sont modélisées sur la base de la dose thermique. Cet effet conduit, dans tous les cas de figure étudiés, à des valeurs de distances d'effets supérieures à celles obtenues en modélisant la surpression.

Les valeurs sont calculées en utilisant le logiciel PERSEE mis au point par la Direction de la Recherche et de l'Innovation de GDF SUEZ. Ce modèle reprend les équations classiques de la mécanique des fluides et a été paramétré sur la base des essais en vraie grandeur menés au Canada dans les années 1990. Il a fait également l'objet d'une tierce expertise par DNV, tierce expertise qui a d'une part validé sa pertinence et ses résultats, et a d'autre part permis de mettre en évidence et de corriger un "bug" du logiciel PHAST.

L'application de ce modèle, en tenant compte de l'éloignement des personnes, permet de définir des distances d'effets pertinentes pour la maîtrise de l'urbanisation. Ces distances se sont de fait révélées majorantes dans les quelques cas d'incident ou d'accidents graves survenus ces dernières années, notamment l'accident de Ghislenghien survenu en juillet 2004.

Les distances affichées ci-dessous sont également légèrement supérieures aux distances calculées, par des transporteurs et/ou des Administrations, dans d'autres pays européens. Les méthodologies utilisées dans ces pays soit prennent en compte l'éloignement des personnes (*Royaume-Uni, Espagne, Belgique, Danemark*), soit limitent le temps d'exposition au flux thermique (*Pays-Bas, Suisse*).

Les tableaux suivants présentent les **distances d'effet des différents phénomènes dangereux en mètres** pour les **seuils** de :

1800 [(kW/m²)^{4/3}].s, correspondant aux Effets Létaux Significatifs (ELS)

1000 [(kW/m²)^{4/3}].s, correspondant aux Premiers Effets Létaux (PEL)

600 [(kW/m²)^{4/3}].s, correspondant aux Effets Irréversibles (IRE)

2.1.2 Tables d'effet pour les canalisations enterrées

Tableau des distances d'effets pour la rupture complète d'une canalisation de transport de gaz naturel, à la pression maximale de service, suivie de l'inflammation immédiate du rejet.

L'inflammation immédiate est majorante compte tenu de la décroissance très rapide du débit à la brèche (exemple : division par 4 en 2 mn pour un DN 400 à 68 bar)

PMS (bar)	25			40			67,7			80			94		
	ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE
80	5	5	10	5	10	10	5	10	15	5	10	20	10	15	20
100	5	10	10	5	10	15	10	15	25	10	15	25	15	20	30
150	10	15	25	15	20	30	20	30	45	25	35	50	25	40	55
200	15	25	35	20	35	50	35	55	70	40	60	80	45	70	90
250	25	40	50	35	50	70	50	75	100	55	85	110	65	90	120
300	35	50	70	45	70	95	65	95	125	75	105	140	85	120	155
350	45	65	90	60	85	115	85	120	155	95	130	170	105	145	185
400	55	80	105	75	105	140	100	145	185	110	160	200	125	175	220
450	65	95	125	85	125	160	120	165	205	135	185	235	150	205	255
500	75	110	145	100	145	180	140	195	245	155	210	265	170	235	295
600	100	140	180	130	180	230	180	245	305	200	270	335	220	295	365
650				145	205	255	200	270	340	225	300	370	245	330	405
700				165	225	280	225	300	370	245	330	405	275	365	445
750				180	245	305	245	330	405	270	360	440	300	395	485
800				195	265	330	270	355	435	295	390	480	330	430	525
900				230	310	380	315	415	505	350	455	550	385	500	605
1000				265	355	435	365	475	575	400	520	625	445	570	685
1050				285	375	460	390	505	610	430	555	665	470	610	725
1100				305	400	485	410	535	645	455	590	705	505	645	770
1200							470	600	720	510	655	780	565	720	850

Les autres valeurs non incluses dans ce tableau peuvent être extrapolées.

Tableaux de distances d'effets pour le phénomène dangereux de brèche moyenne (70 mm) sur une canalisation de transport de gaz naturel à la pression maximale de service suivie de l'inflammation immédiate du rejet.

PMS (bar)	25			40			67,7			80			94		
	ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE
<150	phénomène dangereux non étudié, assimilé à la rupture complète de la canalisation														
≤ 250	6	10	15	8	15	25	13	25	35	15	25	40	20	30	45
> 250	6	10	20	9	15	25	14	25	35	20	30	40	20	35	45

Tableaux de distances d'effets pour le phénomène dangereux de référence réduit (*petite brèche - 12 mm*) de perforation sur une canalisation de transport de gaz naturel à la pression maximale de service suivie de l'inflammation immédiate du rejet.

	PMS (bar)	25	40	67.7	80	94
Seuils des effets thermiques		25	40	67.7	80	94
Effets Létaux Significatifs (ELS) avec protections complémentaires		2	2	3	3	3
Premiers effets létaux (PEL) avec protections complémentaires		3	3	4	4	4
Effets irréversibles (IRE) avec protections complémentaires		4	4	5	5	5

Nota 1 : pour éviter les constructions trop proches des canalisations et tenir compte des échanges avec l'Administration, la distance minimale à afficher vis-à-vis de l'externe est de **5 m**, notamment pour la réalisation d'un porter à connaissance. Cette distance est également applicable dans les départements ventés mentionnés ci-dessus.

Nota 2 : les largeurs de la demi-bande de servitude autour des canalisations existantes sont les suivantes :

- pour GRTgaz : 2 m pour les canalisations de DN 80 et 100, 3 m jusqu'au DN 250, 4 m jusqu'au DN 450 et 5 m à partir du DN 500 ;
- pour TIGF : depuis 1994, 3 m pour les DN inférieurs à 400, 5 m à partir du DN 400 (*avant 1994, la largeur de la demi-bande était de 2 m, sauf rares exceptions où elle pouvait atteindre 4 m*).

2.1.3 Tables d'effet pour les installations annexes aériennes et les canalisations aériennes

Tableaux de distances d'effets pour le phénomène dangereux de rupture de piquage DN 25 avec rejet vertical sur une installation annexe du réseau de transport de gaz naturel à la pression maximale de service suivie de l'inflammation immédiate du rejet.

Les seuils n'étant pas atteints, les valeurs indiquées correspondent à la projection de la flamme dans un plan horizontal.

	PMS (bar)	25	40	67,7	80	94
Seuil des effets thermiques		25	40	67,7	80	94
Effets Létaux Significatifs (ELS)		3	4	5	5	6
Premiers Effets Létaux (PEL)		3	4	5	5	6
Effets Irréversibles (IRE)		3	4	5	5	6

Tableaux de distances d'effets pour le phénomène dangereux de rupture de piquage DN 25 avec rejet horizontal sur une installation annexe du réseau de transport de gaz naturel à la pression maximale de service suivie de l'inflammation immédiate du rejet.

Les valeurs indiquées correspondent à la longueur de la flamme.

	PMS (bar)	25	40	67,7	80	94
Seuil des effets thermiques		25	40	67,7	80	94
Effets Létaux Significatifs (ELS)		15	20	25	30	35
Premiers Effets Létaux (PEL)		15	20	25	30	35
Effets Irréversibles (IRE)		15	20	25	30	35

Sans prendre en compte l'éloignement des personnes, ces valeurs deviennent :

	PMS (bar)	25	40	67,7	80	94
Seuil des effets thermiques		25	40	67,7	80	94
Effets Létaux Significatifs (ELS)		20	25	30	35	40
Premiers Effets Létaux (PEL)		20	25	35	40	45

Tableaux de distances d'effets pour le phénomène dangereux de petite brèche (12 mm) avec rejet horizontal sur une installation annexe du réseau de transport de gaz naturel à la pression maximale de service suivie de l'inflammation immédiate du rejet.

Les valeurs indiquées correspondent à la longueur de la flamme.

PMS (bar)	25	40	67,7	80	94
Seuil des effets thermiques					
Effets Létaux Significatifs (ELS)	8	10	13	14	16
Premiers Effets Létaux (PEL)	8	10	13	14	16
Effets Irréversibles (IRE)	8	10	13	14	16

Sans prendre en compte l'éloignement des personnes, ces valeurs deviennent :

PMS (bar)	25	40	67,7	80	94
Seuil des effets thermiques					
Effets Létaux Significatifs (ELS)	8	10	14	16	17
Premiers Effets Létaux (PEL)	9	11	15	17	18

Tableaux de distances d'effets pour le phénomène dangereux de petite brèche (5 mm) avec rejet horizontal sur une installation annexe de transport de gaz naturel à la pression maximale de service suivie de l'inflammation immédiate du rejet¹.

Les valeurs indiquées correspondent à la longueur de la flamme.

PMS (bar)	25	40	67,7	80	94
Seuil des effets thermiques					
Effets Létaux Significatifs (ELS)	4	5	6	7	7
Premiers Effets Létaux (PEL)	4	5	6	7	7
Effets Irréversibles (IRE)	4	5	6	7	7

2.1.4 Distances à retenir pour le PSI

Tableau pour le Plan de Secours et d'Intervention (PSI) pour la rupture complète d'une canalisation de transport de gaz naturel, à la pression maximale de service.

Le tableau suivant présente les distances en mètres pour les seuils thermiques suivants : 3, 5, 8 kW/m². Ces seuils correspondent respectivement :

- au périmètre de sécurité : éloignement du public,
- au périmètre d'intervention : professionnels sauf intervenants directs,
- au périmètre de danger : évacuation des habitations.

PMS (bar)	25			40			67,7			80			94		
	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
80	20	25	30	25	30	35	30	35	45	30	40	50	35	40	55
100	25	30	40	30	35	50	35	45	60	40	50	65	45	55	70
150	30	35	45	35	40	55	40	50	65	45	55	70	50	60	80
200	40	50	60	45	55	75	55	70	95	60	80	100	65	85	110
250	50	60	80	60	75	95	75	95	120	80	100	130	85	110	140
300	60	75	95	70	90	115	90	115	150	95	125	160	105	135	175
350	70	90	115	85	110	140	110	140	180	115	145	190	125	160	205

¹ Pour cette taille de brèche et des régimes de pression jusqu'à 70/80 bar, un feu torche établi est peu probable du fait de la forte instabilité des flammes pour les rejets libres non impactants (Source : Hydrocarbon jet fire hazard in the oil and gas industry - B. J. Lowesmith et al. - Trans IChemE, Part B, Process Safety and Environmental Protection, 2007, 85(B3): 207-220)

PMS (bar)	25			40			67,7			80			94		
	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
400	80	105	135	95	125	160	125	160	205	135	170	220	145	185	240
450	95	120	155	110	140	180	140	180	235	150	195	250	160	205	270
500	105	135	175	125	160	205	155	200	260	170	215	280	180	230	300
600	130	165	215	150	195	250	190	240	310	200	260	335	215	275	360
650				165	210	270	205	260	335	220	280	365	235	300	390
700				175	225	295	220	280	365	235	300	390	250	325	420
750				190	245	315	235	300	390	250	325	420	270	350	450
800				205	260	335	250	325	420	270	345	450	290	370	480
900				225	295	380	280	365	470	305	390	505	325	420	545
1000				255	325	420	315	405	525	340	435	565	360	465	605
1050				265	340	445	330	425	550	355	455	595	380	490	635
1100				280	360	465	350	445	580	370	480	625	400	515	670
1200							380	485	630	410	525	680	435	565	730

Hypothèse : flux moyen calculé entre 30 et 900 secondes, correspondant à un régime stabilisé après environ 5 minutes en cohérence avec le délai d'intervention des moyens de secours.

2.2 Cas des hydrocarbures liquides

2.2.1 Introduction

La détermination de distances standards d'effets des phénomènes dangereux accidentels sur canalisations d'hydrocarbures liquides n'est pas envisageable du fait de la nature de ces canalisations : l'hydraulique des canalisations de liquide étant très dépendante des profils, les effets des fuites peuvent rester très variables entre deux lignes, même pour des produits et des diamètres similaires. L'objectif de cette annexe est de proposer des hypothèses à retenir pour le calcul de ces distances d'effet afin de garantir une cohérence entre les résultats obtenus par les opérateurs dans leurs études de sécurité et les valeurs communiquées pour les porter à connaissances.

2.2.2 Périmètre de l'étude

2.2.2.1 Seuils à utiliser

Les seuils à utiliser sont ceux de l'arrêté du 29 septembre 2005, ce qui donne, pour les surpressions et les effets thermiques :

- effets irréversibles : 50 hPa, 3 kW/m² ou 600[(kW/m²)^{4/3}].s
- premiers effets létaux : 140 hPa, 5 kW/m² ou 1.000[(kW/m²)^{4/3}].s
- effets létaux significatifs : 200 hPa, 8 kW/m² ou 1.800[(kW/m²)^{4/3}].s

Par ailleurs, dans le cas de flash-fire / UVCE suite à l'ignition d'un nuage de gaz de masse suffisante dans des conditions d'environnement adéquates, les seuils retenus sont :

- effets létaux significatifs et premiers effets létaux : distance atteinte à la LIE
- effets irréversibles : distance LIE + 10%

2.2.2.2 Phénomènes dangereux à étudier

Les différents phénomènes accidentels possibles à étudier sont définis dans l'annexe 4.

2.2.3 Hypothèses retenues

2.2.3.1 Conditions atmosphériques

Les conditions retenues de classe de stabilité et de vitesse de vent sont :

Vitesse de vent (m/s)	Classe de stabilité TP	Température (°C)	Humidité relative (%)
3	F	15	70
5	D	20	70

2.2.2.3.2 Environnement

Trois environnements sont retenus pour l'étude :

	Rural général	Rural forêt ou encaissé	Urbain général
Rugosité du terrain (m)	0,3	0,3	1
Indice Multi-énergie	3	4	4

Un indice multi-énergie de 5 peut être éventuellement utilisé en milieu très encombré (*par exemple traversée de raffinerie*), mais ne sera pas utilisé en général.

2.2.3.3 Type de jet

Deux types de jet sont possibles en tracé courant :

- jet libre vertical vers le haut,
- jet horizontal impactant.

A ce jour, il est à noter que les modèles de calcul des effets du jet impactant ne sont pas satisfaisants et ne peuvent donc pas être utilisés en l'état. De ce fait, il est préconisé de ne réaliser le calcul que pour le jet vertical vers le haut.

2.2.3.4 Débit de combustion

Les débits de combustion retenus sont ceux issus du guide UFIP2 :

Produit	Débit de combustion (kg/m ² .s)
Essence	0.05118
Gazole	0.03354
Kérosène	0.03070
Brut	0.04725
Naphta	0.04 (estimé)

2.2.3.5 Type d'origine des effets

Quatre origines d'effet seront prises en compte :

- feu de flaque,
- explosion de nuage (UVCE) pour les produits concernés (*cf. guide GTDLI³*),
- flash-fire (*inflammation de nuage*) pour les produits concernés,
- jet enflammé.

En ce qui concerne la petite brèche pour des canalisations enterrées, le jet pourra ne pas être étudié, les caractéristiques de formation du cratère permettant d'exclure cette configuration de jet.

Pour l'inflammation de nuage de vapeurs ou d'aérosol, le délai d'inflammation retenu sera celui correspondant aux effets maximaux, sauf justification spécifique.

² Guide méthodologique UFIP pour la réalisation des études de dangers en raffineries, stockages et dépôts de produits liquides et liquéfiés. Juillet 2002.

³ Guide de maîtrise des risques technologiques dans les dépôts de liquides inflammables (*octobre 2008*) rédigé par le: Groupe de Travail Dépôts Liquides Inflammables qui réunissait les professions concernées et l'Administration.

Dans le cas d'un feu de nappe, l'hypothèse de la nappe à l'équilibre est retenue, à savoir que la surface de la nappe est stabilisée à partir de l'équilibre entre le débit de combustion et le débit de fuite.

2.2.3.6 Formulation des produits

Le transporteur définit la formulation des produits transportés. Pour des produits commerciaux, on peut utiliser des compositions-types, par exemple celle définie pour une tierce expertise réalisée en 2004/2005 sur des canalisations situées en Rhône-Alpes.

La composition de l'essence hiver (% masse) considérée dans cette étude était la suivante :

N-butane	5 %
Hexane	1 %
Nonane	1 %
Isopentane	17 %
Methylheptane	16 %
Methyloctane	3 %
Cyclohexane	4 %
Toluène	6 %
Xylène	9 %
Naphtalène	6 %
Butène	4 %
Pentène	13 %
ETBE	15 %

La composition du gazole (% masse) considérée dans cette étude était la suivante :

Triéthylbenzène	8.9 %
Decylnaphtalène	17.9 %
Butylcyclohexane	7 %
Decylcyclohexane	14 %
Docosane	14.6 %
Hexadecane	20.8 %
Hexadecylbenzène	8.9 %
Undecane	7.7 %

D'autres formulations-types existent dans la littérature, par exemple celle proposée par le GTDLI.

On constate de plus que, dans une famille de produits, la variabilité des résultats en fonction de la formulation des produits est faible.

2.2.4 Principes de calcul

2.2.4.1 Effet majorant

Pour un tronçon, le choix du point majorant se fait en fonction du :

- débit de fuite dynamique,
- volume total de fuite,
- dénivelé maximal amont et aval.

L'évaluation des effets avec ces critères est effectuée en chaque point d'un segment, le point retenu est celui qui donne les effets maximaux. Les distances calculées en ce point sont ensuite considérées comme valables pour tout le segment (*démarche majorante*). Chaque transporteur est libre d'affiner le calcul.

2.2.4.2 **Utilisation de seuils en dose plutôt qu'en flux pour la petite brèche**

Pour le calcul des distances d'effets dus au rayonnement thermique, notamment de la petite brèche, le calcul peut se faire en dose. Pour ce phénomène dangereux, on admet que les personnes exposées peuvent s'éloigner de la source thermique, et donc être soumises à un rayonnement variable.

Le calcul des distances d'effet réalisé avec fuite des personnes exposées utilise les hypothèses suivantes :

- temps de réaction 3 s après inflammation,
- vitesse de fuite 2,5m/s,
- les doses calculées sont l'intégration des doses variables reçues au cours de la phase d'éloignement, le rayonnement source étant supposé constant,
- cumul des doses tant que le niveau d'exposition est supérieur à 1,6 kW/m².

2.2.4.3 **Réduction du terme source**

Dans la réalité, ce n'est pas la totalité du débit de fuite qui devrait être prise en compte dans l'inventaire du terme source. En effet, une partie de ce volume n'arrive pas à l'air libre, parce qu'absorbée par le terrain autour de la canalisation.

Cette partie est très variable, mais peut être significative, notamment dans le cas de débits faibles comme petite brèche par exemple. Les résultats des calculs effectués en prenant en compte la totalité du débit sont donc majorants.

2.2.5 **Tableau pour les principaux produits**

2.2.5.1 **Phénomène dangereux de référence initial**

Pour les phénomènes dangereux de rupture ou de brèche importante, les distances ne dépendent pas uniquement des paramètres d'exploitation, mais également d'autres paramètres relatifs notamment à l'hydraulique (*dénivelé, longueur, diamètre, rugosité, ...*).

La variabilité de ces paramètres ne permet pas de construire un tableau générique complet : le tableau fourni ayant été élaboré avec les hypothèses décrites, les valeurs fournies devront être validées pour les situations pouvant éventuellement générer des distances supérieures (*ou inférieures*), par exemple en fonction des environnements (*voir § 2.2.3.2*).

2.2.5.2 **Rupture**

Hypothèses

Phase 1 - décompression instantanée des deux portions de ligne amont et aval. La contribution de cette phase à la création d'une nappe peut être négligée compte tenu des temps mis en jeu.

Phase 2 - fuite alimentée associée à vidange gravitaire. La durée de cette phase pourra être limitée par l'arrêt du débit de transfert (*par exemple, arrêt des pompes, fermeture sur détection des organes d'isolement, épandage de la totalité de l'inventaire produit possible*).

Phase 3 - vidange gravitaire seule. Après arrêt des pompes et isolement du tronçon, s'installe un régime de fuite sous l'effet de la pression hydrostatique à un débit qui va décroître linéairement. Cette phase dure le temps nécessaire à la vidange totale du volume amont et aval (*siphons non compris*). Comme pour la phase précédente, le jet enflammé n'est pas à considérer. Par ailleurs, compte tenu des faibles vitesses d'éjection dans cette phase de vidange, le phénomène d'aérosol peut être exclu. Dès lors, seule l'évolution d'une flaque d'hydrocarbures est à considérer.

Résultats

Compte-tenu de la diversité des produits et des configurations des canalisations de transport de produits liquides, il n'est pas possible de donner des résultats génériques.

2.2.5.3 Brèche 70 mm

Hypothèses

- phase dynamique : le débit à la brèche est calculé comme étant celui s'écoulant par l'orifice. Sur justification, la durée de cette phase pourra être limitée par l'arrêt du débit de transfert,
- phase statique : prise en compte du dénivelé,
- calcul en flux pour les effets thermiques : l'hypothèse d'éloignement n'est pas retenue dans ce calcul.

Résultats

Compte-tenu de la diversité des produits et des configurations des canalisations de transport de produits liquides, il n'est pas possible de donner des résultats génériques.

2.2.5.4 Brèche 12 mm

Hypothèses

- phase dynamique : le débit à la brèche est calculé, sans limite de temps, comme étant celui s'écoulant par l'orifice, avec une pression égale à 100 bars. Cette hypothèse est majorante,
- aucun dénivelé : cette restriction n'a pas de conséquence, la phase statique ne majorant jamais les résultats en phase dynamique,
- calcul en dose pour les effets thermiques avec l'hypothèse d'éloignement (voir § 2.2.4.2). Les distances d'effets sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Le diamètre n'a pas d'influence pas dans ces conditions.

Tableau des résultats

famille de produit	distances ELS	distances PEL	distances IRE
naphta, essence, gazole, fuel domestique, kérosène, pétrole brut	10 m	15 m	20 m

Ces distances sont des distances enveloppes pouvant être recalculées en fonction des caractéristiques réelles significativement différentes des hypothèses majorantes retenues. La prise en compte de l'éloignement des personnes peut également justifier une analyse spécifique complémentaire pour certains points singuliers (voir paragraphe 2.4).

2.3 Cas des produits chimiques (éthylène et hydrogène)

2.3.1 Ethylène

Tableau des distances d'effets pour les phénomènes dangereux d'une canalisation de transport d'éthylène, à la pression maximale de service, suivie de l'inflammation immédiate du rejet.

Le tableau suivant présente les distances en mètres pour les seuils de :

200 mb, correspondant aux Effets Létaux Significatifs (ELS)

140 mb, correspondant aux Premiers Effets Létaux (PEL)

50 mb, correspondant aux Effets Irréversibles (IRE)

Les calculs montrent que les effets majorants en termes de distance sont ceux liés à la surpression suite à l'inflammation du nuage de gaz formé.

Hypothèses : poste de sectionnement environ tous les 500 m³, conditions atmosphériques 3F ou 5D, autres paramètres cohérents avec hypothèses prises pour le gaz combustible (§ 2.1), distances arrondies par excès, non prise en compte de l'éloignement des personnes.

PMS 100b (hypercritique)

DN/Effets	Rupture			Brèche 70mm			Trou 12 mm			Piquage aérien DN 25**			Brèche 25 mm parties aériennes		
	ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE
150	230	270	430	210	240	430	45	55	110	85	100	200	140	165	320
200	340	390	630	210	240	430	45	55	110	85	100	200	140	165	320

PMS 50b (gaz)

DN/Effets	Rupture			Brèche 70mm			Trou 12 mm			Piquage aérien DN 25**			Brèche 25 mm parties aériennes		
	ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE
200	200	240	430	170	200	270	25	30	65	45	50	100	45	50	100
250	310	360	620	260	300	540	25	30	65	45	50	100	45	50	100

**pour un piquage horizontal. Cette distance peut être réduite pour les piquages non horizontaux.

2.3.2 Hydrogène

Tableau des distances d'effets pour les phénomènes dangereux d'une canalisation de transport d'hydrogène, à la pression maximale de service, avec inflammation immédiate du rejet pour les effets thermiques.

Le tableau suivant présente les distances en mètres pour les seuils de :

- 1800 [(kW/m²)^{4/3}].s, et 200 mbar, correspondant aux Effets Létaux Significatifs (ELS)
- 1000 [(kW/m²)^{4/3}].s, et 140 mbar, correspondant aux Premiers Effets Létaux (PEL)
- 600 [(kW/m²)^{4/3}].s, et 50 mbar, correspondant aux Effets Irréversibles (IRE)

Hypothèses : rejets verticaux, perte de confinement au milieu d'une canalisation de 10 km, effets de surpression calculés à partir de l'intensité de la turbulence et de la vitesse du jet et des niveaux de concentration atteints au sein du nuage, conditions atmosphériques 5D pour les effets thermiques, autres paramètres cohérents avec hypothèses prises pour le gaz combustible (§ 2.1), distances arrondies par excès, non prise en compte de l'éloignement des personnes.

Pression (bars absolus)	Diamètre de brèche (mm)	Type de brèche	Effets de surpression UVCE			Effets thermiques		
			ELS	PEL	IRE	ELS	PEL	IRE
100	12	Fuite	<5	5	20	N/A	N/A	<5
100	25	Fuite	5	10	40	N/A	10	10
100	50	Fuite	10	15	50	15	20	25
100	70	Fuite	15	30	60	20	25	35
100	100	Rupture	20	40	115	30	40	50
100	150	Rupture	35	60	175	45	60	75
40	12	Fuite	<5	5	15	N/A	N/A	<5
40	25	Fuite	5	10	25	N/A	N/A	10
40	50	Fuite	10	15	40	5	10	15
40	70	Fuite	15	20	45	10	15	20
40	100	Rupture	15	25	70	20	25	35
40	150	Rupture	20	35	105	30	40	50
20	12	Fuite	<5	5	10	N/A	N/A	<5
20	25	Fuite	5	10	20	N/A	N/A	<5
20	50	Fuite	10	15	30	N/A	<5	10
20	70	Fuite	15	15	35	5	10	15
20	100	Rupture	15	20	45	15	20	25
20	150	Rupture	20	25	70	20	30	35

Les brèches de 12 et 25 mm sont calculées pour une canalisation de DN ≥ 100. Pour les ruptures, le diamètre de la brèche correspond au DN.

N/A signifie que le seuil limite n'est pas atteint.

2.4 Remarque relative à l'utilisation de l'hypothèse d'éloignement

Les distances calculées aux paragraphes 2.1 et 2.2.5.4 le sont en tenant compte de l'éloignement des personnes. Cette hypothèse permet de définir des distances d'effets pertinentes pour la maîtrise de l'urbanisation.

Le fait de ne pas tenir compte de l'éloignement des personnes conduirait à des distances plus importantes, ce qui ne se justifie que dans des configurations spécifiques dans lesquelles les personnes exposées dans les inter-bandes (*c'est-à-dire les zones situées entre les distances d'effets létaux avec et sans éloignement des personnes*) seraient empêchées de s'éloigner rapidement du sinistre.

De façon générale, dans les zones urbaines denses, la canalisation empruntant forcément une rue, l'éloignement des personnes est toujours possible par l'emprunt de cette rue, l'axe de la canalisation étant dans ce cas toujours dégagé.

Pour les ERP constitués d'un bâti susceptible de recevoir des personnes à mobilité réduite⁴ ou les prisons, le fait de se trouver dans l'inter-bande conduit à ce que le bâti assure la protection des occupants. De manière conservatoire, il est retenu que le bâtiment n'offre plus de protection s'il est soumis à un flux de plus 16 kW/m² pendant plus de 10 minutes, ce laps de temps permet aux occupants, même à mobilité réduite, de s'éloigner de la source thermique (*à noter que pour le gaz naturel par exemple, le flux thermique reçu par le bâtiment au-delà de la distance des "PEL avec éloignement" est systématiquement inférieur à 16 kW/m²*).

Pour les ERP cumulant absence de protection par un bâti et difficulté à s'éloigner rapidement, une analyse particulière est à faire. C'est le cas des tribunes de stades et des cours d'établissements scolaires.

Après calcul des distances d'effet (PEL et ELS) applicables à la configuration, cette analyse locale consiste, pour chaque effet létaux, d'une part à repérer le(s) nouvel(eaux) ERP concerné(s) dans la bande d'effet, et d'autre part à positionner dans la matrice d'acceptabilité du risque le phénomène dangereux de référence avec une gravité tenant compte des nouvelles personnes exposées (*celles du(es) nouvel(eaux) ERP concerné(s)*), et une probabilité d'atteinte recalculée en tenant compte de la "distance d'effet sans éloignement des personnes".

A noter que l'étude particulière peut aussi intégrer des particularités locales telles que, dans le cas des cours, la mise à l'abri dans le bâtiment qui permet de réduire le temps d'exposition au flux thermique.

A noter également que, pour l'éthylène et l'hydrogène, les valeurs indiquées dans les tableaux du § 2.3 sont déjà calculées en base sans prendre en compte l'éloignement des personnes.

Application pour le gaz naturel :

Les "distances ELS et PEL sans éloignement des personnes" sont définies comme les distances respectivement des PEL et des effets irréversibles, calculées avec hypothèse d'éloignement, associées à la rupture des canalisations de DN ≤ 150 (*au delà de ce diamètre, les écarts entre les distances calculées avec et sans éloignement des personnes sont suffisamment faibles pour ne plus justifier une analyse spécifique*).

Le phénomène dangereux de rupture de la canalisation est toujours celui qui justifie la mise en œuvre de mesures compensatoires sur la canalisation. En effet :

- le phénomène dangereux de brèche moyenne reste toujours mieux placé dans les matrices d'analyse de risque que le phénomène dangereux de rupture (*probabilité et gravité inférieures ou égales à celles de la rupture*), et les mesures compensatoires éventuellement mises en œuvre décalent les deux phénomènes dangereux en conservant cette hiérarchie (*de la même manière que pour les calculs avec éloignement des personnes*),
- le phénomène dangereux de petite brèche avec une distance d'effet calculée sans éloignement des personnes conserve une probabilité inférieure à $5 \cdot 10^{-7}$, ce qui le positionne dans la première colonne de la matrice (*absence de besoin de mesure compensatoire supplémentaire*).

⁴ ERP de type J (*structures d'accueil pour personnes âgées et personnes handicapées, ce qui inclut les maisons de retraite*), de type R (*établissements d'éveil, d'enseignement, de formation, centres de vacances, centres de loisirs sans hébergement, ce qui inclut les crèches, pour autant que le public visé soit très jeune ou handicapé*), ou de type U (*établissements sanitaires, ce qui inclut les hôpitaux*)

Ainsi, la distance d'effet de la petite brèche calculée sans éloignement des personnes n'est pas utilisée dans les calculs d'analyse de risque. Elle permet d'afficher dans les servitudes d'utilité publique, introduites par les articles L.555-27 et R.555-30 du code de l'environnement, une distance plus importante à respecter pour la construction des nouveaux ERP tels que définis ci-dessus à proximité de canalisation de transport existantes. Elle permet également de fixer les distances d'isolement nécessaires entre les ERP existants et les nouvelles canalisations de transport.

Cette distance est donnée dans le tableau ci-après en fonction de la PMS de la canalisation.

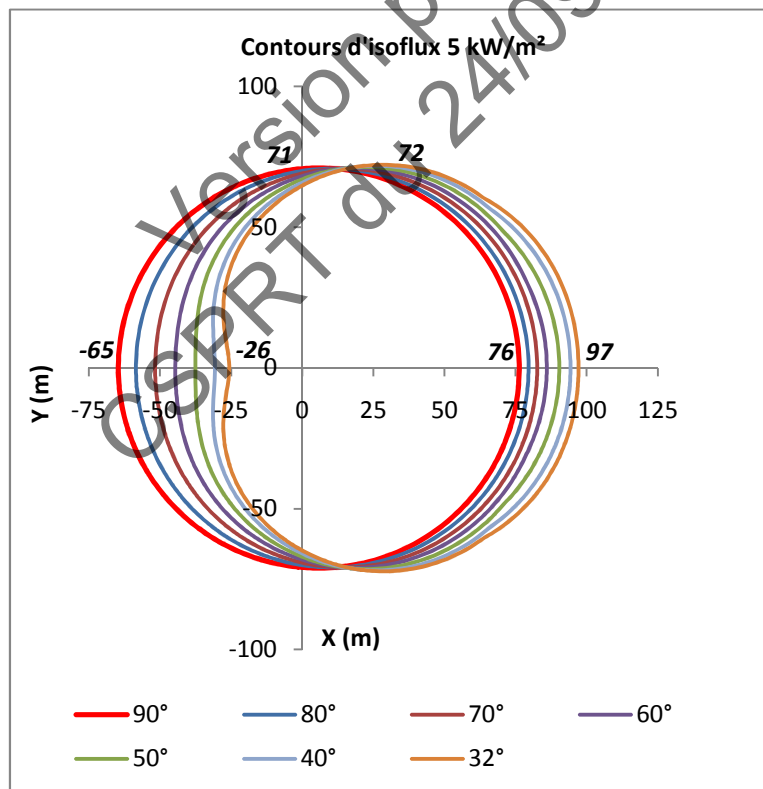
	PMS (bar)	25	40	67.7	80	94
Seuils des effets thermiques						
Effets létaux significatifs (ELS)		6	7	9	9	10
Premiers effets létaux (PEL)		8	9	12	13	14

Le même raisonnement est applicable pour les autres fluides en tant que de besoin.

2.5 Orientation du rejet en cas d'obstacle potentiel

Pour les canalisations enterrées, l'orientation du rejet gazeux est prise systématiquement verticale. La présence d'un obstacle lourd sur la fuite peut constituer un déflecteur susceptible de dévier le jet enflammé (*cas d'un accident survenu en 2009*). Néanmoins, cette situation potentielle :

- a une probabilité fortement réduite : occurrence rare de cette situation dans le retour d'expérience (*d'où la prise en compte d'un facteur de réduction de 10*), orientation possible sur 360° (*d'où une division par 6*), soit une probabilité divisée par 60,
- ne conduit pas à une augmentation de la gravité associée en environnement homogène : la zone d'effet thermique se décale par rapport à la zone avec rejet vertical, mais sa surface a tendance à légèrement se réduire avec l'inclinaison du rejet (*voir schéma ci-dessous*),



- ce cas de figure peut se produire sur des fuites limitées uniquement : les accidents répertoriés dans le retour d'expérience montrent qu'en cas de rupture d'un DN moyen en gaz naturel, l'engin agresseur est projeté à plusieurs mètres (*accidents de Brain-sur-Longuenée et de Villepinte en 1985*).

En conséquence, le positionnement d'un phénomène dangereux avec un rejet incliné ne sera pas dégradé par rapport à celui du phénomène dangereux avec rejet vertical actuellement retenu. Les mesures compensatoires à mettre en œuvre le cas échéant améliorent le positionnement des deux types

de phénomènes dangereux. En pratique, il n'apparaît donc pas utile de chercher à positionner dans les matrices des phénomènes dangereux avec rejet incliné.

Comme par ailleurs, les calculs des distances d'effets sont réalisés avec des hypothèses raisonnablement majorantes, que le REX réalisé sur les plus grosses inflammations (*accident de Ghislenghien en Belgique par exemple*) n'a pas mis en évidence d'écart entre la réalité et les modèles, et qu'enfin seules les brèches moyennes sont réellement concernées, il n'y a pas lieu de définir d'autres distances d'effets que celles déjà données dans cette annexe 9.

Pour les canalisations en fosse, trois cas de figure sont possibles en fonction du rejet initial considéré.

Soit le rejet initial est vertical (*rupture de piquage par exemple*), et les distances d'effets sont calculées de la même manière que pour les canalisations enterrées.

Soit le rejet est orienté de manière différente et le calcul des distances d'effets devra prendre en compte le fait que le jet impacte ou non le bord de la fosse :

- en cas d'impact (*rupture d'un piquage horizontal ou brèche de corrosion sur la génératrice inférieure du tube par exemple*), le jet résultant sera approximativement vertical. La distance entre le bord de la fosse et la canalisation pourra être prise en compte pour augmenter d'autant la distance d'effet si cette augmentation est significative,
- en l'absence d'impact, l'orientation effective du jet pourra être prise en compte. C'est le cas notamment d'une rupture de piquage orienté à 45° si la fosse n'est pas trop profonde.

Version projet
CSPRT du 24/09/2012

A10 - Détermination du phénomène dangereux de référence pour application de l'article 8 de l'arrêté multi fluides

1 Phénomène dangereux de référence initial

Sans justification spécifique, le phénomène dangereux de référence est le phénomène dangereux de rupture totale. Dans l'étude de dangers, le transporteur peut retenir un autre phénomène dangereux de référence basé sur le retour d'expérience.

Dans le cas où l'environnement permet de justifier l'absence de mouvement de terrain important, seul le facteur de risque « travaux de tiers » est pris en compte, hors facteur de risque intrinsèque spécifique à la canalisation (voir Annexe 4).

2 Phénomène dangereux de référence réduit

Dans le cas où une ou plusieurs mesures compensatoires sont présentes ou mises en place, alors le phénomène dangereux de référence initial peut être modifié, selon les modalités ci-après :

- la probabilité d'un phénomène dangereux est donnée par le calcul de la probabilité d'atteinte d'un point en considérant ce point situé sur l'ouvrage (*cas majorant*). Les probabilités sont calculées pour les différents phénomènes dangereux,
- dans le cas où plusieurs phénomènes dangereux conduisent à une probabilité supérieure à 10^{-6} par an, le phénomène dangereux de référence "réduit", tel que défini dans l'article 8 de l'arrêté multi fluides, est le phénomène dangereux, de probabilité supérieure à 10^{-6} par an, conduisant à la plus grande distance d'effet,
- dans le cas où la probabilité d'un seul des différents phénomènes dangereux est supérieure à 10^{-6} par an, alors le phénomène dangereux correspondant est considéré comme le phénomène dangereux de référence "réduit" tel que défini dans l'article 8 de l'arrêté multi fluides,
- dans le cas où tous les phénomènes dangereux ont une probabilité inférieure à 10^{-6} par an, conduisant donc à l'absence de phénomène dangereux de référence, le phénomène dangereux de petite brèche est considéré comme le phénomène dangereux de référence "réduit".

L'utilisation du phénomène dangereux réduit dans les conditions précisées ci-dessus ne dispense pas de s'assurer que tous les phénomènes dangereux (*petite brèche, brèche moyenne, et/ou rupture*) sont bien dans une case acceptable des matrices d'analyse de risque.

A11 – Fréquences génériques et probabilités d'inflammation

Les éléments fournis dans cette annexe sont applicables sans justification complémentaire aux ouvrages de transport pour les produits cités. Les paragraphes 1 à 3 ci-dessous traitent du linéaire des canalisations. Le paragraphe 4 traite des installations annexes.

Elles s'appuient sur les meilleures données disponibles et respectent les tailles de brèches définies dans ce guide, à savoir pour le linéaire enterré : petite brèche jusqu'à 12 mm, brèche moyenne entre 13 et 70 mm et rupture au-delà de 71 mm.

Leur utilisation peut être étendue (*canalisations "code minier", canalisations de distribution*) pour autant que les conditions d'implantation, de construction, et d'exploitation/maintenance se rapprochent suffisamment des cas de figure courants en transport.

Il est à noter que les tronçons aériens ou encore les tronçons subaquatiques ou sous-marins ne répondent pas à cette définition.

1 Valeurs pour le gaz naturel

Les valeurs ci-après sont basées sur le retour d'expérience mis en commun par TIGF et GRTgaz, ainsi que sur la base de données EGIG pour les probabilités d'inflammation.

Gamme de diamètre (DN)	Longueur exposée (km.an)	Données GRTgaz + TIGF Fréquences sur la période 1970 - 1990 en 10 ⁻⁴ /(km.an)			Toutes brèches
		Petite brèche d ≤ 12 mm	Brèche moyenne 12 < d ≤ 70	Rupture d > 70 mm	
D < 200	188 433	8,77	4,56	1,65	9,98
200 ≤ D < 400	129 565	1,85	1,16	1,16	4,17
400 ≤ D < 600	65 475	1,53	0,15	1,07	2,75
D ≥ 600	54 530	0,1 (*)	0,1 (*)	0,18	0,18
Tous DN	438 003	2,4	2,33	1,23	5,96

(*) l'absence d'événements conduit à prendre en compte la borne supérieure de l'intervalle de confiance unilatéral au niveau de confiance 50% comme dans le nucléaire ou l'aéronautique

L'analyse de ce retour d'expérience GRTgaz + TIGF sur la période 1970/1990 montre que :

- 80 % des ruptures ont pour cause des travaux de tiers, les 20 % restants des mouvements de terrain,
- 100 % des brèches moyennes ont pour cause des travaux de tiers,
- 43 % des petites brèches ont pour cause des travaux de tiers, les 57 % restants de la corrosion et autres

Probabilités d'inflammation pour le gaz naturel (*valeurs issues de la base de données EGIG (rapport 1970-2010) compte tenu du très faible nombre d'inflammations en France*) :

- petite brèche 4 % (*sur représentation par rapport à la brèche moyenne due aux seules fuites liées à la foudre qui provoque des trous de l'ordre du mm*)
- brèche moyenne 2 %
- rupture 10 % pour les DN ≤ 400 et 33 % pour les DN > 400

Le retour d'expérience, tant de la base EGIG que de la base TIGF+GRTgaz, ne met en évidence aucune inflammation liée à la circulation sur une route ou un parking, alors qu'il identifie que près de

80 % des inflammations se sont produites sur des causes percement foudre (*allumage par la foudre*), agression lors de travaux de tiers (*allumage par l'engin*) et mouvements de terrain (*allumage incertain, mais non lié à la présence d'activités humaines*). De même, le retour d'expérience des canalisations de distribution de gaz, installées par nature à proximité immédiate des voies de circulation, montre qu'il y a moins de 1 % des fuites qui s'enflamment sur plus de 4 000 fuites par an. En pratique, il n'y a donc pas lieu de modifier les probabilités précitées dans ces cas de figure.

La présence de lignes électriques ne conduit pas non plus à modifier le niveau de risque (*nécessité d'une double défaillance*), et ne justifie donc pas plus de modifier les probabilités précitées.

Seule la présence de caténaires de voies ferrées nécessite d'être prise en compte si les caténaires peuvent se situer dans le panache inflammable (*LIE / LSE*).

2 Valeurs pour les hydrocarbures liquides

2.1 Fréquences génériques

2.1.1 Répartition par causes

La méthode choisie pour définir les fréquences génériques d'événements est basée sur la Base de données CONCAWE Europe. Une extraction des enregistrements concernant les ouvrages français a été réalisée. Cette extraction a été complétée par l'ajout d'événements survenus durant la période sur des ouvrages de l'OTAN en France non enregistrés dans la base CONCAWE. Cette extraction corrigée est appelée dans le reste du texte *CONCAWE France**.

Travaux Tiers :

La référence retenue est la base *CONCAWE France**. On obtient une fréquence de **$1,55 \cdot 10^{-4}/(\text{km.an})$** . Cette valeur répond au critère de la circulaire BSEI 09-123 du 23 Juillet 2009 sur l'intervalle de confiance.

Opérationnel :

Il n'y a **pas de fréquence générique retenue** car il n'y a aucun événement sur le tracé courant en dehors des installations annexes et des points singuliers.

Phénomènes Naturels :

Il n'y a **pas de fréquence générique retenue** car ce point est traité par chaque transporteur dans le cadre de l'analyse des points singuliers de son ouvrage.

Corrosion :

Une séparation entre la fréquence liée à la corrosion interne et celle liée à la corrosion externe a été réalisée sachant que la corrosion interne est dépendante du type de produit transporté à la différence de la corrosion externe. Le phénomène et les mesures compensatoires associées peuvent donc être différents.

Corrosion externe

La valeur obtenue à partir de la base *CONCAWE France** est de $0,37 \cdot 10^{-4}/(\text{km.an})$. Par application de la circulaire BSEI 09-123, ce résultat implique de prendre la borne supérieure soit $0,65 \cdot 10^{-4}/(\text{km.an})$ sachant que la valeur globale *CONCAWE Europe* est de $0,65 \cdot 10^{-4}/(\text{km.an})$. La base *CONCAWE France** dispose d'une analyse plus fine du fait du retour précis des transporteurs.

Il est donc décidé de retenir la valeur de la borne sup base *CONCAWE France** soit une fréquence de **$0,65 \cdot 10^{-4}/(\text{km.an})$**

Corrosion interne

Aucun accident n'a été recensé en France. La Base de donnée *Concawe Europe* donne 8 accidents, soit 7 en Brut et 1 en produit raffiné (*un 9ème cas, le n°205, a été exclu du fait du produit concerné : Acide Hydrofluorique*). Le seul cas de produit raffiné déclaré en corrosion interne est l'événement n° 258. L'étude du rapport détaillé indique qu'il y a une non-connaissance de l'historique des produits transportés entraînant une suspicion quant à la cause de défaillance réelle, sachant par ailleurs qu'il est fait état d'une fissure. A noter que si cet incident était finalement classé en mécanique la conclusion pour la fréquence générique Mécanique ne changerait pas.

On considère donc que la fréquence pour le phénomène "corrosion interne" d'une Canalisation de transport de produits raffinés est nulle, et que ce phénomène concerne uniquement les canalisations de transport de brut. La fréquence calculée selon la base CONCAWE Europe est alors dans ce cas de $0,42 \cdot 10^{-4}/(\text{km.an})$ ce qui aboutit par application du critère de la circulaire BSEI 09-123 sur l'intervalle de confiance à une valeur retenue de **$0,68 \cdot 10^{-4}/(\text{km.an})$**

Mécanique (défaut matériau ou construction)

La base CONCAWE France* donne une valeur de $0,89 \cdot 10^{-4}/(\text{km.an})$ pour 12 évènements, nombre insuffisant selon la circulaire BSEI 09-123. La valeur de la borne supérieure donne $1,19 \cdot 10^{-4}/(\text{km.an})$. La Base CONCAWE Europe donne pour sa part $0,76 \cdot 10^{-4}/(\text{km.an})$ pour un nombre d'évènements de 28.

La construction et la pose d'une canalisation étant indépendantes du type de produit, il ne peut pas y avoir de distinction liée aux caractéristiques du produit. La base de données CONCAWE France* ne donne pas de tendance contraire à cette position (*Produits raffinés 6 - Brut 6*)

Sachant que la circulaire permet de retenir la valeur CONCAWE Europe de $0,755 \cdot 10^{-4}/(\text{km.an})$, il est décidé cependant de garder une cohérence avec les raisonnements précédents et de retenir la valeur de la base CONCAWE France* soit une fréquence de **$0,89 \cdot 10^{-4}/(\text{km.an})$** .

A noter que la base CONCAWE Europe donnant un résultat inférieur à la base CONCAWE France* il serait incohérent de prendre la borne supérieure de cette dernière ; le nombre d'évènements restant par ailleurs important.

Fréquence $10^{-4}/(\text{km.an})$	Travaux Tiers	Opération	Phénomène Naturel	Corrosion Externe	Corrosion Interne (<i>brut uniquement</i>)	Mécanique
EUROPE				0,65	0,42	0,76
France*	1,55	0	0	0,37	0	0,89
Borne Sup		-	-	0,65	0,68	-
Fréquences retenues	1,55	0	0	0,65	0,68	0,89

2.1.2 Répartition par taille de brèche

La répartition des tailles de brèche de la base CONCAWE ne permet pas de classer selon les critères GESIP. Les critères de classement sont différents et ne se recouvrent pas. De ce fait les valeurs retenues sont les suivantes.

Travaux tiers :

L'analyse des données de la base CONCAWE qu'elle soit France* ou Europe donne des incohérences quant à la proportion des tailles de brèches entre les 2 périodes analysées 71-90 et 91-06. Ces incohérences s'expliquent par un manque de précision dans l'information des évènements sur la période 71-90. De ce fait, considérant que les pertes de confinement subies par les canalisations de transport du fait d'agressions par tiers ne dépendent pas du produit transporté, il est convenu, pour les agressions par des travaux tiers, de retenir les statistiques France du transport de Gaz (*GRTgaz+TIGF*) pour la proportion des petites brèches, soit **25%** des brèches générées. Il est à noter que cette position pénalise le transport d'Hydrocarbures liquides.

Les brèches moyennes, par différence, représentent donc 75% des brèches générées, les ruptures totales étant traitées en points singuliers.

Mécanique/Corrosion :

Les évènements liés à des phénomènes particuliers du type effets de toit, SCC (*stress corrosion cracking*), ... sont analysés séparément car dépendants des caractéristiques de la canalisation concernée.

Sur la période 71-06, on constate qu'il y a 1 seul évènement, en 2002, ayant pour cause une corrosion externe de brèche supérieure à 12mm. Cet évènement positionné à l'intérieur d'un dépôt pétrolier à quelques mètres de la sortie de terre, dans une zone de marnage, fait suite à un défaut de protection cathodique spécifique au site. En conséquence cet évènement est à considérer comme relatif à un point singulier, hors tracé courant.

La proportion des petites brèches, en tracé courant hors point singulier, est de 100% sur 16 incidents.

2.2 PROBABILITE D'INFLAMMATION

Les critères pris en compte pour déterminer la probabilité générique d'inflammabilité d'un hydrocarbure sont :

1/ Références statistiques : CONCAWE, UKOOA, HSE, US-DOT

2/ Produits : une discrimination des produits sur la base d'un seuil de 55°C du Point Eclair est retenue (référence de la limite basse d'inflammabilité des distillats)

3/ Zone géographique : densité de population (*activité humaine*). En référence aux bases de données, il est fait état de 2 zones distinctes RURALE et URBAINE

4/ Les deux classes envisagées sont Petite brèche et Moyenne/Grande brèche

Les constats suite à analyse sont :

1/ la base de données la plus représentative est l'US DOT. La base CONCAWE Europe fait état de 8 inflammations de fuites d'hydrocarbures liquides. L'UKOOA cite entre autre, l'EGIG et un rapport du HSE UK sur les pipelines d'essence en UK.

2/ Les statistiques montrent des écarts importants et des valeurs références liées aux données physiques.

3/ CONCAWE Europe donne un résultat de 2,7% pour une fuite d'Essence de brèche moyenne dans une zone rurale

Zone géographique		Rurale		Urbaine	
	Brèche (fct débit)	Petite	moyenne / Grande	Petite	moyenne / Grande
CONCAWE	PE<55° Essence	-	2,7 %	-	-

4/ US-DOT donne un résultat différencié par produits : Essence (7 inflammations pour 228 événements) – Jet (1 pour 32) – Diesel Oil / Fuel Oil (ou GO-FO) (1 pour 151). Le seul cas existant de l'US DOT d'inflammabilité d'un Diesel Oil n'a pas de valeur statistique sachant que les autres bases de données donnent 0 événement.

Zone géographique		Rurale		Urbaine	
	Brèche fct débit	Petite	moyenne / Grande	Petite	moyenne / Grande
US DOT	PE<55° Essence	-	3,1 %	Multiplier par 2	Multiplier par 2
	PE>55° GO-FO	-	1,5 %	-	-

5/ HSE retient comme référence US DOT avec moyenne/grande brèche pour une essence 3,1% et pour une petite brèche 0,62%, et montre que les valeurs retenues sont cohérentes avec le CONCAWE.

L'UKOOA indique des écarts importants entre les spécifications produits tout en maintenant une valeur limite basse pour les produits lourds (point éclair > 55°C) à température ambiante. Pour ces produits la valeur plancher est de 10^{-3} et la valeur plafond de $2,5 \cdot 10^{-3}$. A noter que les valeurs de l'UKOOA dépendent du débit à la brèche. L'UKOOA retient un rapport de 10 avec la probabilité d'inflammation d'une essence.

Zone	géographique	Rurale		Urbaine	
	Brèche fct débit	Petite	moyenne / Grande	Petite	moyenne / Grande
HSE /	PE<55° Essence	0,62%	3,1%	Multiplier par 2	Multiplier par 2
UKOOA	PE>55° GO-FO	diviser par 10	diviser par 10	Multiplier par 2	Multiplier par 2

Les probabilités d'inflammation génériques retenues pour les hydrocarbures liquides sont retenues selon les critères suivants :

Référence statistiques :	US DOT et HSE
Zone géographique :	Rural
Qualité Produit :	PE < 55° (Essence, Naphta, Jet, Brut léger) PE > 55° (Brut lourd, Fioul lourd, Gazole)
Moyenne et grande brèche :	3,1 %
Petite brèche :	0,62 %
Pour passer en urbain :	multiplication par 2
Pour passer en Produit PE > 55° :	division par 10.

Probabilités d'inflammation HC liquides		Zone rurale		Zone urbaine	
	Brèche fct débit	Petite	moyenne / Grande	Petite	moyenne / Grande
US DOT	PE < 55°	0,62 %	3,1 %	1,24 %	6,2 %
	PE > 55°	0,062 %	0,31 %	0,124 %	0,62 %

Pour les transports multi-qualité, la démarche proposée consiste à réaliser les calculs à partir d'une probabilité d'inflammation pondérée par la proportion de présence de chaque qualité dans la canalisation.

La définition des valeurs génériques exposées précédemment n'exclut pas les méthodes de simplification ou de calculs plus détaillés sous réserve de justification.

3 Valeurs pour certains produits chimiques

En l'absence de base de données internationale relative aux fréquences de fuites des canalisations de transport de produits chimiques, la base de données de l'EGIG a été analysée (*note INERIS DRA-10-111640-03947A*) et corrigée pour tenir compte de la différence de taille de brèche retenue pour les petites brèches (0 à 20 mm pour l'EGIG et 0 à 12 mm pour le GESIP). Les fréquences ci-dessous peuvent être utilisées pour les canalisations de transport de produit chimique à condition :

- que le(s) produit(s) transporté(s) soit (soient) non corrosif(s) dans les conditions de transport,
- gazeux ou liquéfiés sous pression,
- pour les canalisations de transport réalisées par assemblage de tubes métalliques soudés entre eux bout à bout.

F sur période 70-90 en 10 ⁻⁴ / (km.an)	Travaux tiers	Corrosion	Défaut matériau ou construction	Piquage en charge
Petite brèche	0,63	0,87	0,58	0,15
Brèche moyenne et rupture	2,71	0,09	0,44	0,12
Total	3,34	0,96	1,01	0,28

Remarques :

Concernant le facteur de risque "piquage en charge", les fuites sont dans ce cas causées par :

- soit une erreur d'identification de canalisation lors d'une opération sur un réseau tiers : ces fuites sont à traiter de la même manière que les travaux de tiers,

- soit une erreur opératoire lors d'une opération sur la canalisation : ne concerne que les exploitants autorisant ce type d'intervention sur son réseau et à traiter au cas par cas.

Concernant le facteur de risque "mouvement de terrain" et compte-tenu des spécificités environnementales conduisant à des situations de mouvement de terrain, la matrice de risque ne peut pas s'appliquer de manière générique et ces cas doivent faire l'objet d'une étude particulière en tant que point singulier.

Un transporteur pourra utiliser des valeurs différentes pour les fréquences, sous réserve qu'il les justifie pour son réseau.

Probabilité d'inflammation

Le très faible nombre de fuites sur des canalisations de transport d'éthylène ou de propylène ne permet pas de s'appuyer sur des statistiques suffisamment solides pour déterminer des probabilités d'inflammation de ces fuites, l'utilisation d'études théoriques est donc rendue nécessaire. Les chiffres retenus ci-après sont issus du document "Loss Prevention in the Process Industries" 2nd Ed. par Frank P. Lees au chapitre 16.10 "Ignition Models".

Type de fuite	Inflammation immédiate	Explosion
Fuite mineure (< 1 kg/s)	1 %	0,04 %
Fuite importante (1 à 50kg/s)	6 %	1 %
Fuite majeure (> 50 kg/s)	21 %	9 %

Pour l'hydrogène, en l'absence d'études complémentaires, les valeurs retenues sont les suivantes :

Type de fuite	Petite Brèche (≤ 12 mm)	Autres brèches
Probabilité d'inflammation	59 %	100 %

Les différences de probabilité d'inflammation entre hydrogène et éthylène sont liées à la différence des énergies d'inflammation de ces produits.

4 Valeurs pour certaines installations annexes

Les fréquences à retenir pour les installations annexes du réseau de transport de gaz sont les suivantes. Elles sont basées sur le retour d'expérience de GRTgaz.

Phénomène dangereux	Période de référence	Fréquence	$\Delta(\lambda_{sup}; \lambda)$ i.c. 90%	Probabilité d'inflammation (/rejet)
Petite brèche enterrée [≤ 12 mm]	1970-2010	$1,1 \cdot 10^{-7}/(m.an)$	< 40%	$1 \cdot 10^{-2}$, si D_{LIE}^1 interne site $4 \cdot 10^{-2}$, si D_{LIE} externe site
Perforation limitée aérienne [≤ 5 mm] (canalisation, équipement)	2005-2010	$6,7 \cdot 10^{-4}/(poste.an)$		
Rupture de piquage [DN ≤ 25]	1988-2010	$1,2 \cdot 10^{-4}/(poste.an)$		
Rejet soupape	2005-2010	$6 \cdot 10^{-3}/(poste.an)$		$1 \cdot 10^{-3}$

¹ D_{LIE} : distance de la limite inférieure d'inflammabilité, soit distance de l'iso-concentration à 5% pour le gaz naturel.

A/ Justification des fréquences des phénomènes dangereux pour les installations annexes**Canalisations enterrées ou non inspectables**

A ce jour la base de données du retour d'expérience sur les installations annexes recense très peu de fuites sur la partie enterrée de l'ouvrage. Celles-ci sont localisées principalement sur les robinets. Par conséquent il est proposé de retenir une fréquence de fuite issue des incidents du tracé courant, hors travaux tiers et interaction avec d'autres réseaux enterrés sur l'ensemble de la période d'observation à savoir 1970/2010 (977 500 km.an). Il est possible de se baser sur la période élargie par rapport à celle de la période de référence 1970-1990, puisque les dispositions compensatoires du tracé courant visent essentiellement le facteur de risque travaux tiers, exclus sur les sites clos. Compte tenu de la multiplicité des diamètres de canalisation sur l'ensemble des installations annexes, la valeur moyenne tous diamètres confondus est retenue. Le diamètre moyen de ces petites brèches est de l'ordre de 3 à 4 mm.

Canalisations aériennes, inspectables et inspectées

Compte tenu de l'hétérogénéité de la collecte sur la période 1988-2010, la fréquence des perforations limitées est calculée sur la période 2005-2010 (*collecte plus exhaustive des fuites*) ; par contre la fréquence relative aux ruptures de piquage est évaluée sur la totalité de la période pour laquelle la collecte est exhaustive compte tenu de l'ampleur de ce type d'évènement au regard de ces installations.

Ces fréquences pourront évoluer en fonction du retour d'expérience.

B/ Justification des probabilités d'inflammation**Des fuites**

Compte tenu du faible nombre d'observations d'inflammation dans le retour d'expérience, la probabilité d'inflammation à retenir en cas de rejet (*perforation limitée, rupture de piquage*) sur les installations annexes est la suivante :

- si D_{LIE} du rejet considéré est interne au site², $P_{infi} = 10^{-2}$ / rejet
 Dans les zones de procédés, le matériel est compatible avec la zone ATEX dans laquelle il est installé, absence de point chaud permanent, absence de circulation de véhicule.
 Il s'agit de la valeur par défaut à retenir pour les perforations limitées horizontales et les ruptures de piquages verticaux. En effet celles-ci sont généralement contenues à l'intérieur de la clôture,
- si D_{LIE} du rejet considéré sort du site, $P_{infi} = 4.10^{-2}$ / rejet, par analogie à la probabilité d'inflammation des petites brèches du tracé courant (*données EGIG*).
 Dans cette configuration, les sources d'inflammation ne sont plus maîtrisées.
 Pour les installations annexes simples, il s'agit de la valeur par défaut à retenir pour les ruptures de piquages horizontaux, et pour les petites brèches sur la partie enterrée des ouvrages de raccordement au réseau.

Des rejets aux soupapes

Le retour d'expérience ne fait état d'aucune inflammation de rejet aux soupapes. Cela s'explique par les points suivants :

- les rejets sont verticaux,
- l'implantation des soupapes est réalisée à l'écart des sources d'inflammation éventuelles pouvant interagir avec le panache,
- ces rejets se font avec une vitesse d'éjection très importante d'où la difficulté de l'inflammation même en cas d'épisode orageux. Seules les fuites au niveau des soupapes, dues à un défaut d'étanchéité du siège, pourraient s'enflammer compte-tenu des très faibles vitesses d'éjection, lors d'orage. Dans ce cas les effets thermiques seraient moindres et contenus dans le site.

Pour ces raisons, la probabilité d'inflammation à retenir est de : $P_{infi} = 10^{-3}$ / rejet

² Hors acte de malveillance (*facteur de risque associé à la source d'inflammation*), le retour d'expérience ne fait état d'aucune inflammation lors de la perte de confinement sur les installations annexes simples.

A12 – Analyse de la gravité environnementale et définition des mesures compensatoires éventuellement nécessaires

Comme indiqué au paragraphe 5 du présent guide, cette annexe vise à établir des règles adaptées à l'analyse du risque environnemental en fonction de la spécificité des produits transportés et de leur impact potentiel sur l'environnement.

0 - AVANT-PROPOS

Indépendamment de ses effets potentiels sur les personnes, un rejet de produit peut avoir des effets sur l'atmosphère (*gaz à effet de serre*), sur la faune et la flore (*altération, destruction*), sur les sols, les eaux de surface et les eaux souterraines (*pollution*).

Le choix est fait de ne pas s'intéresser aux effets sur l'atmosphère trop diffus et aux conséquences difficilement quantifiables. Les cibles potentielles analysées sont donc :

- les cibles à impact potentiel sur l'eau par ruissellement superficiel,
- les cibles à impact potentiel sur l'eau par pénétration dans le sol
- les espaces naturels protégés ou reconnus ("**zones labellisées**").

Les produits gazeux ne sont susceptibles de polluer ni les sols ni les eaux, leurs effets ne seront donc pas examinés dans le cadre de cette analyse environnementale.

Les produits liquides peuvent, en fonction de leur nature, entraîner une pollution du sol et/ou des eaux de surface et/ou des eaux souterraines. La gravité potentielle sera dans ces cas là fonction des éléments suivants : nature du produit, volume du produit "relâché", nature des terrains, distance à la cible, nature de la cible.

1 - INTRODUCTION

L'objet de la présente méthode est de s'assurer que des mesures adaptées sont ou seront mises en œuvre en cas de d'impacts potentiels sur les enjeux particuliers en termes d'environnement (« enjeux environnementaux » ou « enjeux » dans la suite du texte) dans le cas du transport de produits liquides.

2 DONNEES PREALABLES NECESSAIRES

A - Une "**cartographie des enjeux**" traversés par la canalisation ou situés à proximité de celle-ci et répartis en trois grandes "catégories" :

- enjeux à impact potentiel sur l'eau par ruissellement superficiel : rivières, lacs,
(NB : les rivières et lacs traversés font déjà partie de l'inventaire des points singuliers réalisés en amont de l'étude de sécurité),
- enjeux à impact potentiel sur l'eau par pénétration dans le sol : captages, nappes souterraines, ...,
- les "espaces naturels protégés ou reconnus"¹ ("**zones labellisées**") : Natura 2000, zones soumises à arrêté de biotope, parcs nationaux, régionaux, ...

Les données à acquérir dans cette cartographie concernent :

- . les distances par rapport aux captages, la profondeur des nappes, ...,
- . la "taille" des zones labellisées : surface, périmètre,
- . la situation des dites zones labellisées par rapport à la canalisation.

¹ au sens du guide ATEN-GESIP "Interventions sur les canalisations de transport dans les espaces naturels protégés ou reconnus"

Périmètre initial d'étude :

Milieux	
Zones terrestres	Zone terrestre et enjeux associés à moins de 500 m d'un point de fuite
Eaux de surface	Eau de surface à moins de 500 m d'un point de fuite
	Enjeux « zones labellisées » ou captages de surface à moins de : <ul style="list-style-type: none"> ▪ 20 km en aval si rivière ▪ 20 km en aval et en amont si estuaire/canal ▪ 20 km de rayon si côte
Eaux souterraines	Nappes à moins de 50 m de profondeur par rapport au niveau de la canalisation
Eaux souterraines via pollutions des eaux de surface	Nappe connectée à l'eau de surface à moins de 20 km d'un point de fuite
Captages publics d'alimentation en eau potable (AEP) ou alimentaire ² (2)	Fuite susceptible de toucher le périmètre de protection éloigné

Il est utile de repérer sur un relevé du profil en long de la canalisation la situation :

- . des rivières et lacs traversés,
- . des espaces naturels protégés ou reconnus traversés,

pour travailler sur les écoulements (*quel volume, dans quelle direction, ...*).

B - Des données relatives au volume relâché

Le calcul du volume relâché utilise le profil en long de l'ouvrage, et nécessite une évaluation du débit à la brèche intégrant les données relatives à la dynamique de l'évènement :

- . durée nécessaire à la détection de l'évènement,
- . temps d'arrêt des pompes,
- . temps de fermeture des vannes.

Le débit à la brèche s'obtiendra en prenant en compte :

- . la quantité délivrée par les pompes, jusqu'à ce qu'elles s'arrêtent,
- . la quantité résultant de la vidange de la canalisation (*effet de siphon*).

NB : le raisonnement sur les tailles de brèches à retenir sera cohérent avec celui mené dans l'analyse des risques pour les personnes (*effets thermiques, surpression, toxiques*) de la canalisation, à savoir :

- . retenir les brèches de 12 mm et de 70 mm,
- . retenir la rupture complète là où cela a été justifié.

C - Des données relatives à la topographie du terrain, ainsi que des données géologiques et hydro-géologiques (voir annexe 1) potentiellement utiles pour affiner le calcul de la gravité environnementale dans une éventuelle démarche itérative (ordinogramme ci-après) :

- la nature du milieu
 - . quelques caractéristiques telles que perméabilité, vitesse de transfert, ...,
 - . l'épaisseur et la perméabilité des premiers mètres de terrain le long du tracé pour caractériser la vitesse d'infiltration, et évaluer le temps d'atteinte de l'enjeu,
- les données à établir permettront d'estimer :
 - . les temps de transfert,
 - . (*dans toute la mesure du possible*) l'orientation des transferts,
 - . les quantités transférées vers les enjeux ("*volume d'atteinte*"),
 - . celles retenues dans le sol, ou en surface de par le transfert.

² Les captages AEP font partie des captages à "usage sensible", famille dans laquelle sont référencés (*selon la nomenclature mise en œuvre dans la base de données Infoterre du BRGM*) : captage AEP, eau collective, eau individuelle, eau domestique, et eau agricole pour cheptel ou irrigation. La base de données Infoterre permet d'obtenir l'implantation et les caractéristiques de ces captages

3 - PRINCIPES DE LA METHODE

A - Considérer les **phénomènes dangereux possibles** en fonction des trois "catégories d'enjeux" :

- eaux de surface,
- eaux souterraines,
- espaces naturels protégés ou reconnus.

Chacun de ces phénomènes dangereux est envisagé de façon séparée. A noter néanmoins qu'un même point de la canalisation peut donner lieu à l'occurrence d'un ou de plusieurs phénomènes dangereux.

L'agrégation de phénomènes dangereux n'est pas retenue.

B - Identifier, à partir des données préalables rassemblées, les **enjeux susceptibles d'être atteints** :

- de façon directe (*atteinte immédiate de l'enjeu en cas de fuite de la canalisation*),
- de façon indirecte (*par une voie de transfert et donc un après un certain temps de transfert*) par l'écoulement du produit.

Si nécessaire, une évaluation du temps d'atteinte de l'enjeu peut-être réalisée (*pour les enjeux indirects en particulier*).

C - **Volume à considérer**

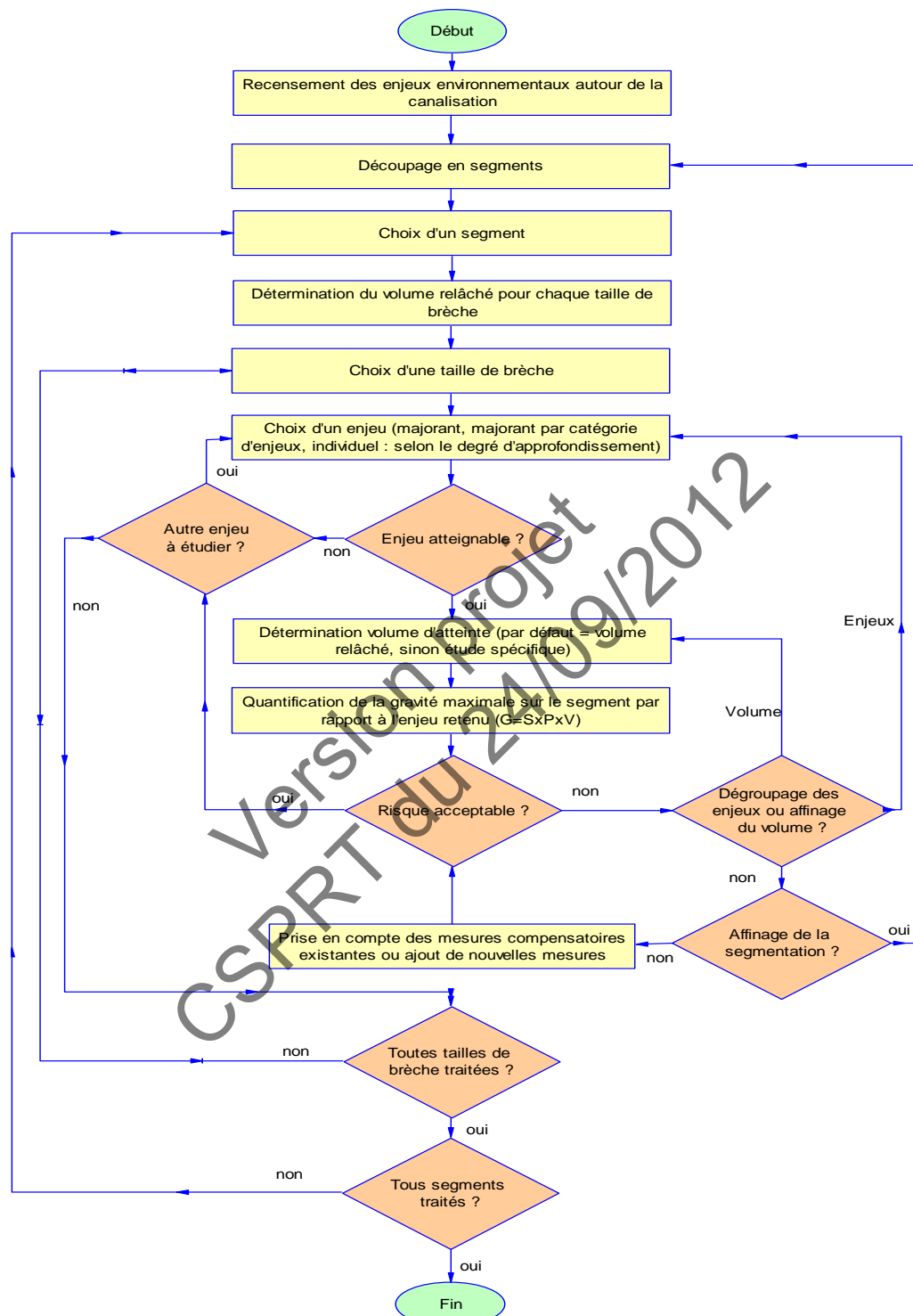
La méthode nécessite de disposer, au point de départ, d'une évaluation du volume relâché (*volume émis à la brèche, calculé selon les indications du § 2-B*).

Le volume d'atteinte de l'enjeu est égal au volume relâché duquel est déduit le volume perdu par "transfert", dont l'évaluation peut-être faite sur la base des données figurant au § 2-C.

Dans le cadre d'une démarche itérative, il est possible dans un premier temps de considérer que le volume d'atteinte est égal au volume relâché, et d'affiner ensuite en fonction des caractéristiques du terrain.

D - Méthode

ORDINOGRAMME



1ère étape – Identification des enjeux – voir § 2- A

2ème étape – Découpage en segments

L'ouvrage peut-être découpé en "segments homogènes" définis de façon à prendre en compte les spécificités de l'ouvrage et de l'environnement (*y compris la topographie, la géologie et l'hydrogéologie*).

Ce découpage permettra en particulier de regrouper les longueurs de canalisations non concernées par des enjeux (*absence ou impossibilité d'atteinte*) afin de limiter le nombre de segments nécessitant une analyse plus fine selon la méthode retenue.

Pour un segment donné, le risque sera évalué sur le point le plus défavorable en termes de gravité (*qui se traduit principalement par un volume d'atteinte maximal sur le segment pour un enjeu donné*).

Le nombre de segments dépend de la précision recherchée pour l'évaluation des risques.

Le processus de découpage en segments peut-être conduit de façon itérative afin d'affiner la précision de l'analyse là où les enjeux sont importants.

Le long du tracé de la canalisation, procéder par segment homogène au rassemblement des données concernant :

- . les sources (*volume relâché*),
- . les voies de transfert (*caractéristiques géologiques – voir annexe I*),
- . les enjeux.

Cette étape permet en particulier d'identifier :

- . les zones sans enjeux,
- . les zones "étanches", celles où la fuite est confinée localement,
- . les zones à transfert rapide,
- . les enjeux à impact potentiel élevé.

3^{ème} étape – Evaluation de la gravité environnementale (G_{env}) en utilisant la formule suivante (*les valeurs des coefficients sont celles de l'annexe II*)

$$G_{env} = S \times P \times V \times M$$

G_{env} dans laquelle :

S = caractérise la sensibilité environnementale de l'enjeu

P = tient compte de la toxicité du produit

V = caractérise l'impact lié à la quantité potentiellement rejetée ou susceptible d'atteindre l'enjeu

M = tient compte de la "mobilité" du produit

L'évaluation est à faire

- . taille de brèche par taille de brèche,
- . enjeu par enjeu pris individuellement.

Néanmoins, concernant les enjeux, il est possible de les traiter de façon "groupée" globalement ou par catégorie d'enjeux, en retenant l'enjeu majorant (*en termes de sensibilité environnementale de l'enjeu et de volume atteignable*).

Par rapport à tous les enjeux représentés dans le "groupe", il est nécessaire de considérer le "couple" :

- . sensibilité maximale,
- . volume maximal.

A noter que le volume maximal n'est pas nécessairement associé à l'enjeu le plus sensible.

De façon itérative, il est possible de "dégrouper" (= *de revenir à un traitement enjeu par enjeu*) pour affiner la démarche.

Trois classes de gravité environnementale sont définies :

Classe 0 : $G_{env} < 2500$

Classe 1 : $2500 < G_{env} < 12500$

Classe 2 : $12500 < G_{env}$

4^{ème} étape – Détermination des mesures nécessaires en fonction de la classe de gravité environnementale

Ces mesures sont soit existantes, soit à mettre en œuvre, et sont de deux types :

- . prévention,
- . intervention.

Elles sont classées en deux niveaux d'efficacité (*un tableau est donné en annexe III*).

Pour une classe de gravité 0, aucune mesure n'est nécessaire.

Pour une classe de gravité 1, une mesure de niveau 1 est nécessaire.

Pour une classe de gravité 2, une mesure de niveau 2 ou une combinaison de deux mesures de niveau 1 est nécessaire.

Cas particulier dû au facteur de risque "travaux de tiers à proximité" (*moyenne brèche*) en milieu rural
Dans le cas de travaux de tiers en zone rurale, le risque d'agression est réduit. Pour prendre en compte cette réalité le niveau de mesure nécessaire pour le phénomène dangereux de brèche moyenne sera celui qui correspond à la classe de gravité inférieure.

Les mesures de préventions sont celles déterminées à l'issue des analyses de risques concernant les phénomènes dangereux d'incendie, d'explosion, éventuellement complétées et/ou renforcées.

Une mesure d'intervention ne peut être que de niveau 1. Sa mise en œuvre est à prévoir pour les atteintes "indirectes" des enjeux, et en cohérence avec la cinétique, notamment si le temps d'atteinte de l'enjeu est long.

4 - ANNEXES

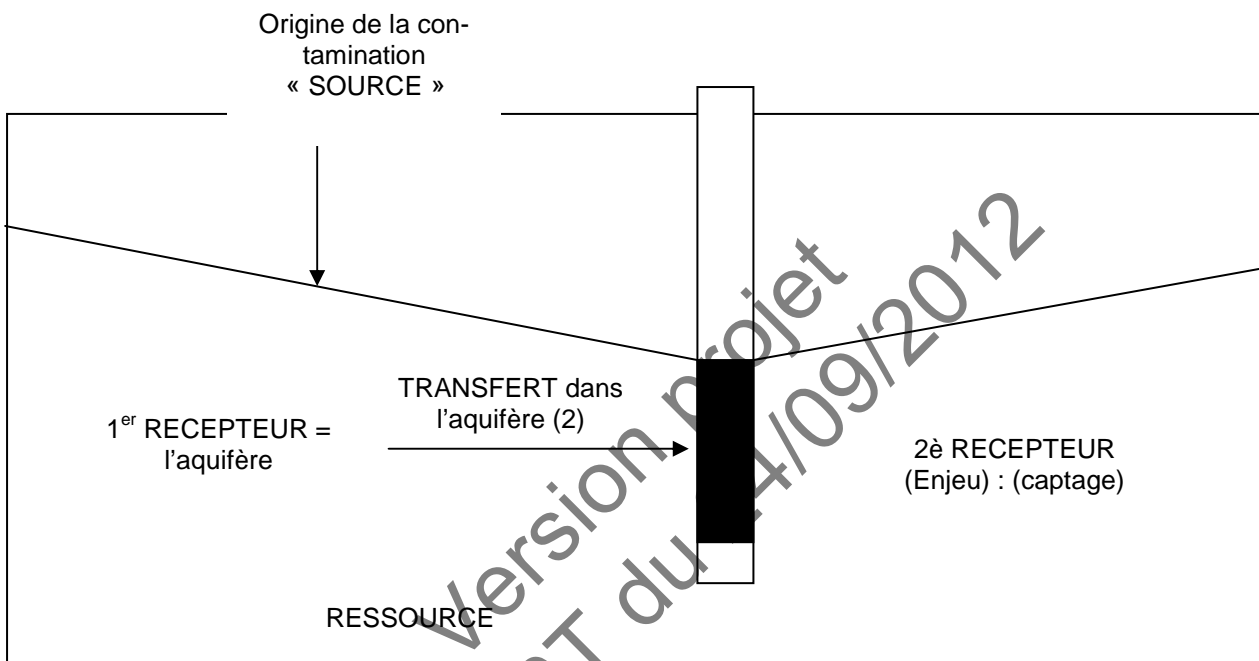
- I - Evaluation de la pollution des eaux souterraines et des captages : informations générales
- II - Tableaux des facteurs à considérer pour la cotation de la gravité de l'impact environnemental
- III - Niveaux des mesures pour le risque environnemental
- IV - Sources bibliographiques

Annexe I

EVALUATION DE LA POLLUTION DES EAUX SOUTERRAINES ET DES CAPTAGES INFORMATIONS GENERALES

Le risque de contamination d'une masse d'eau souterraine à partir d'une fuite superficielle ou enterrée dépend :

- de l'épaisseur et de la nature des couches de terrain traversées au dessus du premier récepteur qu'est l'aquifère (1). Ces données (*épaisseur, nature des couches de terrain*) conditionnent, le temps de transfert et le niveau de concentration atteint dans l'aquifère.
- des caractéristiques de l'aquifère lui-même : nature de l'aquifère, perméabilité, caractéristiques de l'écoulement de la nappe, paramètres influant sur la vitesse de transfert des eaux souterraines et la capacité de filtration du milieu.



Le transfert vertical des polluants vers la nappe peut être caractérisé de façon simplifiée en trois classes de vulnérabilité, par la perméabilité du milieu non saturé au droit de la fuite (*voir tableau ci-dessous*).

(1) Aquifère : corps (*couche, massif*) de roches perméables comportant une zone saturée – ensemble du milieu solide et de l'eau contenue – suffisamment conducteur d'eau souterraine pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe souterraine et le captage de quantités d'eau appréciables. Un aquifère peut comporter une zone non saturée.

(2) Il s'agit du transfert réparti entre la zone non saturée si elle existe et la zone saturée.

Lithologie	Perméabilité de la zone non saturée (m/s)	Vulnérabilité
Karst et calcaires très fissurés		Forte à très forte
Galets, graviers, sables grossiers et moyens	$>10^{-4}$	Forte à très forte
Sables fins à silteux, silts, sables et argiles, calcaires (non karstifiés)	10^{-4} à 10^{-8}	Moyenne à faible
Limons, silts argileux et argiles	$<10^{-8}$	Faible à très faible

Le degré de sensibilité des points d'eau (*vulnérabilité des captages*) peut être établi en fonction des classes de "perméabilité" de l'aquifère et de la "distance". Ces informations intègrent la notion de temps que mettra la pollution à atteindre le point de captage (*voir tableau ci-après*).

Lithologie	Perméabilité de l'aquifère (m/s)	Vitesse de transfert (m/jour)	Sensibilité des captages
Karst et calcaires très fissurés	>10	>10 m/j	Forte à très forte
Milieu fissuré (<i>craie, granite, ...</i>) Alluvions grossières, galets, graviers gros et moyens	de 10^{-1} à 10^{-4}	5 à 10 m/j	Forte à très forte
Sables grossiers et graviers	de 10^{-4} à 10^{-7}	1 à 5 m/j	Moyenne à faible
Sables fins et très fins, sables argileux, calcaires non fissurés	< 10^{-7}	<1 m/j	Faible à très faible

Remarque : les valeurs ci-dessus concernant la perméabilité de la zone non saturée et la perméabilité de l'aquifère sont données à titre d'information, leur utilisation n'est pas intégrée dans la méthode.

Elles sont susceptibles d'être utilisées dans le cadre d'une évaluation plus fine des volumes atteignant les enjeux (*à noter, par ailleurs, que d'autres paramètres seraient susceptibles d'être pris en considération dans une telle évaluation : solubilité de l'hydrocarbure dans l'eau de la nappe, par exemple, densité de l'hydrocarbure, ...*).

Version projet
CSPRT du 24/09/2012

Annexe II

FACTEURS A CONSIDERER POUR LA COTATION DE LA GRAVITE DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Facteur S

Ce coefficient caractérise la sensibilité environnementale de l'enjeu.

Facteur S : zone de sensibilités écologiques particulières atteignables	S (1)
Si pas de zone sensible ou captage atteignable	0
Atteinte de la nappe souterraine	25
A. Zones de type A (<i>faune/flore</i>)	25
Atteinte d'eaux de surface dont littoral maritime	50
B. Zones de type B (<i>faune/flore</i>)	50
Captages d'eaux potables ou brutes pour eau potable (<i>souterraine ou surface</i>)	75
C. Zones de type C (<i>faune/flore</i>) voire espèces menacées – risque d'extinction par pollution/intervention	100

Définition des « types de zones » A, B, C :

La définition et la hiérarchisation des zones en trois catégories utilisent les méthodes de classification proposées par l'UICN (*Union Internationale pour la Conservation de la Nature*), méthodes décrites plus particulièrement dans deux documents :

- « Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires protégées ». Y sont définies des catégories d'aires protégées (6 en tout), associées à une "hiérarchisation" des aires de gestion (voir figure 1 page 29),
- « Les espaces protégés français, une diversité d'entités au service de la protection de la biodiversité », dans lequel on trouve des correspondances entre les "espaces protégés français" et les catégories de l'UICN.

(1) Remarque : les seuils définis restent à tester, leurs valeurs ne sont donc pas nécessairement définitives à ce stade.

Les types d'espaces protégés français, mis en correspondance avec les catégories définies par l'UICN, sont regroupés en trois familles en utilisant la hiérarchisation proposée par l'UICN, pour aboutir au tableau suivant :

Zone A (UICN V et VI)	<ul style="list-style-type: none"> - Parc naturel national – zone d'adhésion - Parc naturel régional - Site Natura 2000³ - RAMSAR - Espace naturel sensible - Espaces de conservatoires régionaux - Espaces boisés classés
Zone B (UICN IV)	<ul style="list-style-type: none"> - Parc naturel marin - Réserve nationale de chasse et de faune sauvage - Réserve naturelle nationale, hors réserve forestière et géologique - Zone à protection de biotope - Réserve biologique dirigée - ZNIEFF de type 2

³ Les parties des sites Natura 2000 faisant l'objet d'une autre classification doivent être classées selon la zone la plus contraignante

Zone C (UICN I, II et III)	<ul style="list-style-type: none"> - Réserve forestière nationale / forêt de protection - Parc naturel national – zone cœur et/ou réserve intégrale - Réserve biologique intégrale - ZNIEFF de type 1 - Réserve de biosphère - Réserve naturelle géologique - ZICO - Site inscrit - Site classé
-------------------------------	--

A noter que ce classement est susceptible d'évoluer au cours de la mise en œuvre de la méthode en particulier lors des échanges entre transporteur et gestionnaire des espaces protégés.

Facteur P

Ce coefficient permet de tenir compte de la toxicité du produit :

Facteur P : impact « toxicité et nocivité sur l'environnement »	P
R50 - R50/53 ou mentions de danger H400 et H410	20
R51 - R51/53 - R54 - R55 - R56 ou mention de danger H411	10
R52 - R53 – R52/53 – R57 – R58 ou mentions de danger H412 et H413	5
Pas de phase R	1

Facteur V

Ce coefficient caractérise l'impact lié à la quantité potentiellement rejetée, ou susceptible d'atteindre l'enjeu.

Facteur V – Volume de produit atteignant l'enjeu	V
E. $Q \leq 1 \text{ m}^3$	1
F. $1 \text{ m}^3 < Q \leq 10 \text{ m}^3$	5
G. $10 \text{ m}^3 < Q \leq 100 \text{ m}^3$	10
H. $100 \text{ m}^3 < Q \leq 1.000 \text{ m}^3$	25
I. $Q > 1.000 \text{ m}^3$	100

Dans le cas où l'hypothèse retenue est "volume d'atteinte de l'enjeu = volume rejeté", et que l'enjeu est atteint de façon "indirecte", il est possible de corriger le facteur V par le facteur M, permettant de tenir compte de la mobilité du produit.

Facteur M

L'utilisation de M étant différenciée suivant que l'on traite :

- . d'un impact superficiel,
- . d'une pénétration dans le sol (*vers une nappe*).

Facteur M : impact « caractéristique du produit » (mobilité)	Impact surface	Pénétration pour nappe
A. Produit lourd (brut lourd/bitume/fuel)	1	0.3
B. Produit « moyen » (la plupart de bruts)	0.6	0.5
C. Huile légère (gasoil/FOD/bruts légers)	0.5	0.6
D. Huile très légère (essence/naphta/jet) – produits chimiques usuels de faible viscosité (organiques ou en phase aqueuse)	0.3	1

Annexe III

NIVEAUX DES MESURES POUR LE RISQUE ENVIRONNEMENTAL

Mesures de niveau 1 :

Mesures de prévention

- information ou sensibilisation, convention avec gestionnaire d'espace protégé
- surveillance renforcée (> 1x / semaine)
- balisage renforcé
- surprofondeur > 1,5 m et ≤ 3 m (*brèche moyenne*)

Mesures de "mitigation" ou d'intervention limitant ou stoppant le transfert. Selon les phénomènes dangereux identifiés, ces mesures seront une succession de mesures telles que :

- détection de fuite : balance de ligne, racleur détecteur, ...
- barrages
- moyens d'intervention contractualisés
- conventions d'intervention avec le gestionnaire
- exercices renforcés

Cette succession de mesures doit être en cohérence avec le phénomène dangereux de transfert.

Mesures de niveau 2 :

Mesures de prévention

- surveillance renforcée journalière
- passage racleur instrumenté (*à détailler*)
- protections physiques (*dalles, ...*)
- surprofondeur > 3 m (*brèche moyenne*)

Voir tableaux détaillés ci-après : classement des mesures compensatoires par catégorie (1 ou 2) pour le risque environnemental.

1 Facteur de risque "travaux de tiers"

Profondeur d'enfouissement (m)	Catégorie E
> 1,5	1
> 3	2

N°	Mesures compensatoires	Catégorie E
1	Epaisseur tube supérieure > épaisseur "travaux de tiers" (11 à 15 mm)	2
	Epaisseur tube > épaisseur "limite fuite/rupture"	1
2	Bande de servitude grillagée avec indication de la canalisation	2
3	Protection mécanique de la canalisation par :	
	Dalle béton armée ou fibrée avec grillage avertisseur ou signalétique intégrée	2
	dalle béton non armée/fibrée mais avec grillage avertisseur	2
	dalle béton armée/fibrée mais sans grillage avertisseur	2
	dalle béton non armée/fibrée et sans grillage avertisseur	1
	plaque acier avec grillage avertisseur	2
	plaque acier sans grillage avertisseur	2
	plaque PE d'épaisseur supérieure à 12 mm avec grillage avertisseur ou signalétique intégrée	2
	demi-coquille armée/fibrée et avec grillage avertisseur	2
	demi-coquille armée/fibrée mais sans grillage avertisseur	2
demi-coquille non armée/fibrée et sans grillage avertisseur	1	
4	gaine ou enrobage béton	2
	grillage continu à haute résistance mécanique signalétique intégrée	2
4	Marquage renforcé (<i>bornes, balises, plaques au sol, ...</i>)	1
	Marquage continu au sol seul	2

N°	Mesures compensatoires	Catégorie E
5	Marquage par dispositif avertisseur enterré seul (<i>grillage</i>)	0
6	Surveillance renforcée (<i>nb passages mensuels pour détection des chantiers non déclarés</i>) Surveillance permanente (<i>caméra, ...</i>)	1 si par semaine 2 si journalier
7	Information des propriétaires concernés et du gestionnaire s'il existe Convention avec le gestionnaire de l'espace (si géré)	1 2
8	Merlon de terre (<i>en fonction de la hauteur de couverture résultante – voir tableau définissant C_{prof}</i>)	1 si > 1,5m 2 si > 3m

2 Facteur de risque "corrosion"

2.1 Facteur de risque corrosion externe

N°	Mesures compensatoires	Catégorie E
1	Programme de contrôle de la qualité de la PC (<i>mesures périodiques, analyses détaillées annuelle et triennale</i>)	1
2	Télésurveillance de la protection cathodique (<i>postes de soutirage et de drainage</i>) ou surveillance a minima hebdomadaire	1
3	Inspection : par campagne de mesures électriques de surface (MES) et fouilles associées - fréquence selon le § 6.4 du tome I du guide GESIP 2007/04 "surveillance, maintenance, inspection et réparations"	2

2.2 Facteur de risque corrosion interne

N°	Mesures compensatoires	Catégorie E
4	Passage d'un racleur de nettoyage (<i>eau, dépôts, ...</i>) plus inhibiteur de corrosion (<i>s'il s'avère utile et nécessaire</i>) selon fréquence adaptée au produit transporté	1

2.3 Facteur de risque corrosion interne et externe

N°	Mesures compensatoires	Catégorie E
5	Inspection par racleurs instrumentés: fréquence en application du paragraphe 6.4 traitant à la fois la corrosion interne et externe	2

3 Facteur de risque "construction, défaut matériau"

N°	Mesures compensatoires	Catégorie E
1	Fabrication des tubes : - qualification des fournisseurs avec contrôle de l'appareil de production - cahier des charges plus sévère que les normes de fabrication, et mis à jour du retour d'expérience et de l'évolution de la technique	1
2	Construction : contrôle non destructif à 100 % des soudures par procédé autre que visuel avec contrôle du revêtement des joints de chantier et de la qualité des entrées/sorties de sol et injection systématique des gaines avec matériau neutre	2
3	Post-Construction : point zéro avec racleur instrumenté ou MES plus excavations après la pose	2

4 remarques complémentaires

D'autres mesures compensatoires peuvent être mises en œuvre, mais elles ne sont pas classées à ce stade en catégorie 1 ou 2. Les révisions du guide permettront de les introduire progressivement dans les tableaux des § 2.1 à 2.3. Il s'agit notamment des systèmes de détection suivants :

	Travaux de tiers	Corrosion	Causes naturelles	Catégorie E
Fibres optiques	X		X	non connu à ce jour
Système de détection de fuite (et de choc) ?	X	X	X	non connue (1)
Détection des mouvements de sol, des travaux illégaux, ou de l'intrusion de tiers	X		X	non connu à ce jour

- (1) Référence est faite à des systèmes de détection de fuites et éventuellement de chocs "élaborés" nécessitant des études et des investissements spécifiques : fibre optique, câbles détecteurs d'hydrocarbures, utilisation de modèles calculatoires de la canalisation, ..., combinaison de plusieurs méthodes.

Version projet
CSPRT du 24/09/2012

Annexe IV

SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

- « Pollutions accidentelles routières et autoroutières »
J.C. Martin et J.C. Roux – Ed. BRGM
- « Pipelines Risk Management Manual »
K. Muhlbauer (chapitre 7, en particulier)
- API 353 « Managing Systems Integrity of Terminal and Tank Facilities – Managing the Risk of Liquid Petroleum Releases »
- API 4700 «Primer for evaluating ecological Risk at Petroleum Release Sites»
- API 1628 «A Guide to the Assessment and Remediation of underground Petroleum Releases»
- API 581 Risk Based Inspection Technology
- Sétra – note d'information « Méthode de hiérarchisation de la vulnérabilité de la ressource en eau » décembre 2007
- UICN « Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires protégées » édité par Nigel Dudley – 2008
- UICN Comité Français – « Espaces protégés français, une diversité d'artistes au service de la protection de la biodiversité » UICN Paris - 2008

Version projet
CSPRT du 24/09/2012