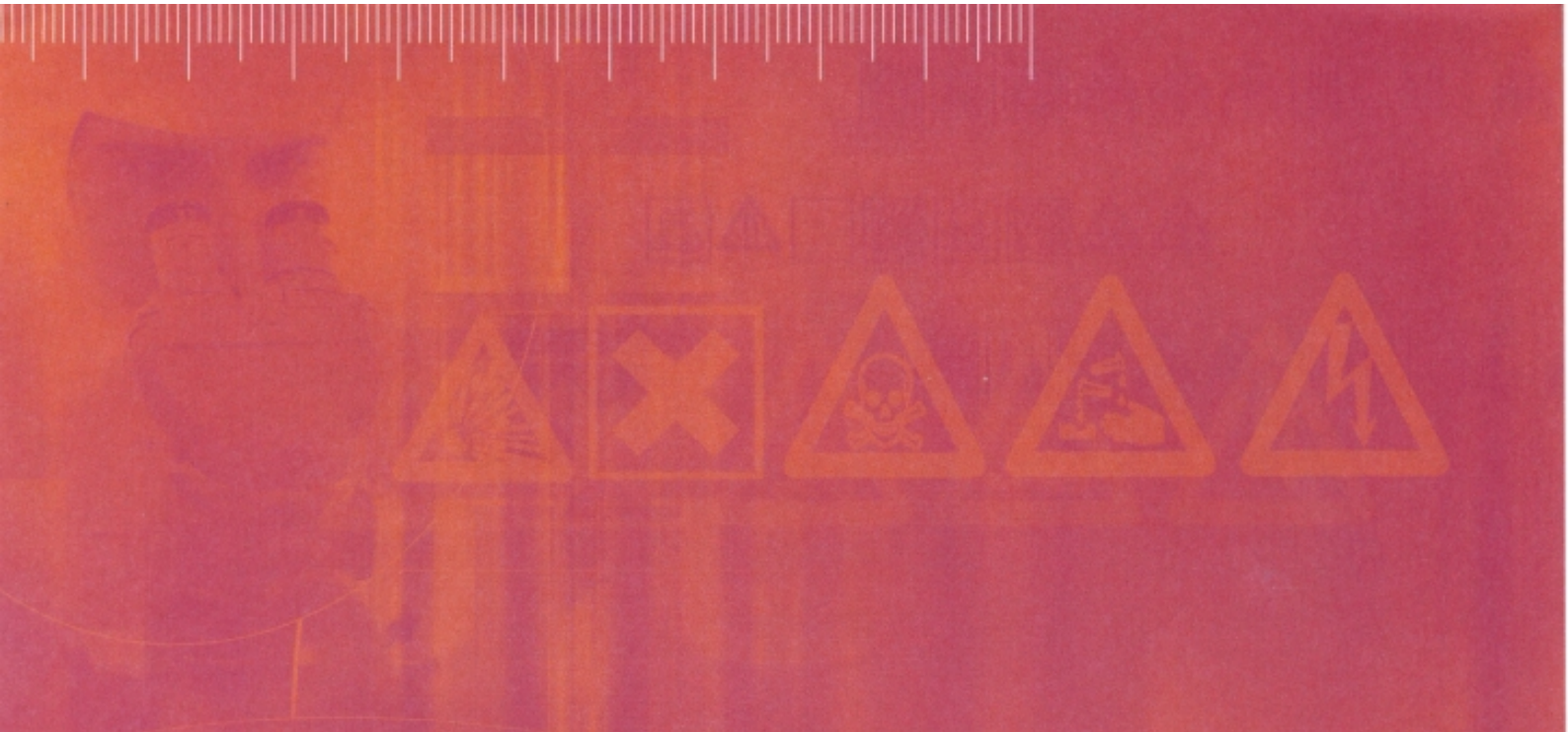




RAPPORT D'ÉTUDE

11/05/2015

INERIS-DRA-14-141532-12925A

**Méthode d'estimation de la gravité des
conséquences environnementales d'un accident
industriel**

Version 1

INERIS

maîtriser le risque |
pour un développement durable |

Méthode d'estimation de la gravité des conséquences environnementales d'un accident industriel

Version 1

INERIS

Personnes ayant participé à l'élaboration de la méthode :

Souhila KRIBI, Eric THYBAUD

PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	Rédaction	Relecture	Vérification		Approbation
NOM	Christophe DUVAL	Valérie DE-DIANOUS	Frédéric MERLIER	Guillaume CHANTELAUVE	Sylvain CHAUMETTE
Qualité	Ingénieur à l'Unité DIAG Direction des Risques Accidentels	Responsable du programme DRA71 Direction des Risques Accidentels	Responsable de l'Unité DIAG Direction des Risques Accidentels	Délégué Appui technique Direction des Risques Accidentels	Responsable du Pôle AGIR Direction des Risques Accidentels
Visa					

TABLE DES MATIÈRES

1. AVANT-PROPOS	5
1.1 Objectif et cadre d'utilisation de la méthode	5
1.2 Contexte d'élaboration de la méthode.....	5
2. INTRODUCTION	7
2.1 Prévenir les conséquences environnementales d'un accident industriel	7
2.2 Définir les conséquences environnementales et les critères permettant de déterminer un score de gravité.....	7
2.2.1 Atteinte aux écosystèmes.....	8
2.2.2 Dégradation des ressources naturelles	8
2.2.3 Difficultés dans la prévision des conséquences environnementales	9
2.3 Architecture générale de la méthode.....	9
2.3.1 Identification des scénarios d'accidents potentiels	10
2.3.2 Cotation en gravité des conséquences environnementales.....	10
2.3.3 Structure du document	10
3. IDENTIFICATION DES SCENARIOS D'ACCIDENTS POTENTIELS.....	11
3.1 Démarche générale.....	11
3.2 Analyse intra-site.....	11
3.2.1 Résultat attendu.....	11
3.2.2 Substances à considérer	12
3.2.3 Evènements redoutés à considérer	13
3.2.4 Transferts à considérer sur le site.....	14
3.2.5 Recommandations pratiques pour la conduite de l'analyse intra-site	15
3.3 Analyse extra-site.....	17
3.3.1 Résultat attendu et principe retenu	17
3.3.2 Transferts à considérer à l'extérieur du site	18
3.3.2.1 Rejets en phase liquide	18
3.3.2.2 Rejets en phase gazeuse	20
3.3.3 Enjeux à considérer	21
3.3.3.1 Ecosystèmes	21
3.3.3.2 Ressources naturelles	22

4. COTATION EN GRAVITE DES CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES	23
4.1 Démarche générale	23
4.2 Définition de scénarios représentatifs pour l'analyse quantitative	24
4.3 Scénarios impactant des écosystèmes	24
4.3.1 Score de dangerosité SD_E	24
4.3.1.1 Rejet dans une eau de surface	24
4.3.1.2 Dispersion toxique de gaz	26
4.3.2 Score d'importance environnementale SI_E	27
4.4 Scénarios impactant des ressources naturelles	27
4.4.1 Score de dangerosité SD_R	27
4.4.1.1 Rejet dans une eau de surface	27
4.4.1.2 Infiltration vers une eau souterraine	28
4.4.1.3 Retombées atmosphériques sur un sol à proximité	28
4.4.2 Score d'importance environnementale SI_R	29
4.5 Scores de gravité environnementale	30
5. PERSPECTIVES D'INTEGRATION DU SCORE DE GRAVITE ENVIRONNEMENTALE DANS UNE DEMARCHE DE PREVENTION DES RISQUES	31
5.1 Démarche de type A	32
5.2 Démarche de type B	33
5.3 Démarche de type C	34
6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	35
7. LISTE DES ANNEXES	37

1. AVANT-PROPOS

1.1 OBJECTIF ET CADRE D'UTILISATION DE LA METHODE

L'objectif de la méthode décrite dans ce document est d'estimer de manière simplifiée la gravité d'une pollution accidentelle qui résulterait d'un accident sur des installations industrielles. Il ne s'agit pas de l'estimation précise du risque environnemental consécutif à un accident industriel passé mais de la production d'un score reflétant a priori la gravité environnementale d'un accident potentiel. De même, la méthode proposée n'est pas adaptée à des rejets industriels chroniques.

Le score de gravité environnementale obtenu a pour vocation d'alimenter les rapports de sécurité produits par les exploitants, en complément des analyses déjà réalisées concernant les risques aux personnes. Des perspectives sont données en fin de document quant aux différentes utilisations possibles de ce score dans une démarche de prévention des accidents majeurs sur un site industriel. Néanmoins, ce rapport ne rentre pas dans le détail des démarches et n'aborde donc pas les questions relatives à l'estimation de la probabilité, la performance des barrières de sécurité mises en place ou encore l'acceptabilité.

Au-delà du score de gravité environnementale obtenu, la méthode produit certains résultats intermédiaires qualitatifs importants pour la connaissance des risques au sein d'un site industriel, pouvant être mis à profit, par exemple, dans le cadre de la gestion de l'urgence.

1.2 CONTEXTE D'ELABORATION DE LA METHODE

L'élaboration de cette méthode est une opération à l'initiative de l'INERIS dont il est fait mention dans le contrat d'objectifs 2011-2015. Il ne s'agit pas d'un outil réglementaire mais d'une méthode mise à disposition des exploitants industriels pour les accompagner dans leur démarche de prévention des risques.

En 2014, l'avis d'organismes externes a été recueilli sur une version préliminaire de cette méthode. Les organismes qui ont été consultés sont :

- l'Institut National Néerlandais pour la Santé Publique et l'Environnement (RIVM) ;
- la Fédération Française des Sociétés d'Assurances (FFSA) ;
- le groupement français de co-réassurance ASSURPOL ;
- le Muséum National d'Histoire Naturelle.

Les différents commentaires reçus lors de ces différents échanges ont contribué à faire évoluer la méthode, afin d'aboutir à cette première version. La mise en pratique de cette méthode ainsi que de nouveaux échanges sont prévus pour apporter, si nécessaire, des compléments et des améliorations dans une version ultérieure.

2. INTRODUCTION

2.1 PREVENIR LES CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES D'UN ACCIDENT INDUSTRIEL

Les conséquences d'un accident industriel peuvent notamment se traduire en termes de victimes, de pertes économiques et d'atteintes à l'environnement. Sur le plan accidentologique, dans une analyse statistique réalisée par le BARPI sur plus de 20 000 accidents répertoriés dans la base ARIA¹, près d'un tiers présentent des conséquences environnementales. Sur le plan législatif, pour les sites industriels à risques, la Directive Européenne Seveso [1], demande la prise en compte dans la démarche de prévention des risques majeurs des conséquences sur l'environnement au même titre que celles sur la santé humaine. Par ailleurs, dans le Code de l'Environnement [2], la législation sur les installations classées intègre pleinement l'environnement parmi les enjeux à considérer autour des activités industrielles. Enfin, sur le plan réglementaire, en réponse aux pollutions accidentelles d'Ambès en 2007 et de Donges en 2008 le Ministère chargé du Développement Durable a lancé le plan de modernisation des installations classées qui intègre la dimension environnementale.

En revanche, dans les études de dangers des installations classées, la démarche actuelle de prévention des risques majeurs encadrée par la réglementation française tient compte essentiellement des conséquences sur les enjeux humains lors de l'évaluation approfondie des risques. De manière pratique, les analyses de risques dans le cas d'installations classées ne peuvent pas s'appuyer sur une méthode simple d'estimation de la gravité des conséquences environnementales comme celle développée par le GESIP² [7] pour les canalisations de transport suite à l'accident de La Crau en 2009. La méthode proposée dans ce document s'inscrit donc spécifiquement dans ce contexte de prévention des risques d'accident majeur.

2.2 DEFINIR LES CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES ET LES CRITERES PERMETTANT DE DETERMINER UN SCORE DE GRAVITE

En introduction de la méthode proposée, il apparaît essentiel de définir précisément les notions visées dans ce document par le terme *conséquences environnementales* car il peut évoquer des notions différentes. En particulier, il est important de se positionner par rapport au cadre fixé par la Directive Européenne sur la responsabilité environnementale [3] qui introduit la notion de *dommages environnementaux*. L'objectif de ce paragraphe est donc de définir, sans ambiguïté, les *conséquences environnementales* telles qu'elles sont considérées dans ce document et également d'expliquer sur quels critères est basée l'importance environnementale donnée aux enjeux associés.

¹ Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles (BARPI). Inventaire 2014 des accidents technologiques.

² Groupe d'Étude de Sécurité des Industries Pétrolières et Chimiques.

Au préalable, il est important de mentionner que les atteintes à l'environnement considérées dans la méthode sont uniquement celles pouvant être directement imputables à un accident industriel donné et dont l'impact est visible sur des enjeux bien identifiés sur le territoire. A titre d'illustration, les rejets accidentels de gaz à effet de serre ne sont pas pris en compte dans la méthode car ils sont responsables d'une détérioration globale et diffuse de l'environnement qui ne peut pas être reliée directement à un accident industriel donné. En revanche, tous les milieux naturels ont été considérés, soit le sol, l'air, les eaux superficielles et souterraines.

Deux notions bien différentes sont comprises dans le terme *conséquences environnementales* et sont explicitées dans les paragraphes suivants :

- l'atteinte aux écosystèmes ;
- la dégradation des ressources naturelles.

2.2.1 ATTEINTE AUX ECOSYSTEMES

Par rapport aux écosystèmes, les atteintes considérées sont celles se traduisant par des dégradations rapides de la faune et flore sauvages peuplant un milieu naturel, une fois la substance présente dans le milieu. Les modifications qualifiées de rapides sont celles intervenant dans un délai maximum de l'ordre d'un an suite à l'arrivée de la substance dans le milieu concerné. A ce titre, les rejets accidentels différés dans un milieu naturel, c'est-à-dire après un temps de transfert potentiellement important à travers un autre milieu naturel ne sont pas écartés si l'impact dans le dernier milieu considéré est immédiat. En revanche, les conséquences à long terme ne sont pas prises en compte.

L'importance environnementale des écosystèmes est considérée sur la base de deux critères suivants :

- la vulnérabilité de l'écosystème ;
- la protection dont fait l'objet l'écosystème au titre de la conservation de la nature.

2.2.2 DEGRADATION DES RESSOURCES NATURELLES

Concernant les ressources naturelles, les dégradations considérées sont celles susceptibles d'entraver l'utilisation des ressources naturelles pour des raisons sanitaires. Cette définition vise en premier lieu l'indisponibilité des ressources alimentaires et notamment en eau potable mais également l'indisponibilité des ressources naturelles utilisées dans le cadre d'activités récréatives.

L'importance environnementale des ressources naturelles est considérée sur la base de trois critères suivants :

- la durée d'indisponibilité de la ressource ;
- les conséquences pratiques de cette indisponibilité sur les utilisateurs de la ressource ;
- le nombre d'utilisateurs impactés.

Deux points importants sont à retenir par rapport à cette définition :

- les conséquences sanitaires sur les usagers des ressources ne sont pas directement utilisées pour établir le score d'importance environnementale associé aux ressources naturelles ;
- l'importance environnementale associée aux ressources naturelles n'est pas le reflet d'un coût financier associé à la perte du service écologique fourni par l'environnement ; en effet, l'approche proposée se veut complémentaire et non pas redondante avec une approche assurantielle classique.

2.2.3 DIFFICULTES DANS LA PREVISION DES CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES

Il est difficile de préfigurer l'évolution d'un système écologique perturbé par le rejet d'une substance chimique. Les transferts possibles entre les différents milieux ne sont pas simples à appréhender et peuvent intervenir avec des cinétiques bien différentes. La dispersion des substances au cours des transferts diminue le caractère polluant en abaissant les concentrations mais augmente par ailleurs les zones impactées. De plus, au cours du transfert, des altérations ou modifications physico-chimiques des substances ont également lieu dans les différents milieux. Enfin, la capacité de l'environnement de revenir à son état initial suite à l'agression considérée est également un paramètre à la fois essentiel et complexe à déterminer a priori.

En pratique, l'évaluation in-situ a posteriori, à partir d'indicateurs facilement observables et représentatifs de l'état du milieu est donc la démarche appropriée pour évaluer l'impact réel sur l'environnement d'un accident industriel.

Dans une démarche de prévention des risques utilisant des scénarios d'accidents potentiels, l'approche proposée est nécessairement prévisionnelle et ne peut pas comprendre de phases de diagnostic. Par ailleurs, le contexte d'utilisation de la méthode implique de considérer des approches simplifiées pour l'estimation du risque. Au-delà des difficultés mentionnées ci-avant, le score obtenu grâce à la méthode décrite dans ce document se veut néanmoins le plus représentatif possible de la gravité des conséquences environnementales.

2.3 ARCHITECTURE GENERALE DE LA METHODE

La méthode est structurée en deux étapes :

- une étape qualitative dont l'objectif est de définir de manière systématique les scénarios d'accidents envisageables sur un site industriel ;
- une étape quantitative dont l'objectif est d'associer un score de gravité environnementale à certains scénarios jugés représentatifs des scénarios issus de l'analyse qualitative.

2.3.1 IDENTIFICATION DES SCENARIOS D'ACCIDENTS POTENTIELS

L'identification des scénarios d'accidents potentiels comprend une phase d'analyse préliminaire des risques au sein du site industriel. La méthode liste les différents éléments importants à prendre en compte au cours de l'analyse de risques et donne des repères sur les substances à considérer et les transferts à étudier préférentiellement. La méthode propose également pour chaque mode de transfert un périmètre forfaitaire basé sur le retour d'expérience permettant de rechercher sur le territoire les enjeux à associer à chaque scénario d'accident.

Le résultat pratique obtenu à l'issue de cette étape qualitative est la liste des scénarios d'accidents potentiels sur le site industriel pouvant engendrer des conséquences environnementales. Chaque scénario est caractérisé par la nature et la quantité de substance relâchée, par un ou plusieurs transferts ainsi que par les enjeux potentiellement impactés.

2.3.2 COTATION EN GRAVITE DES CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES

La cotation en gravité proposée dans le cadre de la méthode se présente sous la forme d'un scoring ne requérant que des données facilement accessibles et ne nécessitant aucune modélisation. Une étape préalable de sélection de scénarios représentatifs est conseillée à partir de la liste de scénarios issus de l'analyse qualitative. Par ailleurs, la cotation en gravité proposée ne s'applique pas à certains scénarios très spécifiques comme la rupture de bassins de rétention d'effluents industriels, l'inondation ou l'incendie.

Le résultat pratique obtenu pour chaque scénario consiste en deux scores de gravité relatifs à l'atteinte aux écosystèmes et à l'atteinte aux ressources naturelles.

2.3.3 STRUCTURE DU DOCUMENT

A la suite du présent chapitre d'introduction, le document est structuré de la manière suivante :

- chapitre 3 : identification des scénarios d'accidents potentiels ;
- chapitre 4 : cotation en gravité des conséquences environnementales ;
- chapitre 5 : perspectives d'intégration du score de gravité environnementale dans une démarche de prévention des risques.

Le chapitre 5 permet au lecteur d'envisager comment les scores de gravité obtenus en appliquant la méthode peuvent être utilisés dans différentes démarches de prévention des risques.

Deux annexes complètent le corps du rapport :

- l'annexe A présente un exemple d'application de la méthode sur un cas fictif ;
- l'annexe B expose des éléments de justification par rapport à certains points de la méthode ; ces points sont référencés dans le corps du rapport par des signets graphiques présents dans la marge et indiquant le numéro auquel se reporter en annexe.

Exemple de signet graphique : 

3. IDENTIFICATION DES SCENARIOS D'ACCIDENTS POTENTIELS

3.1 DEMARCHE GENERALE

La démarche d'identification repose sur deux phases d'analyse à mener consécutivement :

- une analyse dite intra-site dont l'objectif est d'identifier les séquences accidentelles potentielles qui peuvent conduire au rejet d'une substance hors du site industriel ;
- une analyse dite extra-site dont l'objectif est d'identifier les enjeux potentiellement impactés par le rejet considéré.

Pratiquement, il est nécessaire de délimiter au préalable le périmètre de chaque analyse. En surface, la limite correspond classiquement aux limites de propriété du site, idéalement matérialisées par une clôture. En profondeur, au-delà des aspects juridiques liés à la propriété du sous-sol et des eaux souterraines, il est recommandé de considérer comme limite le premier niveau d'eau souterraine. En d'autres termes, l'infiltration au sein de la parcelle du site industriel relève de l'analyse intra-site jusqu'à l'atteinte d'une nappe sous-jacente.

3.2 ANALYSE INTRA-SITE

3.2.1 RESULTAT ATTENDU

Le résultat attendu à l'issue de l'analyse intra-site est une liste des rejets accidentels potentiels. Chaque rejet potentiel doit être défini par les caractéristiques suivantes :

- la nature de la substance rejetée ;
- la phase du rejet ainsi que le volume rejeté ;
- le chemin physique jusqu'au point de rejet et les éventuelles barrières de sécurité présentes sur ce chemin.

Les paragraphes suivants précisent quels sont les événements redoutés, les transferts et les substances à considérer a minima lors de la construction des séquences accidentelles. Le paragraphe 3.2.2 apporte quelques recommandations pratiques pour la conduite de l'analyse intra-site.

3.2.2 SUBSTANCES A CONSIDERER

Les substances à considérer sont listées dans les tableaux 1 à 4 où elles sont regroupées en classes de dangerosité potentielle. La première colonne de chaque tableau précise la hiérarchie entre les différentes classes du tableau.

Les substances sont différentes pour les deux types d'atteintes environnementales et selon que le rejet soit liquide ou gazeux³. Concernant les substances solides, leur mobilité n'est envisagée qu'à travers la convection par un fluide, que ce soit par transport éolien ou hydraulique. Par conséquent, la dangerosité d'une substance solide est à considérer en se rapportant aux rejets en phase gazeuse et liquide.

Dans tous les tableaux, les mentions de danger (Hxxx) sont celles du règlement européen CLP [4].

1-a

Rang	Rejets accidentels en phase liquide
1	Mention de danger H400 : Très toxique pour les organismes aquatiques Mention de danger H410 : Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme
2	Mention de danger H411 : Toxique pour les organismes aquatiques Acides Forts / Bases Fortes / Effluents pH 1 à pH 2
3	Acides Faibles / Bases faibles Matières organiques fermentescibles (rejets à forte DBO)
4	Mention de danger H412 : Nocif pour les organismes aquatiques
5	Substances flottantes Matières en suspension

Tableau 1 : Classes de substances liquides à considérer par rapport à l'atteinte aux écosystèmes

2-a

Rang	Rejets accidentels en phase gazeuse
1	Mention de danger H330 : Mortel par inhalation
2	Mention de danger H331 : Toxique par inhalation

Tableau 2 : Classes de substances gazeuses à considérer par rapport à l'atteinte aux écosystèmes

Concernant l'atteinte aux écosystèmes, les substances sont hiérarchisées sur la base de la dangerosité intrinsèque de la substance uniquement sans tenir compte, à ce stade, de l'exposition. Une substance donnée peut entrer dans plusieurs classes.

³ Les brouillards et les aérosols seront ici assimilés à une phase gazeuse.

1-c

Rang	Rejets accidentels en phase liquide
1	Substances portant une des mentions de danger suivantes : H400, H410, H411, H300, H301, H350, H351, H340, H341, H360, H361 ⁴ ET considérées comme non facilement dégradables ⁵
2	Autres substances portant une des mentions de danger suivantes : H400, H410, H411, H300, H301, H350, H351, H340, H341, H360, H361

Tableau 3 : Classes de substances liquides à considérer par rapport à l'atteinte aux ressources naturelles

2-c

Rang	Rejets accidentels en phase gazeuse
1	Rejets fortement chargés en : ▪ Dioxines (PCDD) ▪ Furanes (PCDF) ▪ PCB de type dioxine (PCB-DL) ▪ Métaux lourds

Tableau 4 : Classes de substances gazeuses à considérer par rapport à l'atteinte aux ressources naturelles

3.2.3 EVENEMENTS REDOUTES A CONSIDERER

L'analyse intra-site repose sur l'identification d'évènements redoutés. Les évènements redoutés à considérer sur un site industriel dans le cadre de l'application de la méthode sont a minima les suivants :

- perte de confinement au niveau d'une capacité de stockage, fixe ou mobile, d'une tuyauterie ;
- action conduisant à l'introduction accidentelle de substances dans les réseaux ;
- dysfonctionnement du système de traitement des effluents liquides ou gazeux.

Les barrières de prévention et de limitation relatives aux différents évènements redoutés doivent être identifiées à ce stade de l'analyse. L'approche choisie par l'exploitant quant à la prise en compte de la performance des barrières dans sa démarche de prévention des risques peut conduire, si nécessaire, à préciser les séquences accidentelles à considérer en tenant compte de la défaillance des barrières de sécurité. A contrario, la prise en compte de certaines dispositions constructives peut conduire à exclure certaines séquences accidentelles.

⁴ Substances citées dans l'arrêté du 4 octobre 2010, Section I.

⁵ Le critère Not Readily Biodegradable défini par le GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) peut être utilisé.

Par ailleurs, trois configurations spécifiques pouvant engendrer des conséquences environnementales majeures sont à étudier lorsque cela s'avère pertinent :

- incendies, par rapport aux eaux d'extinction et aux fumées chargées ;
- inondation ;
- rupture d'un bassin de rétention d'effluents industriels.

3.2.4 TRANSFERTS A CONSIDERER SUR LE SITE

L'analyse des transferts sur le site doit a minima prendre en compte les transferts présentés sur le schéma de la Figure 1, soit :

- la dispersion pour les phases gazeuses ;
- le ruissellement, le transport par les réseaux et l'infiltration dans le sol pour les phases liquides.

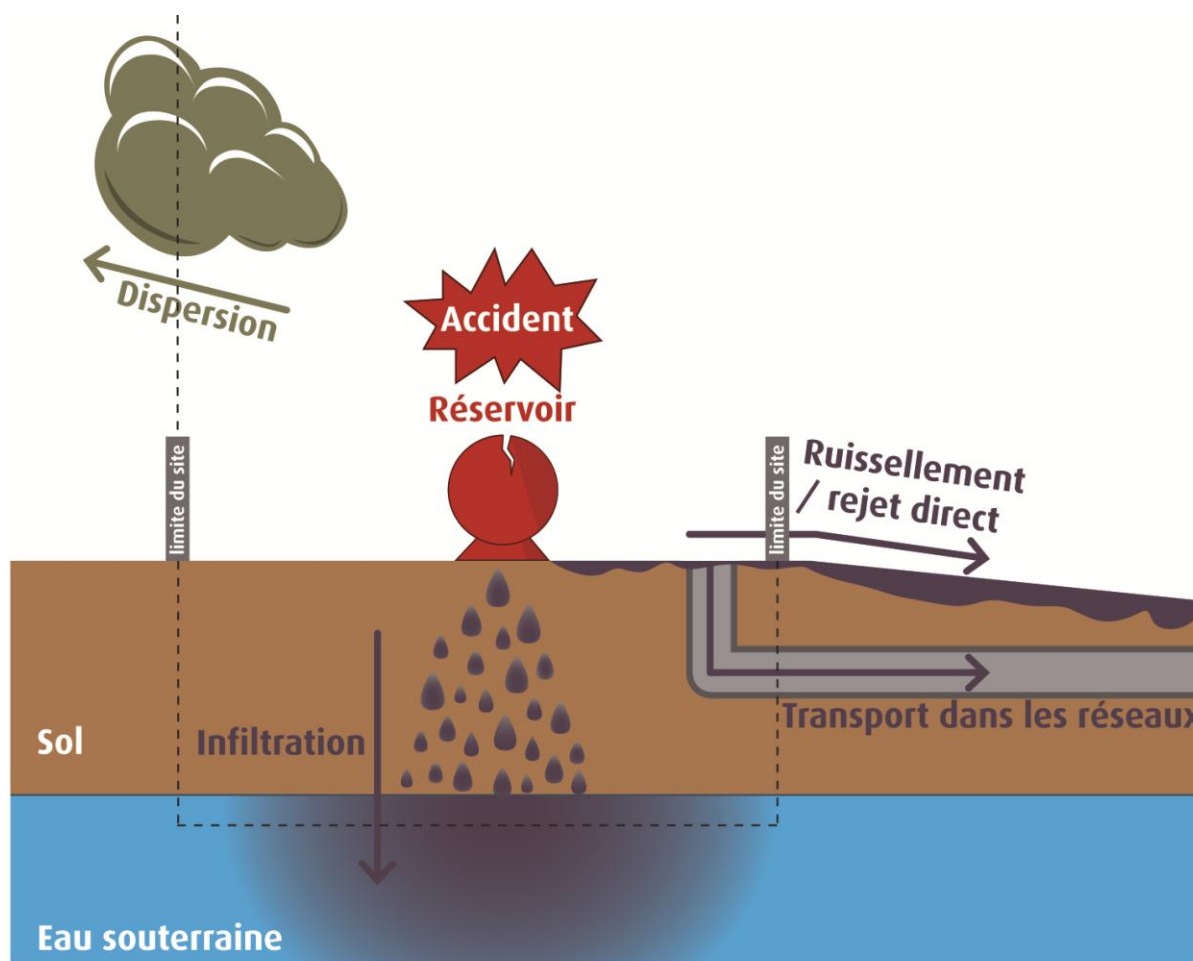


Figure 1 : Transferts à étudier lors de l'analyse intra-site

3.2.5 RECOMMANDATIONS PRATIQUES POUR LA CONDUITE DE L'ANALYSE INTRA-SITE

Rejet en phase liquide		
Transfert jusqu'aux limites du site	Evènements redoutés centraux à envisager	Recommandations sur la conduite de l'analyse
Infiltration dans le sol jusqu'à la nappe	Perte de confinement d'un équipement en surface, dans l'aire captée d'une zone d'infiltration	Cartographier les surfaces non revêtues ou avec un revêtement drainant pouvant constituer une zone d'infiltration et déterminer l'aire captée par chacune de ces surfaces. Identifier les équipements contenant des substances problématiques et qui sont positionnés dans les aires ainsi cartographiées. Identifier également les capacités mobiles (containers, citernes, wagons) susceptibles de transiter dans ces aires. Caractériser la migration de la substance dans le sol jusqu'à la nappe.
	Perte de confinement d'un équipement enterré	Identifier les équipements enterrés (sont inclus les équipements semi-enterrés) contenant des substances problématiques. Caractériser la migration de la substance dans le sol jusqu'à la nappe.
	Perte de contrôle des eaux d'extinction d'un incendie	Cartographier les surfaces non revêtues ou avec un revêtement drainant pouvant constituer une zone d'infiltration et déterminer l'aire captée par chacune de ces surfaces. Identifier les conditions telles que des eaux d'extinction d'incendie chargées en substances problématiques atteindraient directement ces aires captées.
Rejet par un réseau	Perte de confinement d'un équipement situé dans l'aire captée par un point d'entrée dans le réseau des eaux pluviales	Cartographier les points d'entrée dans le réseau d'évacuation des eaux pluviales et déterminer l'aire captée par chacun de ces points d'entrée. Identifier les équipements contenant des substances problématiques et qui sont positionnés dans les aires ainsi cartographiées. Identifier également les capacités mobiles (containers, citernes, wagons) susceptibles de transiter dans ces aires.
	Introduction accidentelle d'une substance dans le réseau d'évacuation des eaux usées industrielles	Cartographier les équipements faisant office de points d'entrée dans le réseau d'évacuation des eaux usées industrielles. Identifier les conditions telles que des substances problématiques seraient introduites au niveau de ces points d'entrée en dépassant les capacités de traitement (nature de la substance ou volume).
	Introduction accidentelle d'une substance dans le réseau d'évacuation des eaux usées domestiques	Cartographier les équipements faisant office de points d'entrée dans le réseau d'évacuation des eaux usées domestiques. Identifier les conditions telles que des substances problématiques seraient introduites au niveau de ces points d'entrée en dépassant les capacités de traitement (nature de la substance ou volume).
	Perte de contrôle des eaux d'extinction d'un incendie	Identifier les séquences telles que les eaux d'extinction d'incendie dépasseraient la capacité des bassins prévus à cet effet et emprunteraient les réseaux.
Rejet direct / Ruissellement	Perte de confinement soudaine d'une grande capacité	Identifier les grandes capacités présentes sur le site industriel (bacs de stockages atmosphériques d'hydrocarbures, bassins de rétention d'effluents industriels...).
	Perte de confinement d'un équipement jouxtant ou surplombant le milieu naturel	Identifier les équipements contenant des substances problématiques et renvoyant directement, ou par ruissellement, dans l'environnement en cas de perte de confinement (équipements sur les pontons, tuyauteries traversant des cours d'eau, des voies ferrées...).
	Inondation d'un équipement	Identifier les équipements contenant des substances problématiques et immergés en cas d'inondation.

Tableau 5 : Configurations de rejets en phase liquide à analyser

Rejet en phase gazeuse (inclus aérosol et brouillard)		
Transfert jusqu'aux limites du site	Evènements redoutés centraux à envisager	Recommandations sur la conduite de l'analyse
Dispersion	Vapeurs issues d'un liquide rejeté accidentellement	Reprise des analyses existantes dans l'étude de dangers.
	Perte de confinement d'une capacité contenant un gaz sous pression ou liquéfié	Reprise des analyses existantes dans l'étude de dangers.
	Explosion d'un réacteur.	Identifier les substances ainsi que les intermédiaires de réaction susceptibles d'être relâchées en cas d'explosion d'un réacteur.
Dérive de fumées chargées	Incendie de produits ou de déchets Incendie au niveau d'un sol pollué	Identifier les stockages de produits et de déchets. Identifier les zones de sol pollué.
	Dysfonctionnement ou by-pass du système de traitement des effluents gazeux	Identifier les conditions telles que des substances problématiques dépassant les capacités de traitement (volume ou nature de la substance) seraient introduites au niveau des effluents gazeux.

Tableau 6 : Configurations de rejets en phase gazeuse à analyser

Le Tableau 7 liste certaines configurations où le transport éolien ou hydraulique de substances solides est à considérer lors de l'analyse intra-site, sous oublier le cas d'un rejet direct depuis un équipement surplombant le milieu naturel.

Rejet en phase solide		
Transfert jusqu'aux limites du site	Evènements redoutés centraux à envisager	Recommandations sur la conduite de l'analyse
Rejet direct	Perte de confinement d'un équipement joutant ou surplombant le milieu naturel	Identifier les équipements contenant des substances problématiques et renvoyant directement dans l'environnement en cas de perte de confinement (convoyeurs traversant des routes, des voies ferrées etc., transport pneumatique).
Transport hydraulique	Inondation d'un stockage de substance solide en vrac	Identifier les stockages de solides en vrac contenant des substances problématiques et immergés en cas d'inondation.
/ Ruissellement	Epandage d'une poudre lors de précipitations	Identifier les substances solides susceptibles d'être charriées ou dissoutes pour former des substances problématiques.
Transport éolien	Epandage d'une poudre lors d'un épisode de vent fort	Identifier les substances solides susceptibles d'être transportées par le vent.

Tableau 7 : Configurations de rejets en phase solide à analyser

3.3 ANALYSE EXTRA-SITE

3.3.1 RESULTAT ATTENDU ET PRINCIPE RETENU

Le résultat attendu à l'issue de l'analyse extra-site est l'identification, pour chaque rejet accidentel issu de l'analyse intra-site, des enjeux potentiellement atteints ainsi que des transferts dans l'environnement depuis le point de rejet. Le principe retenu dans le cadre d'une démarche simplifiée⁶ repose sur les trois étapes suivantes :

- sélection des transferts à considérer ;
- utilisation de périmètres forfaitaires associés aux transferts principaux pour la recherche des enjeux sur le territoire ;
- recensement des enjeux dans les zones ainsi définies.

Les schémas conceptuels génériques synthétiques relatifs aux rejets accidentels de substances liquides et gazeuses sont donnés à la Figure 2.

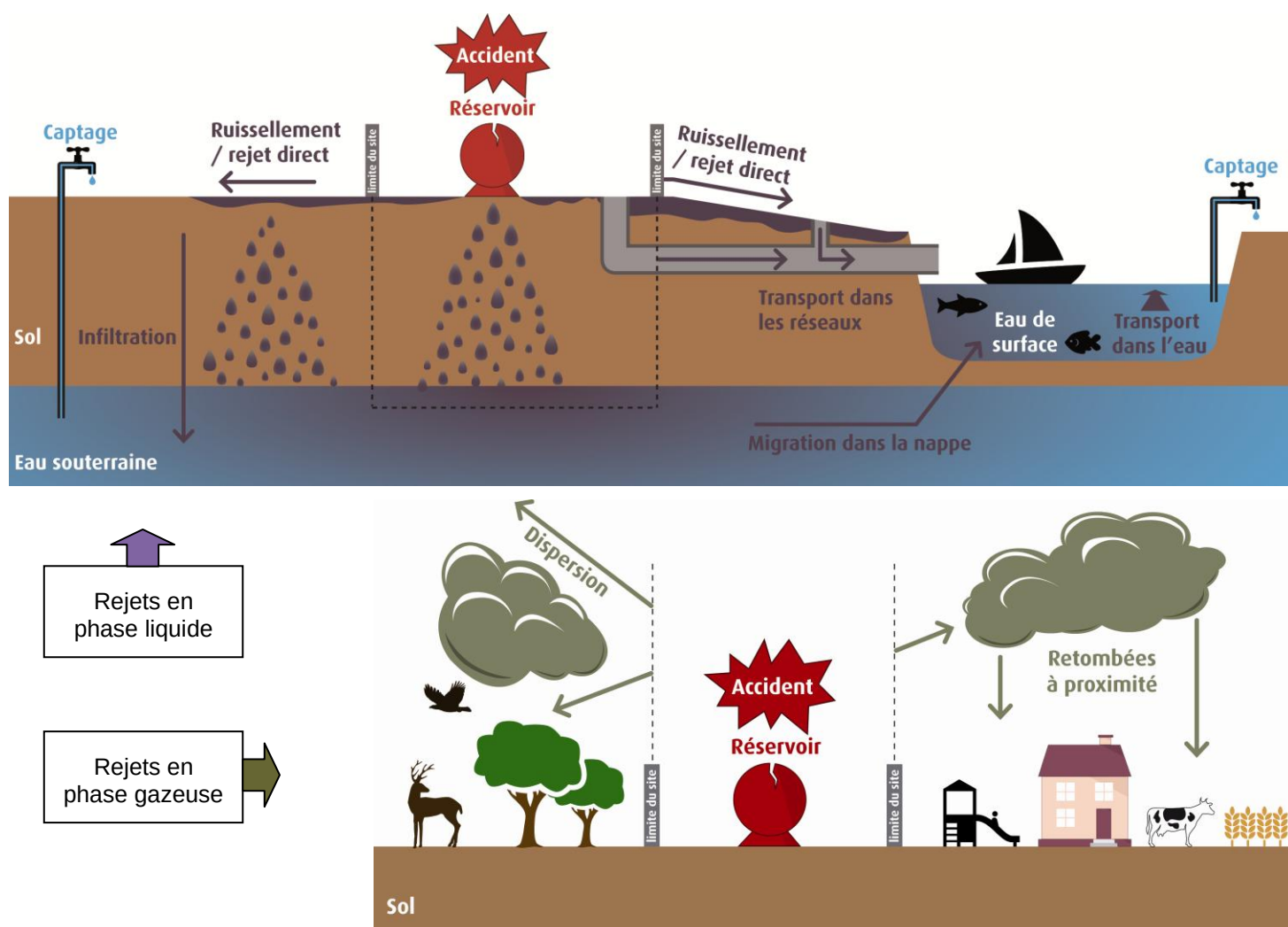


Figure 2 : Schémas conceptuels génériques à considérer dans l'analyse extra-site

⁶ Cette approche simplifiée n'est pas adaptée aux cas particuliers évoqués dans l'analyse intra-site concernant les eaux d'extinction d'incendie, les inondations et les ruptures de bassins de rétention d'effluents industriels.

3.3.2 TRANSFERTS A CONSIDERER A L'EXTERIEUR DU SITE

Les transferts à considérer a minima dans le cadre de l'analyse extra-site sont précisés ci-après pour les rejets en phase liquide et les rejets en phase gazeuse.

3.3.2.1 REJETS EN PHASE LIQUIDE

Le logigramme de la Figure 3 explicite les différents transferts et leurs enchaînements à étudier à partir des trois points de rejets possibles déterminés à l'issue de l'analyse intra-site (rejet sur le sol, dans les eaux de surface⁷ ou dans les eaux souterraines).

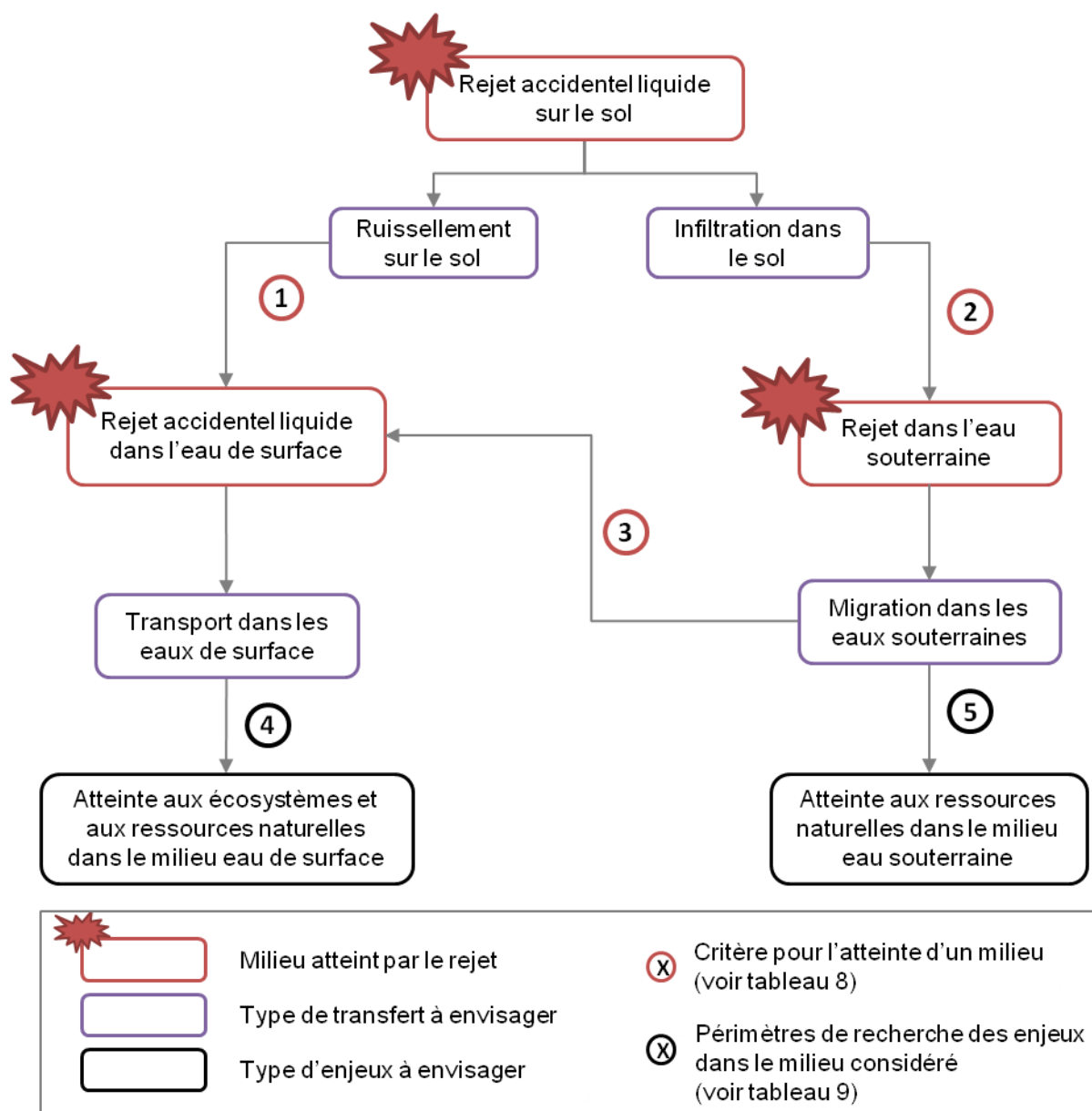


Figure 3 : Transferts à envisager pour les rejets accidentels en phase liquide

⁷ Concernant les eaux de surface, les cours d'eau peuvent être différenciés en trois classes en fonction de leur débit :

- rivière à faible débit : $< 20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$;
- rivière à débit moyen : entre 20 et $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$;
- rivière à fort débit : $> 100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Certains critères précisés dans le Tableau 8 visent à limiter les enchaînements de transferts à étudier dans le cadre de cette approche simplifiée.

3-a	N°	Transferts vers des milieux	Critère de prise en compte
	1	Ruissellement sur le sol => Rejet dans les eaux de surface	Eaux de surface - ou point d'entrée d'un réseau conduisant directement aux eaux de surface - à moins de 500 m du point de rejet. <i>L'analyse de la topographie locale peut conduire à modifier cette valeur forfaitaire.</i>
	2	Infiltration dans le sol => Rejet dans l'eau souterraine	Considérer l'infiltration jusqu'à la première nappe souterraine, sauf si celle-ci est captive ou à une profondeur supérieure à 50 m.
	3	Migration dans les eaux souterraines => Rejet dans les eaux de surface	▪ Rivière à faible débit située à moins de 10 m du point d'infiltration ▪ Rivière à débit moyen située à moins de 100 m du point d'infiltration ▪ Rivière à fort débit, lac ou mer situés à moins d'1 km du point d'infiltration <i>L'analyse de l'hydrogéologie locale peut conduire à modifier ces valeurs forfaitaires.</i>

Tableau 8 : Critères pour l'atteinte d'un milieu dans le cas d'un rejet en phase liquide

Les périmètres de recherche à utiliser pour les rejets liquides sont indiqués dans le Tableau 9.

3-b	N°	Transfert vers des enjeux	Périmètre de recherche des enjeux
	4	Transport des polluants dans l'eau de surface => Ecosystèmes et ressources naturelles	20 km en aval le long du cours d'eau (y compris la traversée d'un lac) 20 km en aval et en amont dans un estuaire 20 km de rayon autour d'un point de rejet en mer
	5	Migration dans l'eau souterraine => Ressources naturelles	A traiter lors de l'identification des enjeux. <i>Dans ce cas précis, la recherche des enjeux impactés pourra être effectuée directement à partir de la localisation des points d'infiltration en surface, en utilisant les outils réglementaires existants sur la protection des captages d'alimentation en eau potable.</i>

Tableau 9 : Périmètres de recherche des enjeux pour les rejets liquides

3.3.2.2 REJETS EN PHASE GAZEUSE

Le logigramme de la Figure 4 explicite les différents transferts et leurs enchaînements à étudier lors du rejet en phase gazeuse ou assimilée.

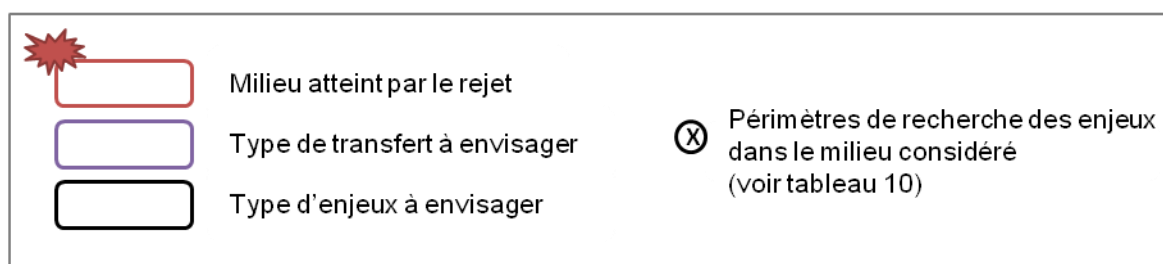
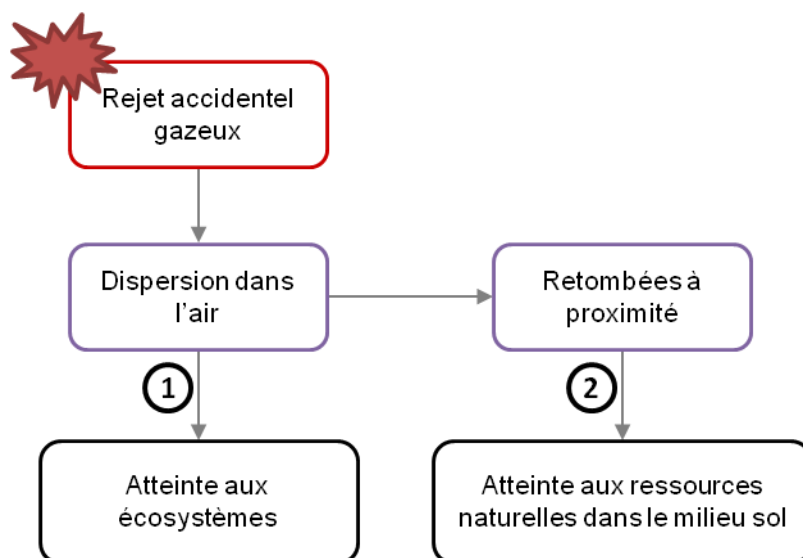


Figure 4 : Transferts à envisager pour les rejets accidentels en phase gazeuse

Les périmètres de recherche à utiliser pour les rejets gazeux sont indiqués dans le Tableau 10.

3-c

N°	Transfert vers des enjeux	Périmètre de recherche des enjeux
①	Dispersion dans l'air => Ecosystèmes	5 km de rayon autour du point de rejet. <i>Lorsque des scénarios de dispersion toxique ont été modélisés dans le cadre de l'étude de dangers, les distances d'effets associées aux effets létaux peuvent être substituées à cette valeur forfaitaire.</i>
②	Retombées à proximité => Ressources naturelles dans le milieu sol	5 km de rayon autour du point de rejet.

Tableau 10 : Périmètres de recherche des enjeux pour les rejets gazeux

3.3.3 ENJEUX A CONSIDERER

De manière pratique, les enjeux décrits aux paragraphes 2.2.1 et 2.2.2 sont associés à des entités facilement repérables sur le territoire. Ces entités peuvent être ponctuelles ou surfaciques. Pour les entités surfaciques, la superficie impactée n'est pas prise en compte dans le cadre de l'utilisation de périmètre de recensement forfaitaire et l'information recherchée est uniquement la présence de l'entité.

3.3.3.1 ECOSYSTEMES

Les écosystèmes sont associés dans la méthode à différentes zones de protection de la nature existantes en France, présentées dans le Tableau 11.

4-a

Classe	Types de zones protégées
A	Réserve forestière nationale / forêt de protection Parc National – zone cœur et/ou réserve intégrale Réserve biologique intégrale ZNIEFF de type 1 Réserve de biosphère ZICO
B	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
C	Parc National – zone d'adhésion Parc naturel régional Site NATURA 2000 Site RAMSAR Espace naturel sensible Espaces de conservatoires régionaux Espaces boisés classés

Tableau 11 : Liste hiérarchisée des zones de protection

3.3.3.2 RESSOURCES NATURELLES

Les ressources naturelles sont associées dans la méthode à différentes entités selon les milieux impactés. Les entités à considérer a minima sont présentées dans le Tableau 12.

4-c

Milieu	Usage des ressources	Entité cartographique	Informations à collecter
Eau de surface	Captage d'alimentation en eau potable	Périmètre de protection rapprochée (PPR)	Débit ou nombre de personnes alimentées
	Zone touristique	Plage	/
Eau souterraine	Captage d'alimentation en eau potable	Périmètre de protection rapprochée (PPR)	Débit ou nombre de personnes alimentées
		Périmètre de protection éloignée (PPE), à défaut aire d'alimentation	
Sol	Jardins des particuliers	Maisons individuelles / Résidences	Nombre d'habitants
	Espaces verts publics	Parcs publics	Fréquentation
	Culture agricole, pâturages	Parcelles agricoles	Nombre d'emplois concernés

Tableau 12 : Listes des ressources naturelles à identifier a minima

4. COTATION EN GRAVITE DES CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES

4.1 DEMARCHE GENERALE

La démarche générale de cotation en gravité des conséquences environnementales est présentée à la Figure 5. Elle ne couvre pas les cas particuliers concernant les eaux d'extinction d'incendie, les inondations et les ruptures de bassins de rétention d'effluents industriels qui seront à traiter de manière spécifique.

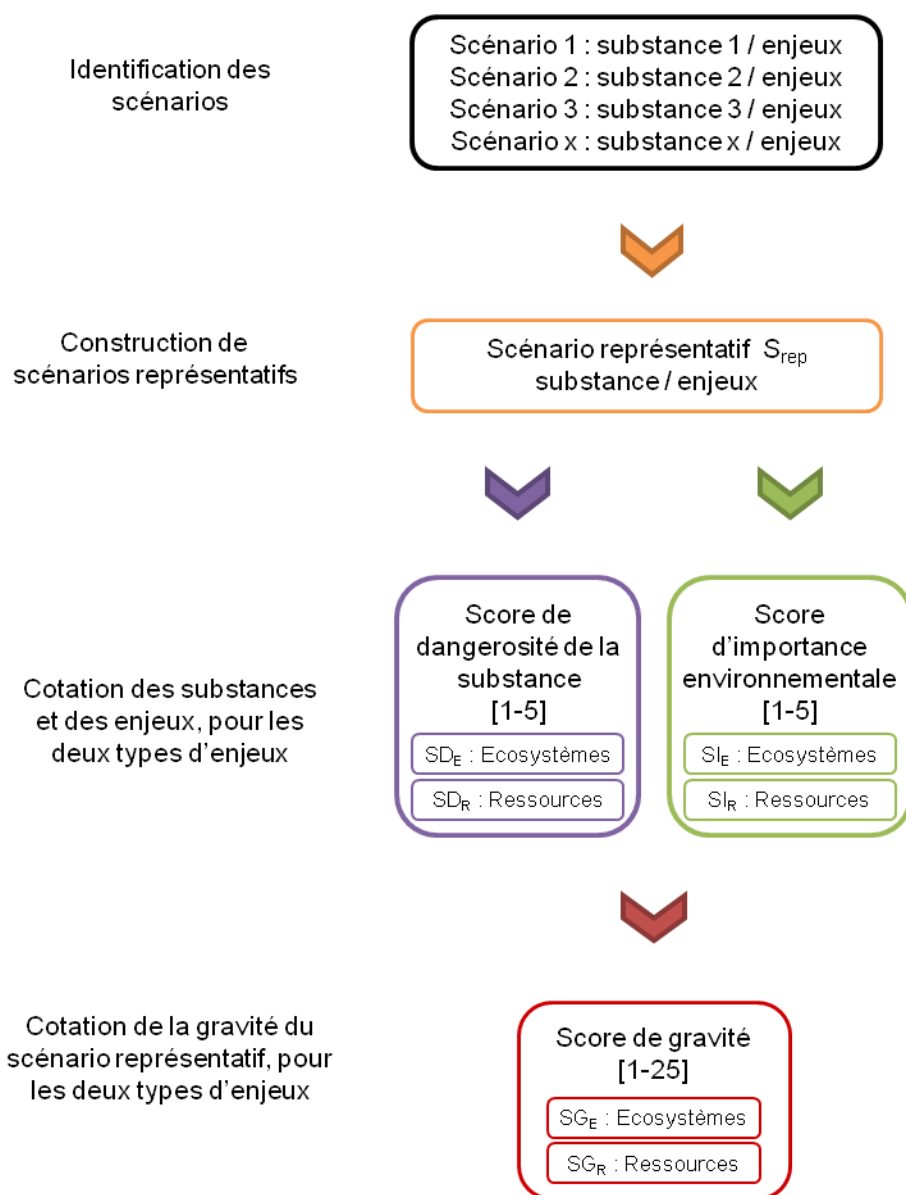


Figure 5 : Démarche de cotation de la gravité

4.2 DEFINITION DE SCENARIOS REPRESENTATIFS POUR L'ANALYSE QUANTITATIVE

L'identification des scénarios décrite au chapitre précédent conduit à une liste exhaustive de scénarios d'accidents potentiels. D'un point de vue pratique, il peut être pertinent d'élaborer à ce stade des scénarios représentatifs afin d'alléger la démarche de cotation en gravité.

La construction des scénarios représentatifs peut s'appuyer sur :

- une analyse comparée de la dangerosité des substances pour sélectionner une substance représentative ;
- un regroupement des scénarios empruntant des modes de transfert identiques sur le site industriel, dans le cas où une barrière de sécurité susceptible d'agir sur ce mode de transfert est envisagée.

4.3 SCENARIOS IMPACTANT DES ECOSYSTEMES

4.3.1 SCORE DE DANGEROUSITE SD_E

4.3.1.1 REJET DANS UNE EAU DE SURFACE

Les tables de scores relatives au rejet dans les eaux de surface sont données :

- dans le Tableau 13 pour les rivières à faible débit ($< 20 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) ;
- dans le Tableau 14 pour les rivières à débit moyen (entre 20 et $100 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) ;
- dans le Tableau 15 pour les rejets en mer, dans un lac ou dans une rivière à fort débit ($> 100 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$).

Le score proposé a été calibré sur des volumes de rejets d'ordre de grandeur allant de 1 à $1\,000 \text{ m}^3$.

Lorsque plusieurs types d'eaux de surface sont identifiés dans le périmètre de recherche des enjeux associé à un scénario d'accident, le score le plus élevé est retenu dans une première approche conservative. En seconde approche, un découpage par type d'eau de surface peut être envisagé lorsque la répartition des zones de protection des écosystèmes concorde avec le découpage des eaux de surface.

1-b

Rivière à faible débit	Volume rejeté V (m³)			
Substance	V < 5	V < 10	V < 100	V ≥ 100
H400	5			
H410	5			
H411	4		5	
H412	2	3	4	5
Acide fort / base forte (10%)	5			
Acide faible / base faible (10%)	3			
Effluents acides pH 1 à 2	4	5		
Rejet DBO à 100g/l	3			
Rejet DBO à 10g/l	2		3	
Substances flottantes / matières en suspension	0	1	2	3

Tableau 13 : Scores de dangerosité pour les écosystèmes dans le cas d'un rejet en rivière à faible débit (< 20 m³.s⁻¹)

Rivière à débit moyen	Volume rejeté V (m³)					
Substance	V < 5	V < 10	V < 50	V < 100	V < 1 000	V ≥ 1 000
H400	4		5			
H410	4		5			
H411	2	3	4		5	
H412	1	2	3		4	5
Acide fort / base forte (10%)	4		5			
Acide faible / base faible (10%)	3					
Effluents pH 1 à 2	3		4		5	
Rejet DBO à 100g/l	2		3			
Rejet DBO à 10g/l	0	1	2			3
Substances flottantes / matières en suspension	0			1	2	3

Tableau 14 : Scores de dangerosité pour les écosystèmes dans le cas d'un rejet en rivière à débit moyen (entre 20 et 100 m³.s⁻¹)

Rivière à fort débit Lac / Mer		Volume rejeté V (m ³)						
Substance		V < 5	V < 10	V < 50	V < 100	V < 500	V < 1 000	V ≥ 1 000
H400		2	3	4		5		
H410	Rivière / Mer	2	3	4		5		
	Lac	4		5				
H411	Rivière / Mer	1		2	3	4		5
	Lac	2	3	4		5		
H412	Rivière / Mer	0			1	2	3	4
	Lac	0	1	2	3	4		5
Acide fort / base forte (10%)		3		4		5		
Acide faible / base faible (10%)		3						
Effluents pH 1 à 2		0	1	3		4		5
Rejet DBO à 100g/l		0	1	2		3		
Rejet DBO à 10g/l		0			1	2		3
Substances flottantes / matières en suspension		0					1	2

Tableau 15 : Scores de dangerosité pour les écosystèmes dans le cas d'un rejet en mer, dans un lac ou dans une rivière à fort débit ($> 100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

4.3.1.2 DISPERSION TOXIQUE DE GAZ

Concernant la dispersion toxique de gaz, le score proposé dans le Tableau 16 dépend de l'implantation des enjeux par rapport aux zones d'effets définies dans l'étude de dangers.

Zone d'effets de l'étude de dangers dans laquelle se trouve l'enjeu	Score
Zone des premiers effets létaux	4
Zone des effets létaux significatifs	5

Tableau 16 : Scores de dangerosité pour les écosystèmes dans le cas d'un rejet gazeux

Dans le cas où l'identification des enjeux a été réalisée sur la base du périmètre de recherche forfaitaire précisé dans le Tableau 10, un score de dangerosité de **5** est considéré de manière conservative sur les enjeux identifiés.

4.3.2 SCORE D'IMPORTANCE ENVIRONNEMENTALE SI_E

Le score d'importance environnementale associé aux écosystèmes est donné dans le Tableau 17, à partir des classes de zones de protection de la nature définies dans le Tableau 11.

4-b

Classes des zones protégées	Score
Au moins une zone protégée classée A	5
Au moins une zone protégée classée B	3
Au moins une zone protégée classée C	2
Pas de zone protégée	1

Tableau 17 : Scores d'importance environnementale des écosystèmes

4.4 SCENARIOS IMPACTANT DES RESSOURCES NATURELLES

4.4.1 SCORE DE DANGEROUSITE SD_R

4.4.1.1 REJET DANS UNE EAU DE SURFACE

Le score de dangerosité est défini en fonction du type d'eau de surface dans le Tableau 18.

1-d

Type d'eau de surface	Substance facilement dégradable		Substance faiblement dégradable	
	Volume rejeté < 10 m ³	Volume rejeté ≥ 10 m ³	Volume rejeté < 10 m ³	Volume rejeté ≥ 10 m ³
Rivière à faible débit (< 20 m ³ .s ⁻¹)	1	2	3	4
Rivière à débit moyen (entre 20 et 100 m ³ .s ⁻¹)	0	1	2	3
Rivière à fort débit (> 100 m ³ .s ⁻¹)	0	0	1	2
Lac	2	3	4	5

Tableau 18 : Scores de dangerosité pour la ressource en eau potable dans le cas d'un rejet dans une eau de surface

4.4.1.2 INFILTRATION VERS UNE EAU SOUTERRAINE

Le score de dangerosité est défini en fonction du type d'eau souterraine dans le Tableau 19.

1-e

Type d'eau souterraine	Substance facilement dégradable		Substance faiblement dégradable	
	Volume rejeté < 10 m ³	Volume rejeté ≥ 10 m ³	Volume rejeté < 10 m ³	Volume rejeté ≥ 10 m ³
Nappe captée, infiltration au niveau du périmètre de protection rapprochée	2	3	4	5
Nappe captée, infiltration au niveau du périmètre de protection étendue ou de l'aire d'alimentation	0	0	3	4
Nappe non captée	0	0	1	1

Tableau 19 : Scores de dangerosité pour la ressource en eau potable dans le cas d'un rejet dans une eau souterraine

4.4.1.3 RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES SUR UN SOL A PROXIMITE

Concernant les retombées à proximité, le score proposé dans le Tableau 20 est fonction de la distance à la source d'émission considérée.

2-d

Distance à la source d'émission d_e	Score
$d_e \leq 500$ m	5
$500 \text{ m} < d_e \leq 2 \text{ km}$	4
$2 \text{ km} < d_e \leq 5 \text{ km}$	3

Tableau 20 : Scores de dangerosité pour les ressources naturelles dans le cas d'un rejet gazeux

4.4.2 SCORE D'IMPORTANCE ENVIRONNEMENTALE SI_R

Le score par rapport aux captages d'alimentation en eau potable est donné dans le Tableau 21. Dans le cas où plusieurs captages sont présents dans le périmètre de recherche associé au scénario, le nombre total d'utilisateurs doit être considéré.

4-d

Captages d'alimentation en eau potable		Score
Nombre de personnes alimentées	Débit du captage (m ³ /jour)	
≥ 50	≥ 10	1
≥ 500	≥ 100	2
≥ 5000	≥ 1000	3
≥ 50000	≥ 10000	4
≥ 500000	≥ 100000	5

Tableau 21 : Scores d'importance de la ressource en eau potable

Dans le cas où aucun captage d'eau potable n'est recensé dans le périmètre de recherche des enjeux mais qu'une nappe souterraine a néanmoins été identifiée lors l'analyse qualitative ou qu'une plage est présente dans le périmètre, un score minimum de 1 est retenu de manière forfaitaire.

Autre type d'enjeu	Score
Nappe souterraine non captée	1
Plage	1

Tableau 22 : Scores d'importance relatifs à d'autres usages de la ressource en eau que l'alimentation en eau potable

Le score par rapport à l'usage du sol est donné dans le Tableau 23. Dans le cas où plusieurs usages sont présents dans le périmètre de recherche associé au scénario, le nombre total d'utilisateurs doit être considéré.

4-e

Usage du sol		Score
Nombre de personnes subissant des restrictions (jardins particuliers et parcs publics)	Nombre d'emplois agricoles	
≥ 50	-	1
≥ 500	-	2
≥ 5000	≥ 5	3
≥ 50000	≥ 50	4
≥ 500000	≥ 500	5

Tableau 23 : Scores d'importance liés à l'usage du sol

4.5 SCORES DE GRAVITE ENVIRONNEMENTALE

Les scores de gravité SG_E et SG_R associés à un scénario d'accident potentiel sont obtenus en multipliant les scores de dangerosité et d'importance environnementale associés aux deux types d'enjeux.

5-a

$$SG_E = SD_E \times SI_E$$

$$SG_R = SD_R \times SI_R$$

Pour l'atteinte aux écosystèmes dans les eaux de surface, si un découpage du périmètre de recherche selon les milieux a été considéré, le score de gravité est calculé pour chaque milieu, puis le score maximum est associé au scénario. De même, pour l'atteinte aux écosystèmes par des rejets gazeux, si un découpage du périmètre de recherche selon les différentes zones d'effets a été considéré, le score de gravité est calculé pour chaque zone d'effet, puis le score maximum est associé au scénario.

5. PERSPECTIVES D'INTEGRATION DU SCORE DE GRAVITE ENVIRONNEMENTALE DANS UNE DEMARCHE DE PREVENTION DES RISQUES

Les scores de gravité environnementale obtenus à l'issue de la cotation ont pour objectif d'alimenter une démarche de prévention des risques relatifs à des installations industrielles. En l'absence d'un cadre méthodologique défini réglementairement, le choix de la démarche est à l'initiative de l'exploitant industriel désirant la mettre en place. Dans cet objectif, ce chapitre présente un panorama de trois démarches types déjà utilisées dans des contextes similaires ou proches, en France et en Europe.

La différence essentielle entre les différentes démarches présentées réside dans le niveau de prise en compte implicite ou explicite de l'aspect *probabilité* des scénarios d'accidents. Ce niveau de prise en compte peut ainsi être qualifié de :

- *faible* pour la démarche de type A décrite au paragraphe 5.1 ;
- *moyen* pour la démarche de type B décrite au paragraphe 5.2 ;
- *important* pour la démarche de type C décrite au paragraphe 5.3.

Dans les différents exemples illustratifs décrits pour chaque démarche type, la gravité est exprimée par un nombre réduit de classes de gravité. Les échelles de gravité utilisées présentent ainsi un nombre variable de classes allant de 3 à 5. Le score de gravité obtenu en appliquant la méthode décrite dans le présent document peut sans difficulté être mis en correspondance avec une échelle de gravité à plusieurs classes, comme illustré dans les tableaux ci-dessous⁸.

Classe de gravité	Score de gravité
Classe 3	≥ 15
Classe 2	$[5 ; 15[$
Classe 1	< 5

Tableau 24 : Exemple d'échelle de gravité à 3 classes compatible avec la méthode proposée

Classe de gravité	Score de gravité
Classe 5	≥ 20
Classe 4	$[15 ; 20[$
Classe 3	$[10 ; 15[$
Classe 2	$[5 ; 10[$
Classe 1	< 5

Tableau 25 : Exemple d'échelle de gravité à 5 classes compatible avec la méthode proposée

⁸ Ces échelles, présentées à titre d'illustration, n'ont pas fait l'objet d'une calibration spécifique.

5.1 DEMARCHE DE TYPE A

L'exemple choisi est la démarche réglementaire utilisée en France dans les études de dangers pour l'acceptabilité des canalisations de transport concernant les risques d'accident majeur ayant des conséquences sur l'environnement. Cette démarche est documentée dans un guide professionnel approuvé⁹.

Dans cette démarche, le niveau de gravité associé à chaque accident potentiel est tout d'abord estimé grâce à une méthode par score. Le niveau de gravité obtenu détermine alors directement les exigences en termes de mesures compensatoires à mettre en place, que ce soit en termes de nombre ou de performance, comme indiqué dans le Tableau 26. Des exemples de mesures compensatoires sont donnés dans le Tableau 27.

Classe de gravité	Exigences sur les mesures compensatoires à mettre en place
0	Aucune mesure nécessaire
1	Une mesure avec un niveau d'efficacité 1
2	Une mesure avec un niveau d'efficacité 2, ou Une combinaison de deux mesures de niveau d'efficacité 1

Tableau 26 : Exigences par rapport au niveau de gravité dans la démarche de type A associée aux canalisations de transport

Facteur de risque	Exemple de mesure compensatoire	Niveau d'efficacité
Corrosion	Passage d'un racleur de nettoyage (eau, dépôts, ...) plus inhibiteur de corrosion (s'il s'avère utile et nécessaire) selon fréquence adaptée au produit transporté.	1
Travaux de tiers	Bande de servitude grillagée avec indication de la canalisation.	2
Construction Défaut matériau	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

Tableau 27 : Exemples de mesures compensatoires considérées dans la démarche de type A associée aux canalisations de transport

Ce type de démarche ne s'appuie pas sur une cotation préalable des scénarios en probabilité, ce qui peut être un avantage lorsque cette cotation pose des problèmes théoriques ou pratiques. Néanmoins, ce type de démarche n'est adapté que dans le cas où les probabilités d'occurrence des scénarios d'accidents potentiels considérés sont présumées être d'un ordre de grandeur comparable, afin d'assurer une approche homogène en termes de risque sur l'ensemble des installations analysées.

⁹ Guide méthodologique pour la réalisation d'une étude de dangers concernant une canalisation de transport (hydrocarbures liquides ou liquéfiés, gaz combustibles et produits chimiques). Groupe d'Étude de Sécurité des Industries Pétrolières et Chimiques (GESIP). 2012. (<http://www.gesip.com>)

5.2 DEMARCHE DE TYPE B

L'exemple choisi est la démarche proposée dans un guide technique publié par une organisation britannique œuvrant pour la mise en commun et l'amélioration des bonnes pratiques industrielles en lien avec le secteur de la construction¹⁰. Ce guide porte sur la conception et la maintenance des systèmes de rétention des pollutions accidentelles dans les sites à vocation industrielle ou commerciale.

Dans cette démarche, un niveau de risque sur l'environnement est associé à chaque système de rétention. Ce niveau de risque est celui d'un accident potentiel en supposant le système absent, coté en probabilité et gravité à partir du Tableau 28.

Niveau de risque		Probabilité (likelihood)		
		Faible	Moyenne	Forte
<i>Danger</i> (Hazard rating)	Faible	Faible	Faible	Moyen
	Modéré	Faible	Moyen	Fort
	Fort	Moyen	Fort	Fort

Tableau 28 : Détermination du risque associé à un système de rétention des pollutions accidentelles, dans la démarche de type B proposée par le CIRIA

Les recommandations en termes de conception et de maintenance des systèmes de rétention sont ensuite hiérarchisées en fonction du niveau de risque sur l'environnement qui est associé à chaque système. Un exemple de modulation du degré d'exigence est indiqué dans le Tableau 29 pour trois recommandations concernant les cuvettes de rétention.

Recommandations	Niveau de risque associé à la cuvette de rétention		
	Faible	Moyen	Fort
Pas de tuyauterie ou autre équipement traversant les murs des cuvettes de rétention.	Souhaitable	Recommandé	Recommandé
La distance entre le réservoir (ou autre équipement) présent et les murs de la cuvette de rétention doit être supérieure à la hauteur du réservoir (de l'équipement).	Non nécessaire	Souhaitable	Recommandé
Les effets de vague doivent être pris en compte dans la conception de la cuvette de rétention.	Souhaitable	Souhaitable	Recommandé

Tableau 29 : Modulation du degré d'exigence pour trois exigences relatives aux cuvettes de rétention, dans la démarche de type B proposée par le CIRIA

Bien qu'il prenne en considération le niveau de probabilité initial du scénario, ce type de démarche ne permet pas d'afficher le risque résiduel suite à la mise en place des barrières de sécurité. Par conséquent, une attention particulière doit être apportée à la modulation du degré d'exigence associée à chaque recommandation afin d'assurer une approche homogène en termes de risque. En contrepartie, ce type de démarche reste relativement simple et directif.

¹⁰ *Containment systems for the prevention of pollution. Secondary, tertiary and other measures for industrial and commercial premises. Construction Industry Research and Information Association (CIRIA). Rapport C736. 2014. (<http://www.ciria.org>)*

5.3 DEMARCHE DE TYPE C

L'exemple choisi est la démarche réglementaire utilisée en France dans les études de dangers pour l'acceptabilité des établissements Seveso concernant les risques d'accident majeur ayant des conséquences sur l'homme. Cette démarche est détaillée dans une circulaire idoine¹¹.

Dans un premier temps, les risques d'accident sont cotés en probabilité et gravité, en tenant compte de la probabilité de défaillance des barrières de sécurité mises en place par l'exploitant. Les scénarios sont ensuite placés dans une matrice de criticité probabilité/gravité sur laquelle est défini un critère d'acceptabilité dont le principe général est donné dans le Tableau 30.

		Probabilité (sens croissant de E vers A)				
		E	D	C	B	A
Gravité	Désastreux					
	Catastrophique	Zone Acceptable avec conditions			Zone Non Acceptable	
	Important					
	Sérieux					
	Modéré	Zone Acceptable sans condition				

Tableau 30 : Principe de la grille d'appréciation utilisée dans la démarche de type C de réduction du risque à la source pour les établissements Seveso

Ce type de démarche permet de justifier d'un niveau de risque résiduel homogène sur l'ensemble des installations considérées mais nécessite en contrepartie une cotation intégrale des probabilités des scénarios d'accident. Il s'agit du type de démarche le plus souple pour l'utilisateur qui souhaite valoriser les barrières de sécurité mises en place, notamment dans le cas de barrières de sécurité complexes ou atypiques mais requiert en contrepartie un investissement non négligeable relatif à l'évaluation quantitative de la performance de ces barrières.

D'un point de vue pratique, l'échelle de probabilité utilisée dans la démarche réglementaire présentée ci-avant peut être reprise afin d'assurer une certaine homogénéité dans les différentes approches.

¹¹ 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. Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement. (<http://www.developpement-durable.gouv.fr>)

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Textes législatifs et réglementaires

- [1] Directive 2012/18/UE du 4 juillet 2012, dite directive Seveso 3, concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses, modifiant puis abrogeant la directive 96/82/CE du Conseil.
- [2] Code de l'Environnement, article L511-1.
- [3] Directive 2004/35/CE, du 21 avril 2004, sur la responsabilité environnementale en ce qui concerne la prévention et la réparation des dommages environnementaux.
- [4] Règlement 1272/2008/CE du 16 décembre 2008, dit règlement CLP, relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) no 1907/2006.
- [5] Arrêté du 4 octobre 2010 modifié relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

Guides professionnels

- [6] Managing Systems Integrity of Terminal and Tank Facilities - API 353 – First Edition, Novembre 2006.
- [7] Guide méthodologique pour la réalisation d'une étude de dangers concernant une canalisation de transport (hydrocarbures liquides ou liquéfiés, gaz combustibles et produits chimiques). Groupe d'Étude de Sécurité des Industries Pétrolières et Chimiques (GESIP). 2012.
- [8] Environmental Risk Tolerability for COMAH Establishments. Chemical and Downstream Oil Industries Forum.
- [9] FEAT - Flash Environmental Assessment Tool to identify acute environmental risks following disasters. RIVM.

7. LISTE DES ANNEXES

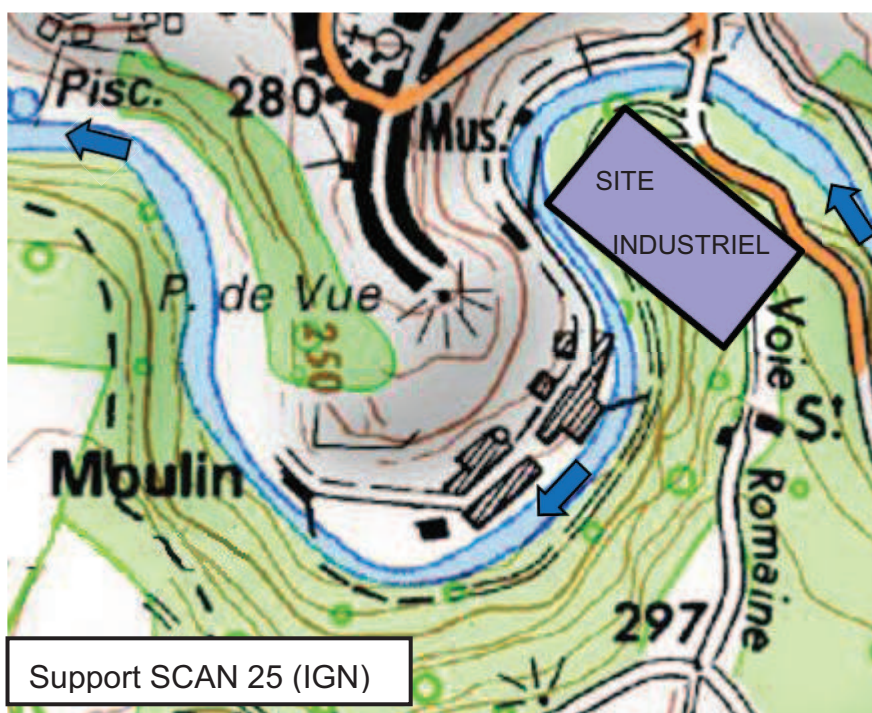
Repère	Désignation	Nombre de pages
A	Cas d'application pratique de la méthode sur un exemple fictif.	3
B	Annexe justificative.	23

ANNEXE A

Cas d'application pratique de la méthode sur un exemple fictif

CAS D'APPLICATION PRATIQUE DE LA METHODE SUR UN EXEMPLE FICTIF

Bien qu'il soit inspiré de configurations réelles, notamment en termes de cartographie et de scénarios accidentels, le cas présenté est totalement fictif.



Le site industriel concerné est situé au bord d'une rivière de débit moyen 30 m³/s. L'analyse de risques qualitative intra-site conclut à deux scénarios représentatifs conservés pour la démarche de scoring :

- **Scénario A** : Percement d'un conteneur d'ammoniaque d'1 m³ sur une zone sans rétention, lors d'un transfert depuis le magasin de stockage vers l'atelier ;
- **Scénario B** : Perte de confinement d'une cuve de fioul de 40 m³ suite à corrosion et écoulement à travers l'orifice de vidange de la cuvette de rétention non munie d'un dispositif d'obturation.

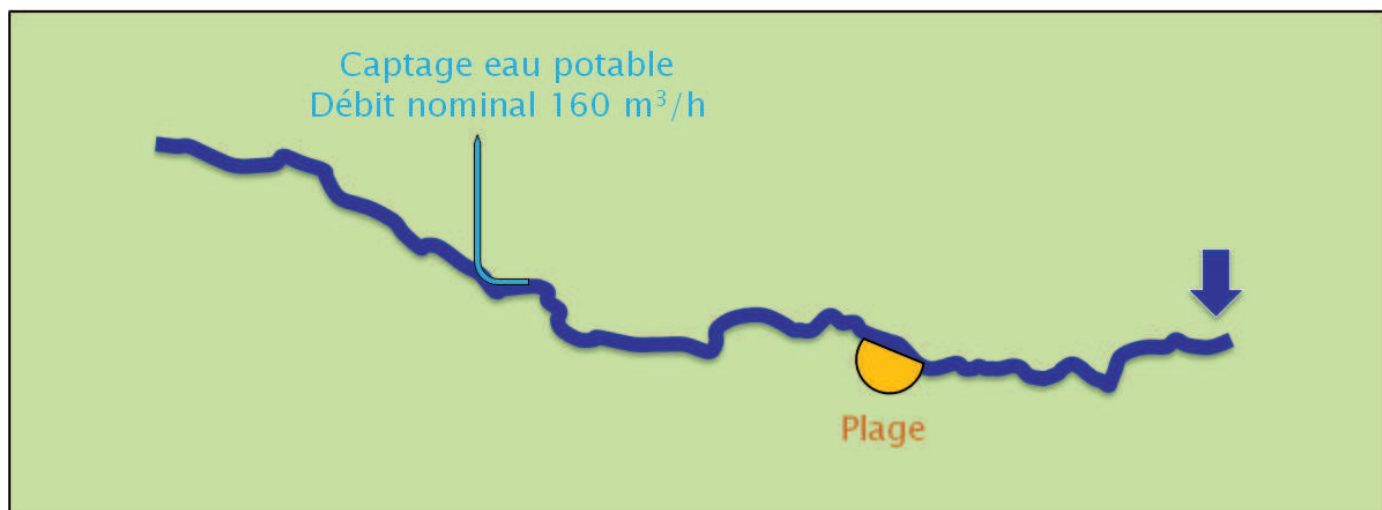
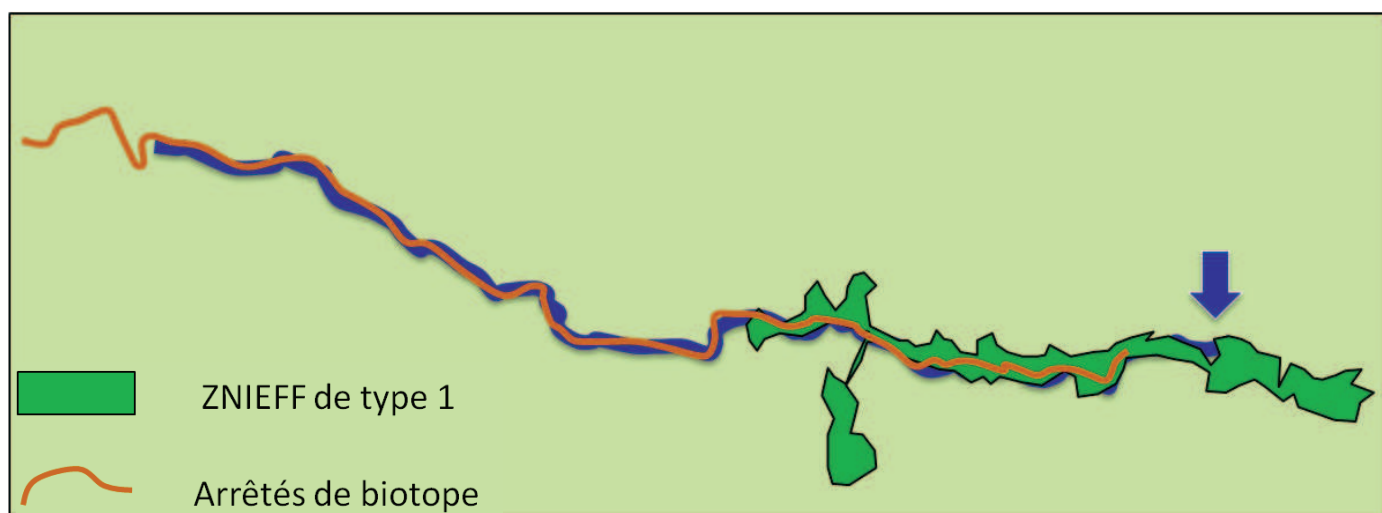
Pour les deux scénarios, le transfert envisagé au sein du site vers le milieu extérieur est le réseau d'eaux pluviales qui conduit directement à la rivière adjacente. Ce réseau est équipé d'un séparateur d'hydrocarbures qui n'est pas considéré comme une barrière efficace pour aucun des deux scénarios d'accidents envisagés.

L'ammoniaque porte notamment la mention de danger H400. Elle est classée rapidement dégradable selon les critères du GESAMP.

Le fioul domestique porte notamment la mention de danger H411. Il n'est pas rapidement dégradable selon les critères du GESAMP.

L'analyse de risque extra-site conduit à définir un périmètre de recherche des enjeux de 20 km le long de la rivière. Les enjeux identifiés sont :

- par rapport aux écosystèmes, une ZNIEFF de type 1 et un arrêté biotope ;
- par rapport aux ressources naturelles, un captage d'eau potable délivrant 160 m³/h et une plage.



Scores associés au scénario A :

Intitulé du score	Éléments intervenant dans l'établissement du score	Score obtenu
Dangerosité par rapport aux écosystèmes	Rivière de débit moyen / H400 / volume : 1 m ³	SD _E = 4 (tableau 14)
Importance environnementale des écosystèmes	ZNIEFF de type 1 (classe A, selon tableau 11) (classe B pour la zone à protection de biotope)	Sl _E = 5 (tableau 17)
Gravité environnementale par rapport aux écosystèmes	SG _E = SD _E x Sl _E (formule au paragraphe 4.5)	SG_E = 20 Classe 5 selon l'échelle à 5 niveaux présentée comme exemple au chapitre 5
Dangerosité par rapport aux ressources	Rivière à débit moyen / Substance facilement dégradable / volume 1 m ³	SD _R = 0 (tableau 18)
Importance environnementale des ressources	Débit du captage : 160 x 24 = 3840 m ³ /j (Enjeu plage négligeable devant l'enjeu d'alimentation en eau potable)	Sl _R = 3 (tableau 21)
Gravité environnementale par rapport aux ressources	SG _R = SD _R x Sl _R (formule au paragraphe 4.5)	SG_R = 0 Classe 1 selon l'échelle à 5 niveaux présentée comme exemple au chapitre 5

Scores associés au scénario B :

Intitulé du score	Éléments intervenant dans l'établissement du score	Score obtenu
Dangerosité par rapport aux écosystèmes	Rivière à débit moyen / H411 / volume : 40 m ³	SD _E = 4 (tableau 14)
Importance environnementale des écosystèmes	ZNIEFF de type 1 (classe A, selon tableau 11) (classe B pour la zone à protection de biotope)	Sl _E = 5 (tableau 17)
Gravité environnementale par rapport aux écosystèmes	SG _E = SD _E x Sl _E (formule au paragraphe 4.5)	SG_E = 20 Classe 5 selon l'échelle à 5 niveaux présentée comme exemple au chapitre 5
Dangerosité par rapport aux ressources	Rivière à débit moyen / Substance faiblement dégradable / volume : 40 m ³	SD _R = 3 (tableau 18)
Importance environnementale des ressources	Débit du captage : 160 x 24 = 3840 m ³ /j (Enjeu plage négligeable devant l'enjeu d'alimentation en eau potable)	Sl _R = 3 (tableau 21)
Gravité environnementale par rapport aux ressources	SG _R = SD _R x Sl _R (formule au paragraphe 4.5)	SG_R = 9 Classe 2 selon l'échelle à 5 niveaux présentée comme exemple au chapitre 5

ANNEXE B

Annexe justificative

ANNEXE JUSTIFICATIVE

Cette annexe a pour objectif d'apporter des éléments de justification par rapport à certains points de la méthode, signalés dans le corps du rapport par des signets graphiques. La référence et l'intitulé de ces différents points sont repris dans le tableau ci-dessous, ainsi que le numéro de page auquel se reporter dans l'annexe. Les différents éléments de justification ont été regroupés par thème.

Thème	Référence	Intitulé	Page
Dangerosité des substances liquides	1-a	Classes de substances liquides à considérer par rapport à l'atteinte aux écosystèmes	3
	1-b	Scores de dangerosité relatifs aux écosystèmes dans le cas de rejets liquides dans les eaux de surface	6
	1-c	Classes de substances liquides à considérer par rapport à l'atteinte aux ressources naturelles	9
	1-d	Scores de dangerosité relatifs aux ressources naturelles dans le cas de rejets liquides dans les eaux de surface	10
	1-e	Scores de dangerosité relatifs aux ressources naturelles dans le cas de rejets liquides dans les eaux souterraines	10
Dangerosité des substances gazeuses	2-a	Classes de substances gazeuses à considérer par rapport à l'atteinte aux écosystèmes	11
	2-b	Scores de dangerosité relatifs aux écosystèmes dans le cas de rejets gazeux	11
	2-c	Classes de substances gazeuses à considérer par rapport à l'atteinte aux ressources naturelles	12
	2-d	Scores de dangerosité relatifs aux ressources naturelles dans le cas de retombées sur le sol	12
Transferts	3-a	Critères de prise en compte de transferts successifs pour les rejets liquides	13
	3-b	Périmètres de recherche à utiliser pour les rejets liquides	14
	3-c	Périmètres de recherche à utiliser pour les rejets gazeux	15
Enjeux	4-a	Classification des zones de protection à considérer	17
	4-b	Scores d'importance relatifs aux zones de protection	19
	4-c	Liste des usages de ressources naturelles à considérer	19
	4-d	Scores d'importance de la ressource en eau	20
	4-e	Scores d'importance liés à l'usage du sol	21
Scores de gravité	5-a	Scores de gravité	23

Tableau 1 : Liste des points de justification

1. DANGEROUSITE DES SUBSTANCES LIQUIDES

1-a

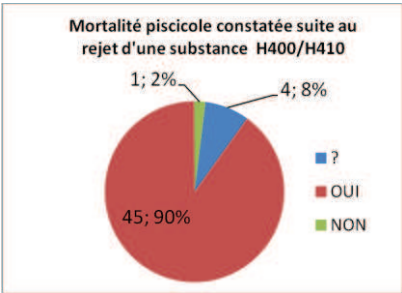
CLASSES DE SUBSTANCES LIQUIDES A CONSIDERER PAR RAPPORT A L'ATTEINTE AUX ECOSYSTEMES

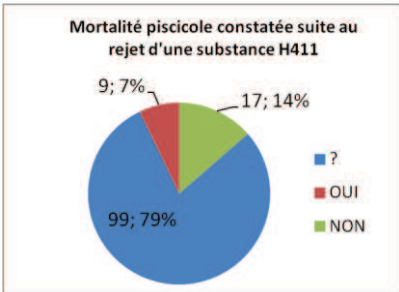
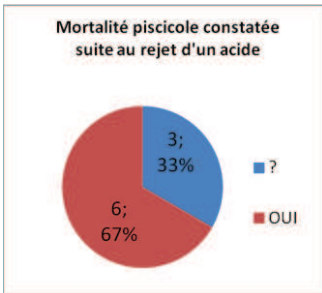
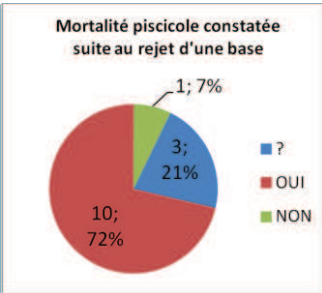
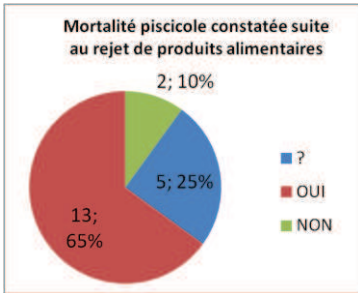
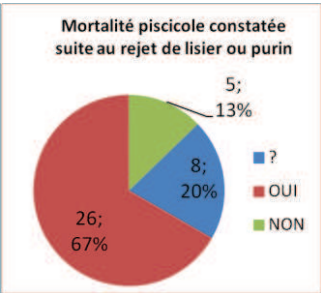
A ce stade de construction de la méthode, la dangerosité des substances liquides n'a été considérée que pour les écosystèmes aquatiques en cas de rejet dans le milieu eau de surface, cette problématique ayant été jugée prépondérante à l'impact d'un rejet d'une substance liquide dans tout autre milieu naturel. Les classes de dangerosité ont été définies et hiérarchisées à partir de deux éléments :

- les résultats d'une étude accidentologique sur 551 accidents sélectionnés de la base ARIA du BARPI ; ces résultats se basent essentiellement sur la mortalité piscicole constatée qui est le seul indicateur de l'impact du rejet d'une substance sur les écosystèmes aquatiques à être régulièrement consigné dans les résumés d'accidents ;
- des considérations sur la toxicité des substances ainsi que sur les modifications chimiques ou physiques des eaux de surface consécutives à l'apport de certaines substances (variation de pH, variation du taux d'oxygène dissous, présence de fluides non miscibles dans l'eau, variations de température, etc.) ; des comparaisons entre les ordres de grandeurs des concentrations massiques admissibles de chaque substance ont servi de base à leur hiérarchisation.

L'exposition n'est donc pas prise en compte pour classer les différentes substances. Les principaux arguments sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

A l'issue de ces réflexions la pollution accidentelle thermique n'a pas été prise en compte, de même que la pollution accidentelle colorimétrique.

H400 : Très toxique pour les organismes aquatiques		
H410 : Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme		
	Analyse accidentologique	Considérations analytiques
1	Les rejets de substances H400/H410, sont systématiquement associés à une mortalité piscicole, comme illustré ci-dessous pour les 50 rejets impliquant ces substances.  De plus, les rejets de substances H400/H410 sont associés aux accidents catastrophiques de l'échantillon analysé pour lesquels une atteinte considérable de la faune aquatique a été observée avec des volumes rejetés de seulement quelques dizaines de m³.	Pour les substances dont la toxicité chronique n'est pas connue, le règlement CLP propose de les classer H410 à partir de la toxicité aiguë selon des concentrations admissibles identiques à celles des substances H400. Par conséquent, les deux mentions de danger coexistent à de nombreuses reprises pour désigner des substances. Il a donc été choisi de ne pas faire de différence à ce stade de la démarche puisque l'exposition n'est pas encore prise en compte.

2	H411 : Toxique pour les organismes aquatiques												
	<i>Analyse accidentologique</i>	<i>Considérations analytiques</i>											
	Le lien entre rejet d'une substance H411 et mortalité piscicole est loin d'être systématique, comme illustré ci-dessous pour les 125 rejets impliquant ces substances.  Mortalité piscicole constatée suite au rejet d'une substance H411 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Réponse</th> <th>Nombre</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>OUI</td> <td>99</td> <td>79%</td> </tr> <tr> <td>NON</td> <td>17</td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>?</td> <td>9</td> <td>7%</td> </tr> </tbody> </table>	Réponse	Nombre	Pourcentage	OUI	99	79%	NON	17	14%	?	9	7%
Réponse	Nombre	Pourcentage											
OUI	99	79%											
NON	17	14%											
?	9	7%											
3	Acides Forts / Bases Fortes / Effluents pH 1 à pH 2												
	<i>Analyse accidentologique</i>	<i>Considérations analytiques</i>											
	Les rejets de bases et d'acides sont quasi systématiquement associés à une mortalité piscicole comme illustré ci-dessous pour les 23 rejets impliquant ces substances.   Mortalité piscicole constatée suite au rejet d'un acide Mortalité piscicole constatée suite au rejet d'une base Néanmoins, contrairement aux produits H400/H410, ces substances ne sont jamais impliquées dans des accidents catastrophiques.	Pour obtenir un pH de 5, classiquement considéré comme dommageable pour de nombreux organismes aquatiques, une concentration massique de l'ordre de 1 à 10 mg/L d'acide fort (selon la masse molaire de l'acide) est à envisager. Ces valeurs sont comparables à celles prises pour classer les substances selon la mention de danger H411 sur la base de leur seule toxicité aiguë.											
3	Matières organiques fermentescibles												
	<i>Analyse accidentologique</i>	<i>Considérations analytiques</i>											
	Les rejets riches en matière organique soluble sont susceptibles de porter gravement atteinte aux écosystèmes aquatiques comme illustré ci-dessous pour les 59 rejets impliquant des produits alimentaires, du lisier ou du purin.   Mortalité piscicole constatée suite au rejet de produits alimentaires Mortalité piscicole constatée suite au rejet de lisier ou purin Néanmoins, contrairement aux produits H400/H410, ces substances ne sont jamais impliquées dans des accidents catastrophiques	Quelque soit la teneur initiale en oxygène dissous d'une eau de surface, une baisse de l'ordre de 10 mg/L de l'oxygène dissous peut être considérée comme fortement préjudiciable à la faune aquatique. En caractérisant les matières organiques fermentescibles par leur demande en oxygène, cette valeur seuil de 10 mg/L conduit à placer ces produits entre les substances de mention de danger H411 et H412.											

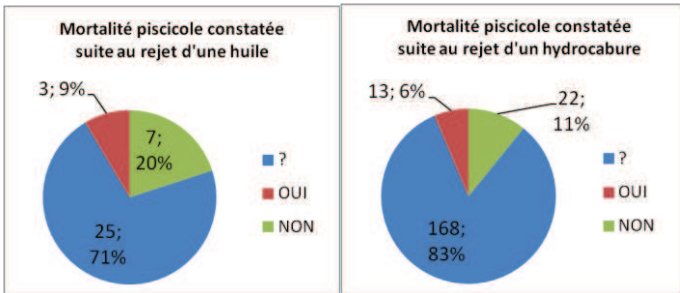
3	Acides Faibles / Bases faibles	
	Analyse accidentologique	Considérations analytiques
	Les résultats présentés ci-avant pour les bases fortes et acides forts ne différencient pas la force des acides ou des bases.	En cas de forte dilution, les acides faibles se comportent comme des acides forts. Leur action sur le pH est néanmoins moindre pour des dilutions moyennes nécessaires à une modification importante du pH.
4	Mention de danger H412 : Nocif pour les organismes aquatiques	
	Analyse accidentologique	Considérations analytiques
	Un seul rejet d'une substance H412 a été identifié dans la base accidentologique et les conséquences en termes de mortalité piscicole ne sont pas détaillées dans le résumé.	Les concentrations admissibles utilisées dans le règlement CLP pour classer selon la mention de danger H411 les substances de toxicité chronique sont supérieures de deux ordres de grandeur à celles utilisées pour la mention de danger H410.
5	Substances flottantes	
	Analyse accidentologique	Considérations analytiques
	Bien que n'étant pas toujours des substances flottantes, les résultats obtenus pour les huiles et les hydrocarbures, qui représentent plus de 40% des rejets consignés dans l'étude accidentologique, ont été considérés représentatifs de ce comportement. Ces rejets sont parfois associés à des mortalités piscicoles, comme illustré ci-dessous.  Par ailleurs, certains accidents où une atteinte importante de la faune aquatique a été observée sont consécutifs à des rejets massifs de plusieurs centaines de m³ d'hydrocarbures même si la relation n'est pas réciproque puisque d'autres rejets massifs n'ont pas eu d'incidence particulière sur les écosystèmes aquatiques.	Il a été choisi de créer une dernière classe pour intégrer notamment les substances flottantes qui peuvent avoir des effets physiques sur les écosystèmes aquatiques et perturber les échanges à l'interface eau/air. Cette classe permettra notamment d'assurer que les hydrocarbures non concernés par des mentions de danger sur la toxicité aquatique soient conservés dans la démarche.
	Matières en suspension	
	Analyse accidentologique	Considérations analytiques
	Dans certains cas de rejets de particules solides minérales et de métaux, une mortalité piscicole a été observée.	Il a été choisi de créer une dernière classe pour intégrer notamment les matières solides en suspension qui peuvent avoir des effets physiques sur les écosystèmes aquatiques et notamment colmater les fonds. Lors des crues, le transport solide peut augmenter jusqu'à atteindre 1g/L, soit bien au-delà des concentrations admissibles pour les autres substances.

Tableau 2 : Eléments de justification de la classification des substances liquides à considérer par rapport à l'atteinte aux écosystèmes

SCORES DE DANGEROUSITE RELATIFS AUX ECOSYSTEMES DANS LE CAS DE REJETS LIQUIDES DANS LES EAUX DE SURFACE

Trois tables de scoring ont été construites pour les différentes eaux de surface considérées (rivière à faible, moyen ou fort débit, lac et mer). La construction des scores s'est basée sur une démarche en deux temps :

- étape 1 : démarche d'éllicitation d'un expert référent de l'INERIS en écotoxicologie afin de déterminer, pour chaque classe de substance, la correspondance entre un niveau de gravité (sur une échelle de 1 à 5) et une grandeur caractéristique propre à chaque type de substance ;
- étape 2 : démarche analytique conservative afin de relier la grandeur caractéristique à une information sur le volume de substance rejetée.

Etape 1 : Démarche d'éllicitation

Lors de la construction des scores, une démarche d'éllicitation a été conduite pour formaliser l'avis d'un expert de l'INERIS, dans le cadre d'une collaboration avec le Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Systèmes pour l'Aide à la DEcision de l'Université Paris-Dauphine. L'éllicitation est utilisée plus généralement pour formaliser les préférences associées à des décisions, tandis que dans le cas présent elle a porté sur des questions scientifiques d'évaluation de scénarios.

La démarche de quantification s'est appuyée sur les règles qualitatives suivantes qui établissent la grandeur caractéristique la plus significative en terme de dangerosité associée à chaque type de substance :

- pour les produits toxiques, la dangerosité se base principalement sur l'ordre de grandeur du rapport entre la concentration admissible et la concentration réelle attendue dans le milieu, ainsi que sur la durée d'exposition ;
- pour les acides et les bases, le raisonnement se base sur le pH obtenu dans les eaux ;
- pour les matières organiques fermentescibles, la dangerosité est à relier à la DBO/DCO ;
- enfin pour les matières en suspension et les produits flottants, il est principalement attendu des problèmes physiques au contact avec le produit qui a été jugé dépendant du rapport entre le volume rejeté et le volume de la masse d'eau considérée.

L'échelle de gravité utilisée dans la démarche d'éllicitation est l'échelle à 5 niveaux suivante :

Score de gravité	Libellé qualitatif
5	Destruction totale des écosystèmes
4	Impact fort sur les écosystèmes
3	Impact relativement important sur les écosystèmes
2	Faible impact sur les écosystèmes
1	Impact négligeable sur les écosystèmes

Tableau 3 : Echelle de gravité utilisée dans le cadre de la démarche d'éllicitation

Les règles quantitatives établies à l'issue de la démarche d'éllicitation sont retranscrites dans le tableau suivant.

Score de gravité	Produit toxique Durée d'exposition courte	Produit toxique Durée d'exposition longue	Acides / bases	Matières organiques fermentescibles	Matières en suspension / Substances flottantes
5	R<10000	R<1000	pH < 3 ou > 11		
4	R<1000	R<100	pH 4		
3	R<500	R<50	pH < 5 ou > 9	oxygène dissous < 3 ppm	10 %
2	R<100	R<10		oxygène dissous < 5 ppm	1 %
1	R<10	R<1			

R est le rapport entre la concentration réelle dans le milieu et la concentration limite admissible.

Tableau 4 : Règles quantitatives établies à l'issue de la démarche d'éllicitation

Concernant le pH, les éléments présents dans la littérature indiquent que la gamme des pH qui ne sont pas directement mortels pour les poissons s'établit de 5 à 9. Ces valeurs limites sont utilisées pour indiquer un impact relativement important (niveau 3) sur les écosystèmes. La destruction totale des écosystèmes (niveau 5) peut être reliée à des pH <3 ou >11 en se basant sur des accidents catastrophiques comme le déversement de boues rouge en Hongrie en octobre 2010.

Concernant les matières organiques fermentescibles, les matières en suspension et les substances flottantes, il n'est pas envisagé la destruction totale des écosystèmes et un comportement relativement binaire est considéré avec en définitive un impact plutôt moyen sur les écosystèmes.

Etape 2 : Démarche analytique

La méthode a pour objectif d'être d'utilisation simple, ce qui conduit à considérer uniquement des paramètres d'entrée faciles à récupérer, quitte à dégrader la précision autour de l'évaluation de la dangerosité du rejet. Cette étape a donc été nécessaire pour relier les grandeurs caractéristiques utilisées dans le Tableau 4 à un nombre réduit de paramètres caractérisant le rejet, soit essentiellement le volume rejeté et le type de milieu récepteur. Les calculs analytiques effectués sont donc basés sur des hypothèses très fortes. En particulier, il a été nécessaire d'associer un volume caractéristique forfaitaire à chaque type d'eau de surface comme indiqué dans le Tableau 5. Pour les cours d'eau, l'ordre de grandeur du volume caractéristique, associé au front de pollution envisageable, a été estimé par deux approches différentes :

- approche volumique : le volume caractéristique est le produit de la section mouillée caractéristique et d'une longueur de front de pollution fixée à 1 km ;
- approche temporelle : le volume caractéristique est le produit du débit caractéristique de la rivière et du temps de passage du front fixé à environ un quart d'heure.

Pour les lacs et la mer, le volume caractéristique retenu est le volume le plus important retenu pour les cours d'eau, soit celui d'une rivière à fort débit.

Type d'eau de surface	Volume caractéristique en m ³	Justification de l'ordre de grandeur du volume caractéristique
Rivière Faible débit	1 000	Section mouillée = 3 m ² => volume = 3 000 m ³ Débit = 1 m ³ .s ⁻¹ => 1000 m ³
Rivière Débit moyen	10 000	Section mouillée = 25 m ² => volume = 25 000 m ³ Débit = 20 m ³ .s ⁻¹ => 20 000 m ³
Rivière Fort débit	100 000	Section mouillée = 150 m ² => volume = 150 000 m ³ Débit = 100 m ³ .s ⁻¹ => 100 000 m ³
Lac	100 000	Identique à une rivière à fort débit
Mer	100 000	Identique à une rivière à fort débit

Tableau 5 : Volume caractéristique associé à chaque eau de surface

Le principe des calculs menés pour chaque classe de substance est exposé dans le Tableau 6.

Classes de substances	Principes de calcul des volumes de rejet
Toxicité pour les organismes aquatiques Mention de danger H400, H410, H411, H412	1) Détermination de la concentration massique limite dans le milieu à partir du rapport R du Tableau 4 et de la concentration admissible du CLP pour une exposition aiguë ; 2) Détermination du volume de rejet comme produit de la concentration massique limite et du volume caractéristique, avec une masse volumique forfaitaire de 1kg/dm³. Une exposition longue est considérée uniquement dans le cas spécifique d'une substance H410, H411 ou H412 rejetée dans un lac : dans ce cas un facteur 10 est appliqué sur le volume de rejet.
Acides Forts / Bases Fortes Acides Faibles / Bases faibles	1) Détermination de la concentration massique limite dans le milieu à partir du pH selon le Tableau 4 et pour une masse molaire forfaitaire de 100 g/mol ; 2) Détermination du volume de rejet en multipliant la concentration massique limite et le volume caractéristique, avec une masse volumique de 1kg/dm et pour des solutions initialement dosées à 10%.
Effluents acides pH 1 à 2	1) Détermination du facteur de dilution nécessaire pour obtenir les pH du Tableau 4 à partir d'un pH 1 initial ; 2) Détermination du volume de rejet en divisant le volume caractéristique par le facteur de dilution.
Matières organiques fermentescibles	1) Association des teneurs en oxygène dissous du Tableau 4 à des niveaux de DBO dans le milieu (approche forfaitaire) : ▪ 3 ppm => 100 mg/L DBO (100 fois moins que du lisier) ; ▪ 5 ppm => 10 mg/L DBO (1000 fois moins que du lisier). 2) Détermination du facteur de dilution nécessaire pour obtenir ces niveaux de DBO à partir d'un rejet à 100 g/L (lait) ou à 10 g/L (lisier) ; 3) Détermination du volume de rejet en divisant le volume caractéristique par le facteur de dilution.
Substances ou produits flottants / Matières en suspension	1) Détermination de la fraction volumique limite à partir des pourcentages du Tableau 4 ; 2) Détermination du volume rejeté en multipliant le volume caractéristique et la fraction volumique limite.

Tableau 6 : Principes de calcul pour établir une correspondance entre les scores de gravité et les volumes du rejet

CLASSES DE SUBSTANCES LIQUIDES A CONSIDERER PAR RAPPORT A L'ATTEINTE AUX RESSOURCES NATURELLES

A ce stade de construction de la méthode, les rejets liquides ont été considérés comme susceptibles d'entraîner principalement la pollution des captages d'eau potable et dans une moindre mesure des eaux de baignade. L'atteinte d'autres ressources naturelles n'a pas été considérée comme une problématique prioritaire.

De nombreux paramètres sont susceptibles de rendre l'eau de boisson impropre à la consommation¹. Ainsi, la modification des caractéristiques organoleptiques peut finalement conduire au même résultat en termes de disponibilité de la ressource en eau potable pour les usagers que l'augmentation de la concentration d'une substance toxique. La logique est identique pour les eaux de baignade puisque celles-ci sont gérées sur la base de paramètres microbiologiques et d'une surveillance visuelle pour détecter la présence de déchets (résidus goudronneux, verre, plastique, caoutchouc, etc.) et non sur des paramètres chimiques². Ainsi, la dégradabilité de la substance paraît finalement être un facteur plus important que la toxicité intrinsèque de la substance pour évaluer la durée d'indisponibilité de la ressource en eau. Ces éléments conduisent à différencier les produits non facilement dégradables des autres. Etant donné l'impact important d'une interruption de l'eau potable sur les populations, il ne semble pas inadéquat d'envisager seulement deux classes, sachant que la hiérarchisation du risque pourra reposer principalement sur l'importance des enjeux.

Néanmoins, de manière pratique, il paraît difficile de ne pas proposer dans la méthode d'autres critères permettant de réaliser un filtre sur les substances que cette notion de dégradabilité. La recherche d'une liste de substances existante qui pourrait faire office de filtre sur les substances à considérer a ainsi été conduite sur la base de trois accidents ayant eu des conséquences sur la distribution d'eau potable, que ce soit sur une courte période ou sur une longue période :

- une pollution accidentelle au tétrachlorure de carbone d'une nappe souterraine, le 11 décembre 1970 à Benfeld en France ;
- une pollution accidentelle à l'ammoniac de la rivière Oudon en France, en mai 2012 ;
- une pollution accidentelle de la rivière Elk au 4-methylcyclohexanemethanol aux Etats-Unis, le 9 janvier 2014.

L'objectif de cette analyse était donc d'identifier quelles sont les listes qui référencent les trois substances incriminées dans ces accidents, parmi les listes de substances suivantes :

- liste des mentions de danger indiquées dans *l'Arrêté de modernisation* (partie de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié) : H301, H300, H351, H350, H340, H341, H360 F, H360D, H361f, H361d, H360 FD, H361fd, H360 Fd, H360Df + H400/H410/H411 ;
- *GESAMP/EHS composite list* ; parmi les informations du profil donné dans cette base, la colonne A2 concernant la biodégradation de la substance est notamment relevée ;

¹ Référence : Directive n° 98/83/CE sur la qualité des eaux de boisson

² Référence : Directive n° 2006/7/CE sur la qualité des eaux de baignade

- *Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (Allgemeine Verwaltungsvorschrift vom 27. Juli 2005) Artikel 1. 3.* Cet article propose un classement de substances et produits selon 3 classes de dangers pour l'eau WGK 1,2 ou 3 ;
- *The Flash Environmental Assessment Tool (FEAT) To identify acute environmental risks immediately following disasters Version 1.0. RIVM. Substance Look-up Table* : cette table propose un classement des substances usuelles dans plusieurs familles ;
- *Guidelines for drinking-water quality, fourth edition World Health Organization 2011 (chapter 8 : chemical aspects)* ; ce chapitre propose des valeurs guides sur certaines substances jugées problématiques ;
- *Directive européenne n° 98/83/CE du 03/11/98 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (Annexe 1)*. Cette annexe liste des valeurs seuils sur certains produits chimiques.

Le résultat de cette analyse est qu'aucune de ces listes existantes ne référence les trois substances incriminées dans les accidents. Ainsi, pour des raisons pratiques, la méthode s'inscrivant prioritairement dans un contexte français, il a été choisi de retenir à ce stade de la construction de la méthode les substances citées dans l'arrêté du 4 octobre 2010 pour effectuer un premier filtre.

1-d

SCORES DE DANGEROSE RELATIFS AUX RESSOURCES NATURELLES DANS LE CAS DE REJETS LIQUIDES DANS LES EAUX DE SURFACE

La table de scoring est basée sur des considérations qualitatives uniquement et reflète une hiérarchisation, pour les différentes eaux de surface considérées, des deux paramètres les plus importants :

- la dégradabilité de la substance ;
- le volume rejeté, pour lequel un seuil forfaitaire à 10 m³ a été considéré.

Un poids important a été donné à la dégradabilité, notamment lorsque le milieu considéré est un milieu fermé.

1-e

SCORES DE DANGEROSE RELATIFS AUX RESSOURCES NATURELLES DANS LE CAS DE REJETS LIQUIDES DANS LES EAUX SOUTERRAINES

La table de scoring est basée sur des considérations qualitatives uniquement et reflète une hiérarchisation des paramètres les plus importants :

- la dégradabilité de la substance ;
- le volume rejeté, pour lequel un seuil forfaitaire à 10 m³ a été considéré.

Une différence majeure est faite également en fonction des zones d'infiltration considérées. Ainsi, dans le cas où il ne s'agit pas d'une infiltration au niveau d'un périmètre de protection rapproché, les substances facilement dégradables ne sont pas considérées. A titre de comparaison avec les eaux de surface, les scores sont identiques entre les nappes captées, avec infiltration dans le périmètre de protection, et les lacs qui sont deux milieux relativement fermés.

Enfin, un score minimal (1) a été considéré pour le cas spécifique des aquifères non captés, même si l'usage de ces ressources est nul lors de la projection des scénarios d'accidents.

2. DANGEROUSITE DES SUBSTANCES GAZEUSES

2-a

CLASSES DE SUBSTANCES GAZEUSES A CONSIDERER PAR RAPPORT A L'ATTEINTE AUX ECOSYSTEMES

A ce stade de construction de la méthode, les substances gazeuses qui ont été considérées comme susceptibles d'entraîner des atteintes aux écosystèmes sont globalement celles envisagées pour l'être humain dans les études de dangers, soit des gaz toxiques par inhalation. Les mentions de danger retenues dans la méthode et listées dans le Tableau 7 sont ainsi les mentions de dangers relatives à la toxicité par inhalation qui classent un établissement Seveso³.

Rang	Rejets accidentels en phase gazeuse	Exemples
1	Mention de danger H330 : Mortel par inhalation	Sulfure d'hydrogène Acide fluorhydrique
2	Mention de danger H331 : Toxique par inhalation	Dichlore Ammoniac

Tableau 7 : Liste illustrée des mentions de danger classant un établissement Seveso vis-à-vis de la toxicité par inhalation

A ce stade de construction de la méthode, la toxicité cutanée, également classante au titre de Seveso, n'a pas été retenue, considérant que peu de substances gazeuses à température ambiante portent uniquement la mention de danger H310.

2-b

SCORES DE DANGEROUSITE RELATIFS AUX ECOSYSTEMES DANS LE CAS DE REJETS GAZEUX

A ce stade de construction de la méthode, les rejets gazeux ont été considérés comme susceptibles d'entraîner des atteintes aux écosystèmes principalement dans les zones où des atteintes sur l'homme sont envisagées pour ces mêmes rejets. Ce choix ne tient donc pas compte de la tolérance intrinsèque des différentes espèces mais repose plutôt sur des considérations pratiques de déroulement de la méthode, étant donné qu'un certain nombre de modélisations de zones d'effets toxiques pour l'être humain devraient être disponibles.

Par défaut, le score de dangerosité associé est maximum (5). En cas de modélisation effectuée dans l'étude de danger, le niveau de gravité immédiatement inférieur (4) est considéré pour le seuil des premiers effets létaux.

2-c

CLASSES DE SUBSTANCES GAZEUSES A CONSIDERER PAR RAPPORT A L'ATTEINTE AUX RESSOURCES NATURELLES

La méthode proposée s'applique uniquement aux cas où l'atteinte à l'environnement est directement imputable à un accident industriel donné et lorsque l'impact est visible sur des enjeux bien identifiés sur le territoire. En effet, dans le cas contraire, lorsqu'il n'est pas possible d'identifier précisément des enjeux potentiels sur le territoire, par exemple pour des gaz à effets de serre, la hiérarchisation du risque se fait alors uniquement sur les caractéristiques du rejet accidentel et non sur les

³ Référence : Directive n° 2012/18/UE Seveso III

enjeux. La mise en œuvre d'une méthode comme celle proposée n'apporte alors rien de plus à la maîtrise des risques que les prescriptions réglementaires qui existent déjà concernant la maîtrise de ces rejets.

La méthode n'a donc d'intérêt que pour des rejets accidentels en phase gazeuse ou assimilée (aérosols et brouillards) dont les retombées atmosphériques à proximité sont susceptibles de polluer l'environnement à tel point que l'utilisation de ressources naturelles identifiables soit menacée. Ces accidents restent rares et concernent les polluants organiques persistants et les métaux lourds⁴, avec des problématiques relatives à la disponibilité des sols, comme dans les trois cas suivants :

- le rejet à l'atmosphère de dioxines dans une usine chimique, à Meda en Italie, le 10 juillet 1976 (dit accident de Seveso) ;
- l'incendie d'un feu de palettes dans une usine de recyclage du bois à Saint Cyprien en France, le 22 août 2008, relâchant dioxines et PCB ;
- le rejet à l'atmosphère de nickel dans un atelier de traitement de surface suite à un défaut de maîtrise du système de ventilation, le 11 juin 2007 à Chazelles-sur-Lyon, en France.

Même si les conséquences de l'accident impliquant des métaux lourds sont bien moins importantes que dans les deux autres cas impliquant des dioxines, l'échantillon analysé a été jugé insuffisant pour justifier une distinction sur la dangerosité intrinsèque des substances. A ce stade de construction de la méthode, toutes ces substances ont donc été regroupées en une seule classe.

2-d

SCORES DE DANGEROSITE RELATIFS AUX RESSOURCES NATURELLES DANS LE CAS DE RETOMBEES SUR LE SOL

A ce stade de construction de la méthode, le score de dangerosité associé à ce type de scénarios a été relié uniquement à la distance à la source d'émission, sur la base de l'analyse des trois accidents cités précédemment. Aucun autre paramètre facilement accessible n'a semblé pouvoir être utilisé pour moduler ce score.

L'analyse montre que les deux rejets catastrophiques de dioxines ont condamné définitivement l'usage agricole des sols dans une zone contigüe à la source d'émission qui totalise jusqu'à plusieurs dizaines d'hectares, soit une distance à la source d'émission de l'ordre de 500 m. Par ailleurs, les retombées atmosphériques ont entravé durablement l'utilisation des ressources jusqu'à 2 km du point de rejet dans les deux cas, voire 5 km dans le cas de l'accident de Seveso. Les scores de gravité ont donc été modulés à partir de cette analyse, en appliquant un score maximum (5) à la plus petite distance et en décotant d'un niveau à chaque fois pour les distances plus importantes.

Cette approche reste conservatrice et implique de n'identifier dans l'analyse qualitative que certains scénarios pressentis comme catastrophiques au vu de la substance considérée. Ainsi, le troisième accident, impliquant des métaux lourds, montre des conséquences sanitaires bien moins importantes que les deux autres et les scores choisis dans la méthode ne rendent pas compte de la réalité de l'accident, même si le principe de précaution a conduit à rendre indisponible les sols temporairement dans un rayon de 500 m, le temps d'effectuer des prélèvements.

⁴ De par leur toxicité et leur persistance dans les milieux, ces substances sont visées par plusieurs conventions internationales (convention de Genève et protocole d'Arrhus, convention de Stockholm).

3. TRANSFERTS

3-a

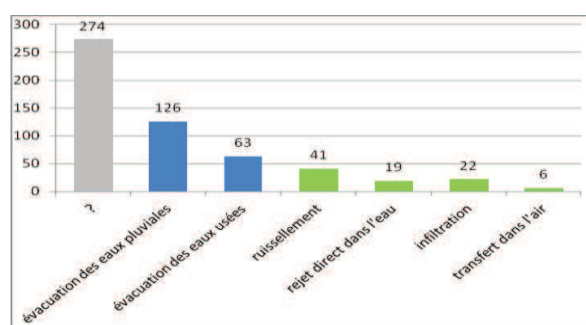
CRITERES DE PRISE EN COMPTE DE TRANSFERTS SUCCESSIFS POUR LES REJETS LIQUIDES

1	Ruissellement sur le sol => Rejet dans les eaux de surface	Eaux de surface - ou point d'entrée d'un réseau conduisant directement aux eaux de surface - à moins de 500 m du point de rejet. <i>L'analyse de la topographie locale peut conduire à modifier cette valeur forfaitaire.</i>
---	---	--

Les conclusions de l'étude accidentologique menée sur 551 accidents de la base ARIA du BARPI montrent qu'une distance de 500 m entre le point de rejet et les eaux de surface apparaît comme étant une valeur haute pour un transfert de type ruissellement.

Parmi les 551 accidents, seuls 88 sont des accidents pour lesquels il est certain que le transfert est naturel, c'est-à-dire qu'il n'a cheminé dans aucun réseau d'évacuation des eaux de pluie ou des eaux usées (voir figure ci-contre). Sur les 41 accidents relatifs à du ruissellement, seuls 7 fournissent des informations sur la distance parcourue et sont repris dans le tableau ci-dessous.

N° ARIA	Distance entre la source de pollution et les eaux de surface
34212	200 m
9333	200 m
35273	300 m
27953	1000 m
11568	400 m
15816	15 m
22375	500 m



L'accident 27953 présente une distance de 1000 m, mais lors de cet accident les produits ont été entraînés dans un fossé par les précipitations et il n'est donc pas été considéré comme un cas emblématique d'un ruissellement en dehors d'un réseau.

La valeur de 500 m finalement retenue dans la méthode pour le ruissellement des produits liquides sur le sol est également celle choisie pour une problématique similaire dans le guide méthodologique pour la réalisation d'une étude de dangers concernant une canalisation de transport publié en 2012 par le Groupe d'Étude de Sécurité des Industries Pétrolières et Chimiques (GESIP).

2	Infiltration dans le sol => Rejet dans l'eau souterraine	Considérer l'infiltration jusqu'à la première nappe souterraine, sauf si celle-ci est captive ou à une profondeur supérieure à 50 m
---	---	---

De manière générale, l'absence de nappe phréatique à faible profondeur sous un site industriel devrait être un cas assez peu fréquent sur le territoire français compte tenu des critères d'implantation pratiques de l'activité industrielle et de la répartition des masses d'eau souterraines. Au contraire, plusieurs nappes superposées sont éventuellement présentes et, dans un objectif de simplification, seule la première nappe est considérée dans la méthode, ce qui revient à ne pas considérer les échanges possibles par drainance entre deux nappes superposées.

La possibilité d'infiltration vers une nappe captive ou vers une nappe située à plus de 50 m de profondeur n'est pas retenue dans la méthode. La valeur de 50 m, qui est également celle choisie pour une problématique similaire dans le guide méthodologique pour la réalisation d'une étude de dangers concernant une canalisation de transport publié en 2012 par le Groupe d'Étude de Sécurité des Industries Pétrolières et Chimiques (GESIP), est une valeur haute. A titre de comparaison, la profondeur à la nappe est l'un des paramètres les plus importants de la méthode DRASTIC, méthode par score utilisée aux Etats-Unis pour la cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines et la valeur de 50 m se situe dans la dernière des dix classes utilisées pour caractériser la profondeur. A titre d'illustration, dans le cas emblématique de l'accident de Benfeld en 1970, la pollution au tétrachlorure de carbone a atteint la nappe rhénane située à une profondeur de l'ordre de 2 m seulement.

3	Migration dans les eaux souterraines => Rejet dans les eaux de surface	▪ rivière à faible débit située à moins de 10 m du point d'infiltration ▪ rivière à débit moyen située à moins de 100 m du point d'infiltration ▪ rivière à fort débit, lac ou mer situés à moins d'1 km du point d'infiltration <i>L'analyse de l'hydrogéologie locale peut conduire à modifier ces valeurs forfaitaires.</i>
---	---	---

Le cas d'un rejet dans une rivière après migration dans les eaux souterraines s'envisage principalement lorsque la nappe impactée est la nappe alluviale de la rivière impactée. La nappe alluviale est directement connectée à la rivière et son étendue correspond au lit majeur dont la largeur varie selon la taille du cours d'eau. Les distances retenues dans la méthode, soit 10 m pour les petites rivières, 100 m pour les rivières moyennes et 1 km pour les rivières à fort débit, traduisent cette configuration particulière.

3-b PERIMETRES DE RECHERCHE A UTILISER POUR LES REJETS LIQUIDES

4	Transport des polluants dans l'eau de surface => Ecosystèmes et ressources naturelles	20 km en aval le long du cours d'eau 20 km en aval et en amont dans un estuaire 20 km de rayon autour d'un point de rejet en mer
---	--	--

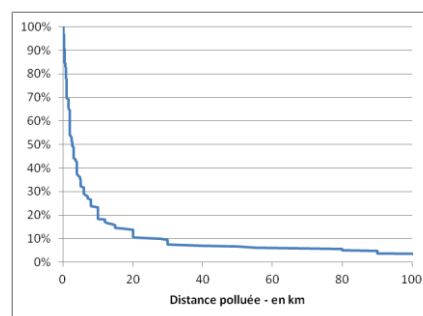
La valeur de 20 km est issue des conclusions de l'étude accidentologique menée sur 551 accidents de la base ARIA du BARPI. Pour seulement 211 accidents sont renseignés à la fois le volume déversé dans une eau de surface et la distance polluée.

Parmi ces 211 accidents, certains se distinguent considérablement en matière de volume déversé ou de distance polluée. Les 7 accidents ayant conduit à des distances polluées supérieures à 100 km sont répertoriés dans le tableau ci-dessous et sont relatifs à des ruptures de bassin de rétention industriel, des incendies impliquant des quantités importantes de produits toxiques ou des déversements très importants d'hydrocarbures. A ce stade de construction de la méthode, ces configurations ont été exclues de la démarche de quantification par score.

N° ARIA	Volume déversé dans l'eau (en m ³)	Distance polluée (en km)	Type de rejets
17265	287500	2000	Rupture de bassins de rétention
31005	100	700	Hydrocarbures (dont benzène et nitrobenzène)
5187	30	250	Eaux d'extinction d'incendie de pesticides
4997	200	200	Eaux d'extinction d'incendie de pesticides
32030	15000	150	Hydrocarbures
223	3780	110	Hydrocarbures
39993	370000	110	Rupture de bassins de rétention

La figure ci-contre présente la courbe de répartition des accidents par rapport à la distance impactée (tronquée à 100 km, c'est-à-dire que les 7 accidents sus-jacents ne sont pas représentés). La valeur de 20 km apparaît comme étant une valeur haute pour définir la zone impactée par une pollution dans les eaux de surface puisqu'elle concerne 90% des accidents de l'échantillon complet des 211 accidents.

La valeur de 20 km est également celle choisie pour une problématique similaire dans le guide méthodologique pour la réalisation d'une étude de dangers concernant une canalisation de transport publié en 2012 par le Groupe d'Étude de Sécurité des Industries Pétrolières et Chimiques (GESIP).



⑤	Migration dans l'eau souterraine => Ressources naturelles	A traiter lors de l'identification des enjeux. <i>Dans ce cas précis, la recherche des enjeux impactés pourra être effectuée directement à partir de la localisation des points d'infiltration en surface, en utilisant les outils réglementaires existants sur la protection des captages d'alimentation en eau potable.</i>
----------	---	---

Par définition, les périmètres de protection rendent compte de la vulnérabilité d'un captage d'alimentation en eau potable en cas d'infiltration d'une substance polluante en tout point situé dans le périmètre. La méthode utilise cet outil réglementaire existant et la démarche consistera pour ce type de transfert à identifier si les points d'infiltration considérés sont positionnés ou non dans ces périmètres de protection.

3-c

PERIMETRES DE RECHERCHE A UTILISER POUR LES REJETS GAZEUX

①	Dispersion dans l'air => Ecosystèmes	5 km de rayon autour du point de rejet <i>Lorsque des scénarios de dispersion toxique ont été modélisés dans le cadre de l'étude de dangers, les distances d'effets associées aux effets létaux peuvent être substituées à cette valeur forfaitaire</i>
----------	--	---

La plupart de ces scénarios devraient être modélisés dans l'étude de dangers pour les atteintes sur l'être humain. Dans l'objectif de réutiliser au maximum les données existantes, l'utilisateur est invité à utiliser les résultats disponibles en termes de distances d'effets, même si la tolérance intrinsèque des différentes espèces ainsi que l'altitude d'exposition n'est pas forcément adaptée.

En cas d'absence d'une modélisation, une valeur forfaitaire de 5 km a été proposée dans la méthode. Cette valeur est considérée comme étant une valeur haute par rapport aux scénarios de dispersion toxique classiquement envisagés dans les études de dangers.

②	Retombées à proximité => Ressources naturelles dans le milieu sol	5 km de rayon autour du point de rejet
----------	---	---

La valeur forfaitaire de 5 km utilisée pour définir le périmètre d'un rejet accidentel avec retombées à proximité est basée sur les enseignements tirés des deux rejets accidentels catastrophiques de dioxines et PCB suivants :

- le rejet à l'atmosphère de dioxines dans une usine chimique, à Meda en Italie, le 10 juillet 1976 (dit accident de Seveso) ; ce rejet a conduit à l'interdiction des activités de culture, d'élevage et de production pendant 8 ans dans la zone « B » qui s'étendait jusqu'à 5 km ;
- l'incendie d'un feu de palettes dans une usine de recyclage du bois à Saint Cyprien en France, le 22 août 2008, relâchant dioxines et PCB ; ce rejet a conduit à l'abattage d'environ 2300 animaux d'élevage dont près de 80% dans un rayon de 5 km autour du point de rejet ; même si la pollution s'est avérée finalement significative dans les 2 premiers kilomètres seulement, zone qui sera donc principalement concernée par des mesures spéciales d'exploitation, la situation au-delà de la zone des 2 km, n'est revenue à des conditions normales d'exploitation que deux ans après l'accident. Un arrêté préfectoral interdit par exemple la consommation du gibier dans les 5 km.

Cette valeur forfaitaire de 5 km peut donc être jugée haute et implique de n'identifier dans l'analyse qualitative que certains scénarios pressentis comme catastrophiques au vu de la substance considérée.

4. ENJEUX

4-a

CLASSIFICATION DES ZONES DE PROTECTION A CONSIDERER

L'objectif affiché en introduction de la méthode par rapport à l'importance environnementale des écosystèmes est de prendre en compte deux aspects :

- la vulnérabilité de l'écosystème ;
- la protection dont fait l'objet l'écosystème au titre de la conservation de la nature.

Ces deux critères ne sont pas tout à fait indépendants. La vulnérabilité des écosystèmes peut effectivement se traduire au niveau de certaines protections, mais d'autres protections reflètent parfois des décisions politiques qui ne sont pas complètement relatives à une sensibilité particulière de la faune et flore sauvages. Par ailleurs, certains espaces sensibles ne sont pas forcément intégrés à des zones protégées. Ainsi, une approche complète, basée à la fois sur les espaces protégés, sur la capacité des habitats potentiellement impactés à revenir à leur état initial et sur la surface impactée permettrait d'atteindre l'objectif affiché dans la méthode.

Néanmoins, à ce stade de construction de la méthode, la classification proposée pour les écosystèmes est basée uniquement sur les protections existantes en France. Ce choix repose sur des considérations pratiques d'accès aux données, sachant que si les zones protégées sont répertoriées sur le territoire et facilement accessibles par des outils de référencement géographique, l'identification des habitats concernés demanderait probablement l'intervention d'un expert pour une caractérisation spécifique sur le terrain. Toutefois, afin d'approcher au mieux l'objectif affiché dans la méthode, la classification a été construite de sorte à faire transparaître au mieux la résilience dans la hiérarchisation des zones protégées.

Ainsi, les règles ayant conduit à la définition des trois classes sont basés sur la catégorisation des espaces protégés français selon les critères de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature dans l'ouvrage : *Les espaces protégés français : une pluralité d'outils au service de la conservation de la biodiversité* ; UICN comité français. Les règles de correspondance qui ont été choisies sont les suivantes :

- classe A : catégories UICN I II et III ;
- classe B : catégorie UICN IV ;
- classe C : catégories UICN V et VI.

Par ailleurs, il a été considéré pour les labels européens NATURA 2000 / RAMSAR, qui recouvrent de larges territoires, que les espaces les plus sensibles au sein de ces territoires étaient déjà classés par ailleurs notamment comme des zones d'inventaires (ZNIEFF ou ZICO). Le choix s'est donc porté sur un classement par défaut dans la classe C pour les labels européens et un classement plus conservatifs pour les zones d'inventaires.

La table de correspondance est explicitée dans le Tableau 8.

Classes	Espaces protégés	Catégories UICN
A	Réserve forestière nationale / Forêt de protection	I pour les réserves forestières nationales
	Parc National, réserve intégrale	I pour réserve intégrale
	Parc National, zone cœur	II pour zone cœur
	Réserve biologique intégrale	I pour réserve intégrale
	ZNIEFF de type 1	Pas de correspondance UICN / Jugé comparable à une réserve intégrale : I
	Réserve de biosphère	Noyau protégé (I à IV) entouré d'une zone de gestion durable (V à VI) Comme il est difficile de différencier le noyau du reste de la zone, une classe A a été choisie pour l'entièreté de la zone
B	ZICO	Pas de correspondance UICN / Jugé comparable à une réserve intégrale : I
	Parc naturel marin	V et VI sauf zone dédiée à la protection du patrimoine naturel IV
	Réserve nationale de chasse et de faune sauvage	IV
	Réserve naturelle nationale, hors réserve forestière et géologique	IV pour les réserves autres que forestières et géologiques
	Zone à protection de biotope	IV
	Réserve biologique dirigée	IV pour réserve dirigée
C	ZNIEFF de type 2	Pas de correspondance UICN / Jugé comparable à une réserve naturelle nationale : IV
	Parc National, zone d'adhésion	V pour la zone d'adhésion
	Parc naturel régional	V (certaines parties de ces parcs sont classées en zone IV mais par ailleurs en tant que réserve naturelle)
	Site NATURA 2000	Les sites NATURA 2000 peuvent concerner différentes catégories / Classement par défaut en C car les sous-espaces les plus sensibles sont reclassés par ailleurs
	Site RAMSAR	Les sites RAMSAR peuvent concerner différentes catégories / Classement par défaut en C car les sous-espaces les plus sensibles sont reclassés par ailleurs
	Espace naturel sensible	V
	Espaces de conservatoires régionaux	IV, V et VI
	Espaces boisés classés	Pas de correspondance UICN. / Classement par défaut en C

Tableau 8 : Correspondance entre la classification choisie dans la méthode pour les zones de protection et les catégories de l'UICN.

Cette démarche de classification a été initiée dans le cadre de la participation de l'INERIS à la réalisation du guide méthodologique pour la réalisation d'une étude de dangers concernant une canalisation de transport publié en 2012 par le Groupe d'Étude de Sécurité des Industries Pétrolières et Chimiques (GESIP). La classification du Tableau 8 est donc similaire à celle de ce guide avec néanmoins quelques aménagements et notamment le retrait des deux protections suivantes ayant plus trait à la beauté d'un site naturel qu'à la protection de la faune ou flore :

- réserve naturelle géologique ;
- site inscrit / site classé.

SCORES D'IMPORTANCE RELATIFS AUX ZONES DE PROTECTION

Les scores associés aux différentes protections couvrent logiquement l'échelle à 5 niveaux, proposée dans la méthode, qui est en correspondance avec l'échelle à 5 niveaux, utilisée pour qualifier la dangerosité d'un rejet. Le saut du score (4) reflète l'importance relative des classes B et C par rapport à la classe A qui concerne les 3 premières catégories UICN. Par ailleurs, un score minimum de 1 est donné dans le cas où aucune zone classée pour la protection de l'environnement n'est impactée, afin de couvrir le cas d'éventuels écosystèmes sensibles mais ne bénéficiant pas d'une quelconque protection.

Par ailleurs, la table de scoring proposée reflète le choix que dans le cas de plusieurs zones impactées, le score maximum est retenu pour constituer le score global. Un raisonnement basé sur le maximum a été préféré à un raisonnement basé sur une somme car les périmètres de recherche des enjeux sont volontairement enveloppe. Il est donc improbable qu'un rejet accidentel atteigne l'ensemble des zones situées dans le périmètre et il est également difficile d'envisager une pondération par l'aire impactée des zones.

En définitive, les scores proposés sont assez proches de ceux présentés dans le guide pour la réalisation d'une étude de dangers concernant une canalisation de transport publié en 2012 par le Groupe d'Étude de Sécurité des Industries Pétrolières et Chimiques (GESIP), même si l'échelle est différente.

LISTE DES USAGES DE RESSOURCES NATURELLES A CONSIDERER

L'objectif affiché en introduction de la méthode par rapport à l'importance environnementale des ressources naturelles est de prendre en compte trois aspects :

- la durée d'indisponibilité de la ressource ;
- les conséquences pratiques de cette indisponibilité sur les utilisateurs de la ressource ;
- le nombre d'utilisateurs impactés.

Les entités cartographiques qui ont été considérées sont celles qui font référence à des usages particulièrement importants dans la vie des usagers et qui risquent d'atteindre un nombre conséquent d'usagers. Des éléments de justification spécifique à chaque usage et à l'entité cartographique sélectionnée pour rendre compte de l'importance de cet usage sont donnés dans le Tableau 9.

Milieu	Usage des ressources	Entité cartographique	Justification
Eau de surface	Captage d'alimentation en eau potable	Périmètre de protection rapproché	Par définition, le périmètre de protection rapproché est l'outil adapté pour juger de l'atteinte accidentelle d'un captage par une pollution.
	Zone touristique	Plage	Seules les plages qui regroupent potentiellement un public important et sont facilement identifiables sur le territoire ont été considérées.

Milieu	Usage des ressources	Entité cartographique	Justification
Eau souterraine	Captage d'alimentation en eau potable	Périmètre de protection rapprochée	Par définition, le périmètre de protection rapproché est l'outil adapté pour juger de l'atteinte accidentelle d'un captage par une pollution.
		Périmètre de protection éloignée, à défaut aire d'alimentation	Pour certaines substances peu dégradables, il semble pertinent d'aller au-delà du périmètre de protection rapprochée qui se base sur des temps d'arrivée des substances inférieurs à 30 jours suivant l'infiltration.
Sol	Jardins des particuliers	Maisons individuelles / Résidences	L'interdiction de consommer des légumes autoproduits est souvent envisagée suite à des pollutions du sol. Dans les cas les plus graves, un éloignement momentané des habitants a été mis en place jusqu'à contrôle ou dépollution.
	Espaces verts publics	Parcs publics	L'accès aux parcs publics peut être interdit suite à une pollution accidentelle.
	Culture agricole, pâturages	Exploitations agricoles	La culture des terres arables peut être interdite suite à une pollution accidentelle. L'indisponibilité de la ressource peut se traduire par des effets directs sur l'emploi.

Tableau 9 : Eléments de justification concernant les enjeux sélectionnés par rapport à l'importance des ressources naturelles

4-d SCORES D'IMPORTANCE DE LA RESSOURCE EN EAU

Les scores associés aux captages d'alimentation en eau potable ont été construits pour assurer une certaine cohérence avec une échelle de gravité spécifique à la problématique de pollution accidentelle qui est proposée par le CDOIF, un organisme du Royaume Uni⁵ regroupant l'administration et des exploitants industriels. Cette échelle à quatre niveaux est reproduite ci-après, pour le critère spécifique relatif à l'interruption d'alimentation en eau potable caractérisé par le produit du nombre de personnes impactés par le nombre d'heures d'interruption.

Importance de l'accident	Critère N_{pi} : nombre de personnes impactées x nombre d'heures d'interruption	Nombre de personnes impactées en considérant une période de 3 mois
1	$N_{pi} < 10^3$	<<1 personne
2	$N_{pi} > 10^3$	1 personne
3	$N_{pi} > 10^7$	Environ 5 000 personnes
4	$N_{pi} > 10^9$	Environ 500 000 personnes

Tableau 10 : Echelle proposée par le CDOIF pour caractériser l'importance d'une interruption d'alimentation en eau potable

⁵ Voir le document : Guideline – Environmental Risk Tolerability for COMAH Establishments. Chemical and Downstream Oil Industries Forum.

L'échelle du CDOIF s'appuie sur la durée d'indisponibilité ou le score de dangerosité relatif aux substances de la méthode proposée par l'INERIS reflète déjà cette notion. Par conséquent, les seuils de l'échelle du CDOIF ont été calculés pour une période type de 3 mois. Les niveaux maximum ont été mis en correspondance (4 pour CDOIF ; 5 pour méthode INERIS) ainsi que les niveaux 3 des deux échelles. L'échelle INERIS reflète ensuite des variations d'1 ordre de grandeur du nombre de personnes entre chaque niveau.

Par ailleurs, il a été associé un score minimum (1) en cas d'impact d'une nappe souterraine qui serait non captée, ce qui permet notamment de prendre en compte d'éventuels puits de particuliers.

Enfin, il a été considéré que la non disponibilité d'une activité récréative est d'importance négligeable devant toute interruption de l'alimentation en eau potable. Ainsi, un score minimum (1) est associé à ce type d'enjeux.

4-e

SCORES D'IMPORTANCE LIES A L'USAGE DU SOL

Les scores proposés relatifs aux nombres d'habitants impactés reflètent uniquement des problèmes de restriction d'usage du sol, notamment des jardins particuliers, et non des configurations particulières où la pollution conduirait à des mesures d'éloignement temporaire, voire définitif du domicile. Il a été fait le choix de prendre une échelle similaire aux usages de l'eau potable, c'est-à-dire de considérer un désagrément comparable pour les deux usages.

Les scores relatifs aux emplois agricoles traduisent une éventuelle perte d'emploi, qui a été jugée plus importante que les désagréments relatifs aux restrictions d'usage.

5. SCORES DE GRAVITE

5-a SCORES DE GRAVITE

Les scores de gravité constituent le rendu final de la méthode et s'appuient sur l'ensemble des scores intermédiaires obtenus lors de la démarche. A ce stade de construction de la méthode, il semble cohérent de choisir une formulation simple et relativement neutre de ces scores globaux, quitte à les faire évoluer par la suite, une fois que la calibration des scores intermédiaires semble optimale.

Dans de nombreuses références présentant des méthodes d'ambition similaire (API⁶, GESIP⁷) la formulation des scores est multiplicative et ce choix a donc également été fait dans la méthode, avec un poids égal donné aux deux scores intermédiaires.

⁶ Managing Systems Integrity of Terminal and Tank Facilities - API 353 – First Edition, Novembre 2006

⁷ Guide méthodologique pour la réalisation d'une étude de dangers concernant une canalisation de transport (hydrocarbures liquides ou liquéfiés, gaz combustibles et produits chimiques). Groupe d'Étude de Sécurité des Industries Pétrolières et Chimiques (GESIP). 2012.



INERIS

*maîtriser le risque
pour un développement durable*

Institut national de l'environnement industriel et des risques

Parc Technologique Alata
BP 2 - 60550 Verneuil-en-Halatte

Tél. : +33 (0)3 44 55 66 77 - Fax : +33 (0)3 44 55 66 99

E-mail : ineris@ineris.fr - Internet : <http://www.ineris.fr>