



(ID Modèle = 454913)

Ineris - 227329 - 2788716 - v1.0

09/03/2026

Benchmark européen de quelques méthodes permettant de considérer les conséquences environnementales d'accidents industriels majeurs

PRÉAMBULE

Le présent document a été réalisé au titre de la mission d'appui aux pouvoirs publics confiée à l'Ineris, en vertu des dispositions de l'article R131-36 du Code de l'environnement.

La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations utilisées.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La mission ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser ce document après cette date.

Au vu de ses missions qui lui incombent, l'Ineris, n'est pas décideur. Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre des missions qui lui sont confiées, ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur dans sa prise de décision. Par conséquent, la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour chaque utilisation du document en dehors de l'objet de la mission.

Nom de la Direction en charge du rapport : DIRECTION SITES ET TERRITOIRES

Rédaction : BOUTILLON Marine

Vérification : VALLEE AGNES; LIM THIEBOT SAMANTHA

Approbation : Document approuvé le 09/03/2026 par BAROUDI HAFID

Liste des personnes ayant participé à l'étude : /

Table des matières

1	Introduction	7
2	Méthode de la République tchèque - Indice H&V	8
2.1	Présentation.....	8
2.2	Déroulé de la méthode	8
2.3	Utilisation et limites de la méthode	8
3	Méthode de la Suède - Indice environnement - accident	10
3.1	Présentation.....	10
3.2	Déroulé de la méthode	10
3.3	Utilisations, limites et opportunités de la méthode	12
4	Méthode du Royaume Uni.....	13
4.1	Présentation.....	13
4.2	Déroulé de la méthode	13
4.2.1	Identification des enjeux	13
4.2.2	Identification des scénarios d'accident majeur pour l'environnement	14
4.2.3	Evaluation du risque	15
4.2.4	Analyse coût / bénéfice	16
4.3	Utilisations, limites et opportunités de la méthode	16
5	Méthode CIRMA espagnole	17
5.1	Présentation.....	17
5.2	Déroulé de la méthode	17
5.2.1	Scénarios accidentels.....	18
5.2.2	Sources de danger	18
5.2.3	Barrières de sécurité	18
5.2.4	Score de la source de danger	19
5.2.5	Systèmes de transport des substances	19
5.2.6	Enjeux environnementaux	19
5.2.7	Probabilité / fréquence associées aux scénarios accidentels	20
5.2.8	Évaluation des risques environnementaux et acceptabilité	20
5.3	Utilisations, limites et opportunités de la méthode	20
6	Comparatif des méthodes étudiées.....	22
6.1	Critères généraux	22
6.2	Critères d'enjeux.....	23
6.3	Critères de ressources	23
6.4	Critères de transferts	24
7	Conclusion	25
8	Abréviations	26
9	Références	27
10	Annexes.....	28

Tableaux

Tableau 1 : Détails des paramètres utilisés dans l'EAI	11
Tableau 2 : Matrice d'évaluation du niveau de conséquence MATTE	15
Tableau 3 : Matrice d'estimation des limites d'acceptabilité	15
Tableau 4 : Matrice d'évaluation de l'acceptabilité.....	15
Tableau 5 : Scores attribués aux différentes sources de danger dans la méthode espagnole du CIRMA	18
Tableau 6 : Évaluation des risques environnementaux et acceptabilité	20
Tableau 7. Comparaison de la méthode de l'Ineris et des méthodes présentées dans ce rapport sur des critères généraux.....	22
Tableau 8. Comparaison de la méthode de l'Ineris et des méthodes présentées dans ce rapport concernant les enjeux environnementaux considérés.	23
Tableau 9. Comparaison de la méthode de l'Ineris et des méthodes présentées dans ce rapport concernant les ressources considérées.	23
Tableau 10. Comparaison de la méthode de l'Ineris et des méthodes présentées dans ce rapport concernant les transferts.	24
Tableau 11 : Évaluation de la toxicité CL50 par inhalation pour les rats pendant 4 heures	30
Tableau 12 : Visualisation des propriétés physiques de la substance.....	30
Tableau 13 : Évaluation de l'indice de dangerosité toxique pour le biote	31
Tableau 14 : Évaluation de la toxicité de la substance pour le sol	31
Tableau 15 : Visualisation de la substance toxique pour le milieu aquatique.....	32
Tableau 16 : Visualisation des propriétés physiques de la substance.....	32
Tableau 17 : Évaluation de l'indice de la dangerosité toxique pour le milieu aquatique.....	32
Tableau 18 : Visualisation des propriétés physico-chimiques de la substance	33
Tableau 19 : Parcours d'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines	33
Tableau 20 : Évaluation de l'aquifère du milieu rocheux et du risque de pollution	34
Tableau 21 : Caractérisation de la couverture	34
Tableau 22 : Degré de protection.....	34
Tableau 23 : Signification de la gestion de l'eau de l'aquifère (selon les cartes hydrologiques)	35
Tableau 24 : Indice d'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines	35
Tableau 25 : Évaluation de la vulnérabilité de l'environnement du sol non agricole	36
Tableau 26 : Évaluation de la partie biotique du milieu.....	37
Tableau 27 : Catégories d'évaluation des conséquences d'un accident par rejet de substances toxiques dans les eaux de surface.....	38
Tableau 28 : Catégories d'évaluation des conséquences d'un accident par rejet de substances toxiques dans le sol.....	38
Tableau 29 : Catégories d'évaluation des conséquences d'un accident par rejet de substances toxiques dans les eaux souterraines.....	39
Tableau 30 : Catégories d'évaluation des conséquences d'un accident par rejet de substances toxiques dans le compartiment environnemental biotique.....	39
Tableau 31 : Catégories d'évaluation des conséquences d'un accident par rejet de substances inflammables dans le compartiment environnemental biotique	40
Tableau 32 : Matrice d'acceptabilité des risques pour l'environnement	41
Tableau 33 : Matrice d'acceptabilité des risques toxiques pour les eaux de surface	42
Tableau 34 : Matrice d'acceptabilité des risques toxiques pour l'environnement du sol	42
Tableau 35 : Matrice d'acceptabilité des risques toxiques pour les eaux souterraines	43
Tableau 36 : Matrice d'acceptabilité des risques toxiques pour le milieu biotique.....	43
Tableau 37 : Matrice d'acceptabilité des risques d'incendie pour le milieu biotique.....	44
Tableau 38 : Score attribué à la variable Tox.....	48
Tableau 39 : Score attribué à la variable Con	49
Tableau 40 : Score attribué à la variable Am	49
Tableau 41 : Cotation Am des scénarios de l'étude.....	49
Tableau 42 : Score de la variable Sol	50
Tableau 43 : Score attribué selon la distance jusqu'au puits, lac ou cours d'eau le plus proche	50
Tableau 44 : Score attribué selon la profondeur des eaux souterraines	51
Tableau 45 : Score selon l'inclinaison de la surface de l'eau souterraine et la direction de l'écoulement	51
Tableau 46 : Score attribué au type de sol selon l'épaisseur de celui-ci	51

Tableau 47 : Valeurs pour la variable Sur	52
Tableau 48 : Synthèse des différents scores attribués aux différents paramètres pour chaque scénario	52
Tableau 49 : Détermination des seuils MATTE pour les zones désignées d'importance national	54
Tableau 50 : Détermination des seuils MATTE pour les zones désignées d'importance internationale	55
Tableau 51 : Détermination des seuils MATTE pour les autres terres désignées	55
Tableau 52 : Détermination des seuils MATTE pour les habitats rares	56
Tableau 53 : Détermination des seuils MATTE pour les habitats étendus (terre/eau)	57
Tableau 54 : Détermination des seuils MATTE pour les eaux souterraines	59
Tableau 55 : Détermination des seuils MATTE pour les sols ou sédiments	60
Tableau 56 : Détermination des seuils MATTE pour l'environnement bâti	60
Tableau 57 : Détermination des seuils MATTE pour les divers enjeux	61
Tableau 58 : Détermination des seuils MATTE pour les espèces particulières	62
Tableau 59 : Détermination des seuils MATTE pour les eaux marines	63
Tableau 60 : Détermination des seuils MATTE pour les habitats d'eau douce et estuariens	64
Tableau 61 : Critères de gravité à considérer comme un accident majeur basés sur les conséquences non atténuées (Source : CDOIF, 2013)	67
Tableau 62 : Critères de durée/récupération basés sur les conséquences non atténuées (Source : CDOIF, 2013)	69
Tableau 63 : Tableau de détail des enjeux environnementaux	72
Tableau 64 : Tableau d'évaluation des impacts environnementaux pour le scénario A	73
Tableau 65 : Tableau d'évaluation des impacts environnementaux pour le scénario B	74
Tableau 66 : Tableau récapitulatif des niveaux de gravité, durée et conséquences pour le scénario A	76
Tableau 67 : Tableau récapitulatif des niveaux de gravité, durée et conséquences pour le scénario B	77
Tableau 68 : Détermination de l'acceptabilité d'un accident impactant les autres terres désignées	78
Tableau 69 : Détermination de l'acceptabilité d'un accident impactant les habitats rares	79
Tableau 70 : Détermination de l'acceptabilité d'un accident impactant les terres non désignées	79
Tableau 71 : Détermination de l'acceptabilité d'un accident impactant les eaux non désignées	79
Tableau 72 : Détermination de l'acceptabilité d'un accident impactant les eaux souterraines et source d'eau potable	79
Tableau 73 : Détermination de l'acceptabilité d'un accident impactant les sols et sédiments	80
Tableau 74 : Détermination de l'acceptabilité d'un accident impactant les habitats d'eau douce et estuarienne	80
Tableau 75 : Critères utilisés pour chacun des aspects	81
Tableau 76 : Critères utilisés pour « substances classées dangereuses pour l'environnement »	82
Tableau 77 : Critères pour la composante « sources de risques-quantité »	82
Tableau 78 : Critères utilisés pour les habitats	83
Tableau 79 : Critères retenus pour le facteur conditionnel des espaces naturels protégés	83
Tableau 80 : Critères utilisés pour les catégories de protection des espèces du facteur conditionnel	83
Tableau 81 : Critères utilisés pour le facteur conditionnel du patrimoine historique artistique	83
Tableau 82 : Critères utilisés pour le facteur conditionnel de réversibilité dommage / récupération	83
Tableau 83 : Critères utilisés pour le facteur conditionnel d'impact socio-économique associé à l'altération des ressources naturelles	84
Tableau 84 : Critères pour le facteur de probabilité	85
Tableau 85 : Critères pour le facteur de fréquence (équivalences)	85
Tableau 86 : Conditions de départ du scénario accidentel	86
Tableau 87 : Logiciel EPI Suite (Agence américaine de protection, US EPA)	87
Tableau 88 : Propriétés chimiques de la substance impliquée	87
Tableau 89 : Critères utilisés pour chacun des aspects « Toxicité aiguë, volatilité, bioconcentration, adsorption et biodégradation »	88
Tableau 90 : Sources de risques partielles – Score de substance	88
Tableau 91 : Critères utilisés pour la quantité effective impliquée	89
Tableau 92 : Score partiel sources de risques – quantité impliquée	89
Tableau 93 : Score de la composante sources de risques	89
Tableau 94 : Score partiel systèmes de transports	90
Tableau 95 : Facteur conditionnel des espaces naturels protégés	91
Tableau 96 : Facteur conditionnel de la protection des espèces	91

Tableau 97 : Facteur conditionnel du patrimoine historique-artistique	91
Tableau 98 : Facteur conditionnel de réversibilité des dommages / récupération	92
Tableau 99 : Facteur conditionnel des impacts socio-économiques associés à l'altération des ressources naturelles	92
Tableau 100 : Scores des enjeux vulnérables	93
Tableau 101 : Récapitulatif des scores IGCM obtenus pour chaque scénario	93
Tableau 102 : Critères pour le facteur de probabilité (ACR)	93
Tableau 103 : Critères pour le facteur de fréquence (équivalences)	94
Tableau 104 : Score de la composante sources de risque	94
Tableau 105 : Récapitulatif des scores IRM obtenus pour chaque scénario	94
Tableau 106 : Évaluation et acceptabilité du risque environnemental	95

1 Introduction

La Directive Seveso 3 vise à prévenir les accidents majeurs qui pourraient être causés par certaines activités industrielles et à en limiter les conséquences pour la santé humaine **et pour l'environnement**.

L'article 4 de la Directive 2012/18/UE établit une liste de propriétés et caractéristiques à fournir afin d'évaluer le potentiel accidentogène ou non d'une substance. Ainsi, **l'évaluation des propriétés du danger environnemental que présente la substance dangereuse concernée sont, par exemple, l'écotoxicité, la persistance, la bioaccumulation, le potentiel de propagation à longue distance dans l'environnement, ainsi que d'autres propriétés, le cas échéant.**

A l'heure actuelle, la réglementation française n'impose pas d'étude spécifique pour prévenir et protéger l'environnement en cas d'accident industriel majeur. Il est constaté que les pratiques actuelles dans les études de dangers sont de lister les scénarios générant potentiellement de la pollution, mais ceux-ci ne sont pas repris dans l'analyse détaillée des risques.

Dans une démarche volontaire, l'Ineris a publié un guide pour combler ce manque et a souhaité réaliser un benchmark européen des méthodes permettant de considérer les conséquences environnementales d'accidents industriels majeurs. Pour ce faire, le travail réalisé en 2014 par AMEC, en collaboration avec l'Ineris, pour la Commission Européenne a notamment été utilisé (AMEC, 2014).

Lors de la revue des méthodes existantes, plusieurs méthodes européennes ont été identifiées (Portugal, Pays Bas, Espagnol, etc.), mais aussi en dehors de l'Union européenne : Etats-Unis, Norvège, Inde, Canada, etc.

Le benchmark présenté ci-dessous se concentre sur les méthodes anglaise, espagnole, tchèque et suédoise. Ce choix ne présume en aucun cas d'une meilleure exactitude, robustesse et utilisabilité de ces méthodes. Il conviendrait, dans un second temps, d'en étudier d'autres.

Outre une introduction (chapitre 1), une liste des abréviations (chapitre 7), une liste des références (chapitre 9) et des annexes (chapitre 10), le document est divisé selon les 5 parties suivantes :

- Chapitre 2 : Méthode de la République tchèque - Indice H&V ;
- Chapitre 3 : Méthode de la Suède - Indice environnement - accident ;
- Chapitre 4 : Méthode du Royaume Uni ;
- Chapitre 5 : Méthode CIRMA espagnole ;
- Chapitre 6 : Comparatif des méthodes étudiées.

2 Méthode de la République tchèque - Indice H&V

2.1 Présentation

La méthode H&V Index a été créée par 2 chercheurs de l'Université technique d'Ostrava (Vojkovská, Danihelka) en 2002. Elle fait suite à la loi Tchèque n°353/1999 qui est la transposition de la Directive Seveso 2. Cette méthode a été légèrement revue à la suite de la publication de la Directive européenne Seveso 3 (classement CLP).

2.2 Déroulé de la méthode

La méthode a pour but de déterminer la gravité potentielle sur l'environnement d'un accident industriel grâce à la combinaison d'un indice de dangerosité de la substance (H pour toxic Hazard), d'un indice de vulnérabilité (V pour Vulnérabilité) et des quantités potentiellement émises lors de l'accident. Cette méthode s'applique aux pollutions aquatiques et aux pollutions terrestres.

Aussi la méthode suit les étapes clés suivantes :

- Détermination d'un "indice de dangerosité toxique" ;
- Détermination d'un "indice de vulnérabilité environnementale" ;
- Déterminer la gravité d'un accident sur l'environnement selon l'échelle de gravité A à E, aussi utilisée pour estimer la gravité d'un accident sur la santé humaine ;
- Déterminer l'acceptabilité d'un accident en utilisant la même matrice qu'habituellement qui croise la probabilité avec le niveau de gravité.

L'indice de dangerosité (H) est défini selon quatre catégories différentes :

- Indice de danger pour les biotes¹ déterminé via la LC50rat suite à inhalation pendant 4h, ou LC50lapin suite à exposition cutanée, ou LC50rat suite à ingestion ;
- Indice de danger pour l'environnement du sol ;
- Indice de danger pour le milieu aquatique qui est fonction de la toxicité (LC50poisson) et de propriétés physiques (solubilité, pression de vapeur, etc.) ;
- Indice d'inflammabilité affectant le biote.

L'indice de vulnérabilité (V) est défini selon quatre catégories différentes :

- Indice de vulnérabilité des eaux de surface : un score est attribué selon si c'est de l'eau potable stagnante, de l'eau dans un bassin de décantation, cours d'eau, etc. ;
- Indice de vulnérabilité des eaux souterraines ;
- Indice de vulnérabilité de l'environnement pédologique (c'est-à-dire l'étude scientifique des sols) ;
- Indice de vulnérabilité du biotope².

Ensuite, une formule combine les indices de danger toxique et de vulnérabilité afin de donner l'indice toxique final.

Selon la valeur de cet indice toxique et la quantité potentielle de la substance toxique qui pourrait être rejetée dans chaque compartiment environnemental, la catégorie de gravité de l'accident est déterminée.

La gravité potentielle de l'accident est définie selon cinq catégories : impact négligeable, faible impact, impact considérable, impact très marqué et impact maximal.

2.3 Utilisation et limites de la méthode

Un essai d'application de la méthode a été réalisé et est présenté en **Annexe 1**. Les concepteurs de la méthode ont eu clairement à cœur de rendre celle-ci facilement exploitable grâce à un usage de données facilement accessibles dans leur pays.

¹ Le terme biote désigne la flore et la faune.

² Le terme biotope est une aire géographique de dimensions variables, souvent de taille réduite, offrant des conditions constantes ou cycliques aux espèces constituant la biocénose. L'ensemble des facteurs physiques et chimiques de l'environnement reste sensiblement constant. (source : Site actu-environnement.com)

Cette méthode permet d'évaluer le potentiel toxique de substances selon leurs propriétés et caractéristiques propres, et donc peut aider, le cas échéant, à en choisir une substance plutôt qu'une autre.

Le score de vulnérabilité attribué est uniquement fonction du milieu dans lequel les substances peuvent être rejetées. **Les enjeux potentiellement atteints et leur degré et durée d'atteinte ne sont pas considérés.**

3 Méthode de la Suède - Indice environnement - accident

3.1 Présentation

Poursuivant des travaux initiés en 1995, l'université suédoise d'Umeå, à travers une thèse menée par A.S. Anderson en 2004, a proposé un index visant à aider les autorités et les industries à évaluer les risques sur l'environnement associés aux accidents chimiques et à organiser une prévention efficace.

L'indicateur présenté est issu de l'analyse de jugements d'experts recueillis via des questionnaires pour estimer les conséquences environnementales des accidents chimiques. Ces jugements d'experts ont montré des divergences, mais des tendances cohérentes ont émergé, offrant des indications utiles pour la planification, la prévention et les processus de décontamination.

Cette méthode a été développée pour évaluer les conséquences de l'accident en amont de son occurrence. Les auteurs insistent sur le fait, qu'en l'état, elle n'est pas adaptée pour prévoir les conséquences potentielles d'un événement en cours.

En 2006, à travers un article, une évolution de cet indicateur est présentée. L'indicateur, après mises en application avec des cas représentatifs d'accidents chimiques, a évolué afin d'être plus robuste et de couvrir un spectre plus large de scénarios d'accidents (liés à un rejet, un incendie, une explosion et une inondation). Les auteurs proposent de futurs travaux permettant, notamment, d'affiner l'échelle de classification et de confronter cet indicateur avec une situation réelle.

3.2 Déroulé de la méthode

L'Environmental Accident Index (EAI) est un outil basé sur une équation simple :

$$EAI = Tox \times Am(Con + Sol + Sur)$$

Avec

- La toxicité aiguë pour les organismes aquatiques (Tox) ;
- La quantité stockée ou transportée de la substance chimique (Am) ;
- Les facteurs contrôlant la propagation de la substance chimique (Con, Sol, Sur), soit :
 - Con : la consistance ou viscosité de la substance chimique ;
 - Sol : la solubilité dans l'eau ;
 - Sur : les propriétés de l'environnement environnant telles que la distance aux puits, rivières ou lacs, la profondeur de la nappe phréatique, la profondeur jusqu'à la surface des eaux souterraines, la direction de l'écoulement, et la perméation du sol (conductivité hydraulique du produit chimique et sol et porosité du sol) ;
- La densité ;
- La pression de vapeur.

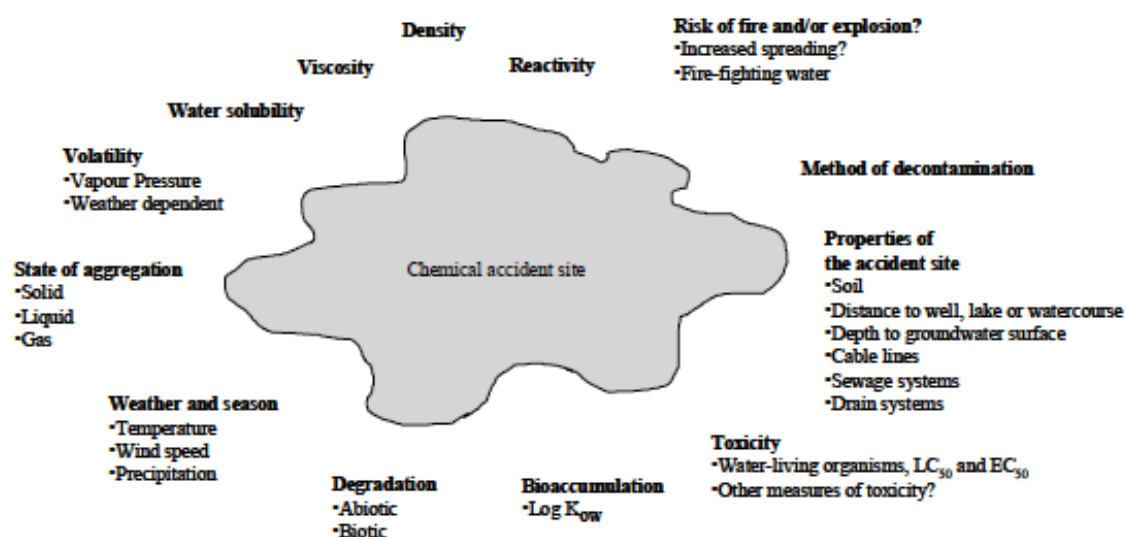


Figure 24. *Factors to consider at a chemical accident site.*

Les cotations attribuées à chacun de ces paramètres sont présentées de façon résumée dans le tableau ci-dessous, et plus précisément en **Annexe 2**.

Paramètres ³	Description
Tox (toxicité aiguë pour les organismes aquatiques)	Score de 1 (CL50/CE50>1000 mg/l) à 10 (CL50/CE50<1 mg/l) ⁴
Am (quantité de produit chimique stocké)	Score de 1 (quantité<0,5t) à 10 (quantité>500t)
Con (consistance / viscosité)	Score de 0 (composé solide) à 5 (viscosité<0,5cSt)
Sol (solubilité dans l'eau)	Score de 1 (solubilité<1%poids) à 5 (solubilité>90%poids)
Sur (alentours)	Somme des 4 paramètres (score de 1 à 10 sur la base des scores résumés pour) : - Distance au puits, lac ou cours d'eau le plus proche allant de 0 (>2000m) à 9 (0-10m) - Profondeur jusqu'à la surface de l'eau souterraine allant de 0 (>60m) à 9 (0-0,2m) - Pente de l'écoulement des eaux souterraines, de 0 (pas de puits/lac/cours d'eau à moins de 1 km dans le sens de l'écoulement des eaux souterraines) à 5 (surface des eaux souterraines inclinée vers un tel corps) - Matrice de type et d'épaisseur de sol allant de 0 (sol givré>30m d'épaisseur) à 9 (gravier<3m d'épaisseur) - Le score total est de 0 à 32 et il est mis à l'échelle en 5 catégories pour donner le paramètre « Sur » avec un score total de 1 à 10

Tableau 1 : Détails des paramètres utilisés dans l'EAI

³ Con, Sol et Sur décrivent le potentiel de propagation du produit chimique dans l'environnement, en termes de ses paramètres physico-chimiques en particulier sa consistance / viscosité et sa solubilité dans l'eau, mais aussi en termes de l'environnement environnant.

⁴ CL₅₀ ou CE₅₀ la plus basse disponible pour les poissons, les daphnies ou les algues.

Selon le résultat EAI obtenu, la nécessité d'une évaluation plus approfondie est statuée :

- EAI de 0 à 100 : il est recommandé d'effectuer une analyse de danger (HA) afin d'étudier les propriétés inhérentes de la substance pour identifier si son rejet peut être dangereux ;
- EAI de 100 à 500 : Analyse de risques (HA) et évaluation préliminaire des risques pour l'environnement (ERA) ;
- EAI > 500 : ERA poussée basée sur la concentration environnementale prévue (PEC) et la concentration prévue sans effet (PNEC) sur la base des valeurs de toxicité aiguë.

3.3 Utilisations, limites et opportunités de la méthode

Suite à une mise en application (présentée en **Annexe 3**), il ressort que l'approche EAI ne donne pas une mesure absolue du potentiel de provoquer un accident majeur affectant l'environnement. Cet indicateur est plutôt utilisé pour déterminer si une analyse plus approfondie est nécessaire afin de mieux évaluer les impacts potentiels qu'aurait un accident. Cette méthode peut aussi servir à comparer l'impact potentiel que pourrait avoir le mélange de deux substances.

Cet indicateur peut être utilisé pour des rejets aqueux (surface et sous-terrain) et dans le sol. Il ne peut être utilisé pour les incendies, explosions ou accidents dans lequel des gaz et les particules seraient émis.

L'EAI est très dépendant des paramètres décrivant la toxicité, la quantité sur le site et les environs, et moins des propriétés physico-chimiques. L'auteur propose de poursuivre les travaux afin d'affiner la formule et la classification des conséquences et de valider la méthode en externe. A notre connaissance, un article reprenant cette thèse a été publié en 2007 (Anderson A S, 2007). Suite à cela, nous n'avons pas trouvé traces de travaux ultérieurs.

Afin de poursuivre ce travail de benchmark, il pourrait être intéressant de regarder plus en détail ce que contiennent les HA et ERA⁵.

⁵ L'ERA avancée est définie ici comme une comparaison entre la concentration environnementale prédite (PEC) et la concentration sans effet prédite (PNEC). Comme un accident est souvent de courte durée, la toxicité aiguë est utilisée pour calculer la PEC. Si la PEC > PNEC, le risque d'effets environnementaux est élevé, tandis que si la PEC < PNEC, le risque est faible.

4 Méthode du Royaume Uni

4.1 Présentation

La méthode proposée par le CDOIF⁶ (Chemicals and Downstream Oil Industries Forum) en 2013 a pour objectif d'aider les industriels anglais à appliquer la réglementation **COMAH99** (Control Of Major Accident Hazard). Cette réglementation, transposition de la Directive européenne Seveso 2, est aujourd'hui remplacée par COMAH15. La dernière évolution de la méthode a été produite en 2016 à la suite de la promulgation de la Directive Seveso 3 et prend notamment en compte la nomenclature CLP.

Cette méthode fournit une référence aux sites COMAH (soit ICPE, dont Seveso, comme ils sont nommés en France) pour la réalisation de leur évaluation des risques environnementaux, telle qu'exigée par la Directive Seveso 3. Elle a été mentionnée pour la première fois dans Safety Report Assessment Manual (SRAM) - Section 13, qui est un document utilisé par COMAH Competent Authority (CCA), c'est-à-dire l'autorité compétente en matière d'ICPE. Elle peut aussi être utilisée par les autorités lors de l'examen de ces études. Ce guide méthodologique, bien que particulièrement utilisé dans les secteurs chimique et pétrolier, n'est pas d'application réglementaire. Ceci permet des contournements à la méthode, du moment qu'elles sont justifiées.

La méthode s'appuie sur d'autres documents, tels que :

- Guidance on the Environmental Risk Assessment Aspects of COMAH safety Reports (COMAH, 1999) ;
- DETR 1999, Guidance on the Interpretation of Major Accident to the Environnement for the Purposes of the COMAH Regulations (DETR, 1999) ;
- EA, 2004, Guidance identifying COMAH Major Accidents to the Environment (MATTEs) ;
- EA, 2010, Incidents and their classification: the Common incident classification scheme (CICS).

4.2 Déroulé de la méthode

La méthode est basée sur une logique « source $\Rightarrow$ transfert $\Rightarrow$ récepteur ».

Tout d'abord, il convient d'identifier les enjeux environnementaux pouvant être impactés, pour ensuite déterminer les MATTE (Major Accident To The Environment, soit accident considéré comme majeur ou significatif pour l'environnement), scénarios objets de cette méthode. Des seuils permettent de classer le scénario accidentel comme majeur ou significatif en combinant l'étendue, la gravité et la durée en fonction de l'enjeu impacté. Ensuite, il convient de quantifier le MATTE via l'application de tables. Une fois le scénario quantifié, il est possible de dégager l'acceptabilité de celui-ci en utilisant une matrice Probabilité-Conséquences, puis d'effectuer une analyse coûts / bénéfices.

4.2.1 Identification des enjeux

La détermination des scénarios à considérer pour la suite de l'étude étant liée aux enjeux environnementaux pouvant être impactés, il convient de les identifier en première intention. La méthode propose une liste qui, bien que non prescriptive, permet de déterminer comment évaluer la gravité du dommage. La liste des enjeux provient du document Guidance on the Interpretation of Major Accident to the Environnement for the Purposes of the COMAH Regulations (DETR, 1999) : tab 1 à 12. Les enjeux considérés sont les suivants :

- Zones désignées :
 - Réserves naturelles nationales,
 - Sites d'intérêt scientifique particuliers,
 - Réserves naturelles marines,
 - Sites Natura 2000,
 - Royal Society for the Protection of Birds Reserves
 - Sites RAMSAR,
 - Espace naturel sensible,

⁶ Le Chemical and Downstream Oil Industry Forum (CDOIF), un groupe conjoint de l'industrie, composé de régulateurs, d'opérateurs et d'associations professionnelles. Le CDOIF a été formé en 2011 pour produire des orientations sur l'acceptabilité aux risques environnementaux pour les établissements du règlement COMAH.

- Zones d'une beauté naturelle exceptionnelle,
- Réserves naturelles locales,
- Zones sensibles aux nitrates,
- Habitats rares : habitats prioritaires et caractéristiques géologiques
- Local Wildlife Sites (England),
- Local Nature Conservation Site (Scotland),
- Site of Importance for Nature Conservation (Wales)
- Habitats très étendus (terres agricoles, élevage, sylviculture, aquaculture, pêche, aire publique : navigation de plaisance et baignade,) ;
- Eaux souterraines : potable ou non ;
- Source Protection Zones (England and Wales only)
- Aquifères principaux et secondaires ;
- Sol et sédiment : données des sols et données sur les forages ;
- Patrimoine bâti : bâtiments listés niveau 1 et 2 (Angleterre et Pays de Galle), niveau A et B (Ecosse), bâtiments anciens, et sites du patrimoine mondial ;
- Protection d'espèces :
 - Espèces communes,
 - Espèces rares,
 - Espèces législation européenne,
 - Espèces Wildlife & Countryside (UK),
 - Espèces Liste Rouge de l'UICN (niveau international),
- Zones marines (zones littorales, sub-littorales, environnement benthique, oiseaux marins et mammifères marins) ;
- Zones d'eau douce ou saumâtre (ruisseaux, rivières, estuaire, zone semi-stagnante comme les lacs et lochs, etc.) ;
- Ceinture Verte (UK),
- Parc nationaux,
- Réserves naturelle local,
- National Trust Land (UK),
- Terres communes.

4.2.2 Identification des scénarios d'accident majeur pour l'environnement

Selon le type d'enjeu potentiellement impacté par l'accident, et si les deux paramètres suivants excèdent les seuils (**Annexe 4**), alors le scénario est retenu ou non en tant que MATTE :

- L'étendue et la gravité de l'impact ;
- La durée.

Le scénario accidentel sera catégorisé comme étant significatif ou majeur et sera ou non retenu pour la suite de l'étude.

Pour estimer ces deux paramètres, des tableaux sont proposés en **Annexes 5 et 6**. L'estimation de la durée provient de la considération de la biodégradation en estimant les temps de récupération pour chaque type de milieu (eau de surface, eau souterraine, source d'eau potable et non potable, terre, environnement bâti) à partir d'un rapport de l'Energy Institute de 2017.

Les scénarios types sont :

- Débordement de réservoir ;
- Rupture d'un bac ;
- Fuite à la base d'un réservoir ;
- Rupture ou fuite de tuyauterie ;
- Feu d'entrepôt / incendie d'une installation chimique ;
- Aggravation d'un des scénarios cités au-dessus ou d'un autre incident.

4.2.3 Evaluation du risque

Cette étape consiste à déterminer, pour chaque enjeu, si la substance stockée dans l'établissement (ou une autre substance qui pourrait être présente, telle que l'eau d'incendie ou les sous-produits de réaction) a le potentiel de provoquer un MATTE. Si tel est le cas, il convient d'évaluer le niveau d'acceptabilité du risque et de déterminer si des techniques de prévention ou d'atténuation peuvent être mises en place. Concrètement, lors de la réalisation d'une étude, il peut être choisi de ne pas nécessairement traiter ce chapitre sous l'angle d'une réduction du risque à « largement acceptable » ou « aussi bas que raisonnablement possible » (ALARP). Le principe de proportionnalité s'applique.

De même que lors de la réalisation d'études de dangers françaises, l'agrégation et les effets dominos doivent être intégrés.

L'acceptabilité est la combinaison du niveau de conséquences du MATTE et de la probabilité (tableau de détermination de la gravité en **Annexe 5** ; tableaux de niveau de conséquence et de probabilité ci-dessous) et est déterminée en positionnant ces deux paramètres dans une matrice d'acceptabilité (ci-dessous). Aussi, ces deux paramètres doivent être estimés. Leur cotation associée peut être réduite grâce à la prise en compte de barrières de sécurité, si besoin est, à l'issue de la première estimation du risque non atténué.

Gravité du dommage	4		C	D	D
	3		B	C	D
	2		A	B	C
	1		Dommage sous-MATTE		
		1	2	3	4
		Catégorie de durée du dommage			

Tableau 2 : Matrice d'évaluation du niveau de conséquence MATTE

Niveau de conséquence	Probabilité par enjeu, par établissement, par an	
	Inacceptable	Largement acceptable
A	$> 10^{-2}$	$< 10^{-4}$
B	$> 10^{-3}$	$< 10^{-5}$
C	$> 10^{-4}$	$< 10^{-6}$
D	$> 10^{-5}$	$< 10^{-7}$

Tableau 3 : Matrice d'estimation des limites d'acceptabilité

Plages d'acceptabilité							
Niveau de conséquence MATTE	Fréquence par établissement par enjeu par an						
	10^{-8} - 10^{-7}	10^{-7} - 10^{-6}	10^{-6} - 10^{-5}	10^{-5} - 10^{-4}	10^{-4} - 10^{-3}	10^{-3} - 10^{-2}	$> 10^{-2}$
D - MATTE				Inacceptable			
C - MATTE				TifALARP ⁷			
B - MATTE	Largement acceptable						
A - MATTE							
Sous-MATTE	Acceptabilité non prise en compte dans la méthodologie CFOD						

Tableau 4 : Matrice d'évaluation de l'acceptabilité

Les substances dangereuses sur lesquelles portent cette méthode sont celles identifiées par le règlement CLP. Pour autant, la classification est mentionnée seulement à titre indicatif : quelle que soit la mention de danger (« Très toxique pour les organismes aquatiques » ou « Mortel par inhalation » par exemple), les résultats de l'analyse seront identiques.

⁷ Tolerable if ALARP, c'est-à-dire tolérable si aussi réduit que possible.

4.2.4 Analyse coût / bénéfice

Une analyse coût/bénéfice est indiquée lorsque le scénario d'étude est situé dans la zone TifALARP (c'est-à-dire acceptable si aussi faible que possible). Cette analyse inclut les étapes suivantes :

- Référence à l'état initial de l'environnement avant l'accident pouvant survenir ;
- Etablissement de données sur l'état post-accidentel que pourrait avoir la zone impactée ;
- Identification de la zone sur laquelle il faudra apporter de la remédiation ;
- Mise à disposition d'installations et utilités temporaires ;
- Excavation et retrait/stockage/traitement des matériaux contaminés ;
- Import et consolidation de matériau de remplissage ;
- Pompage et retrait des eaux souterraines contaminées ;
- Mitigation / Nettoyage des eaux de surface
- Restauration de la nature environnante
- Restauration du patrimoine bâti ;
- Nettoyage de la pollution des biens de tiers ;
- Plaintes civiles / impact sur le tourisme / perte d'attrait
- Amendes environnementales.

En pratique, cette étape semble rarement déployée.

4.3 Utilisations, limites et opportunités de la méthode

Une application de la méthode est proposée en **Annexe 7**. Cette méthode se distingue par son déroulement qui va jusqu'à l'évaluation de l'acceptabilité du risque par type d'enjeu environnemental.

Cette méthode ne semble pas requérir de connaissances spécifiques sur les substances, outre celle permettant la résilience de l'enjeu impacté. Quelles que soient les caractéristiques de dangerosité de la substance, si celle-ci sort du site et impacte les enjeux en excédant les seuils MATTE, alors l'acceptabilité de ce risque est évaluée. En cela, la méthode semble particulièrement simple à appliquer de façon préliminaire.

Au vu de son déroulé et des enjeux considérés pour déterminer les seuils MATTE, cette méthode ne semble pas applicable pour prendre en considération des rejets dans l'air (incendie, explosion, etc.).

Cette méthode semble être mise en œuvre en UK et mériterait d'être étudiée plus spécifiquement.

5 Méthode CIRMA espagnole

5.1 Présentation

Un guide technique d'analyse des risques environnementaux paru en 2004 présente les lignes directrices pour effectuer l'identification et l'évaluation du risque environnemental découlant des accidents graves survenus dans les établissements touchés par le décret royal 1254/1999 du 16 juillet qui transpose les Directives Seveso 2 et Seveso 3.

Afin de faciliter l'utilisation pratique de cette méthode, un CDrom, contenant un programme informatique nommé CIRMA, avait été diffusé au niveau national et international à l'époque de la parution du guide. Celui-ci permettait la mise en œuvre des différentes étapes jusqu'à l'obtention des résultats finaux. Ce CDrom n'est plus disponible aujourd'hui.

Ce guide publié en 2004 a été repris en 2014 par la Direction Générale de la Protection Civile et Urgences afin de transposer la Directive Seveso II. La version de 2014 ne semble pas présenter de différence notable par rapport à celle de 2004.

En 2017, le CERTEC (Center for Technological Risk Studies) de l'Université Polytechnique de Catalogne (UPC), a publié plusieurs manuels de mise en application de cette méthode, y compris des outils Excel. Ces documents sont disponibles en ligne, à date : https://empresa.gencat.cat/ca/treb_ambits_actuacio/seguretat-industrial/recursos/normativa/no-publicada/risc-quimic/seveso/criteris-realitzacio-analisis-de-risc-o-analisis-quantitatitves-de-risc/index.html

Pour finir, en 2024, le Ministère espagnol en charge de l'Environnement a repris ce sujet et publié un ensemble de documents afférents au Système d'Information de Responsabilité Environnementale (SIRMA pour Sistema de Información de Responsabilidad Medioambiental). Ce système repose sur trois étapes principales :

- ARM : Analyse de Risque Environnemental permettant d'identifier les scénarios et de construire les arbres d'événements ;
- IDM : Indice de Dommage Environnemental qui estime le risque ;
- MORA : Monétisation du dommage associé au scénario de référence qui permet de déterminer le montant de la garantie financière.

La méthode présentée ci-dessous correspond à celle initialement publiée en 2004 et ensuite reprise en 2014 par la Direction Générale de la Protection Civile.

5.2 Déroulé de la méthode

La méthodologie doit permettre l'identification et l'évaluation du risque d'une installation industrielle, en caractérisant et paramétrant chacun des éléments du scénario accidentel considéré :

- Sources de danger : dangerosité potentielle de la substance, des facteurs qui déterminent son comportement environnemental et de la quantité potentielle impliquée ;
- Barrières de protection et prévention adoptées par l'industriel, visant à prévenir et contrôler les risques environnementaux ;
- Systèmes de transport des substances pouvant conduire à l'exposition des enjeux ;
- Vulnérabilité des enjeux environnementaux sensibles, à la fois humains, socio-économiques et biologiques.

Ci-dessous sont décrites les étapes de CIRMA.

5.2.1 Scénarios accidentels

La première étape consiste à faire une sélection des scénarios d'accident dont les effets et les conséquences seront représentatifs.

Les caractéristiques du scénario accidentel à injecter dans le programme sont la substance impliquée, le type de fuite, le volume du réservoir, la longueur du cylindre, le degré de remplissage, la surpression, le diamètre de l'orifice, la hauteur du trou de fuite par rapport au fond du réservoir, la température initiale, le coefficient de décharge et le temps après le début de la fuite.

Ensuite, CIRMA demande de renseigner les caractéristiques de la source : débit massique à l'instant t , masse totale de fuite à l'instant t , degré de remplissage à l'instant t , hauteur de liquide à l'instant t et masse totale de fuite.

5.2.2 Sources de danger

Différents scores sont attribués à la toxicité, volatilité, bioaccumulation, adsorption et biodégradation de la substance (**Annexe 8**). Un score total est ensuite calculé en sommant les différents scores obtenus.

Si la substance est incluse dans l'annexe I de l'arrêté royal qui décrit et transpose la Directive Seveso, les points sont déjà attribués pour ces 5 catégories et le total des points pour les sources de risque peut être calculé. Toutefois, si ce n'est pas le cas, un score doit être attribué à chacune d'entre elles, comme suit :

Catégorie	Score
Toxicité	1-10 points
Volatilité	1-5 points
Bioaccumulation	0-2 points
Adsorption	0-2 points
Biodégradation	0-2 points
TOTAL	2-21 points

Tableau 5 : Scores attribués aux différentes sources de danger dans la méthode espagnole du CIRMA

L'échelle de 2 à 21 est pondérée pour obtenir une fourchette de 1 à 6 points afin d'inclure 4 points liés aux synergies et aux effets de mélange, ce qui donne un total de 10 points pour les propriétés intrinsèques.

Ensuite, il convient de donner un score en fonction de la quantité émise (**Annexe 8**).

5.2.3 Barrières de sécurité

La présence de barrière de sécurité est un facteur de correction pour la quantité de substance(s) impliquée dans un scénario accidentel. Ainsi, les moyens suivants peuvent être pris en compte :

- Moyens disponibles pour agir en cas d'urgence, en bon état d'entretien, et disponibles pour être utilisés, ainsi que protégés des conséquences d'un éventuel accident ;
- Emplacement des équipements leur permet d'être facilement disponibles en cas d'urgence ;
- Moyens de contrôle (systèmes de ventilation, vannes d'isolement, etc.), moyens de détection et d'alarme (détecteurs d'incendie, fuites toxiques, boutons d'alarme, boutons d'arrêt d'urgence, compteurs portables de concentration de substances dangereuses, etc.) ;
- Canaux de communication internes (alarmes acoustiques et/ou visuelles, sonorisation, etc.) et externes (téléphone, fax, etc.) ;

- Moyens d'atténuation, de confinement et de contrôle des effets des accidents (systèmes d'absorption ou de neutralisation des substances, systèmes de drainage, barrières physiques, engins de terrassement pour éliminer les sols ou autres matériaux contaminés, etc.) ;
- Moyens d'action contre les incendies (systèmes d'extinction fixes, extincteurs portatifs, extincteurs poids lourds, sprinklers, rideaux d'eau, bouches d'incendie, etc.) ;
- Moyens de protection individuel ;
- Signalisation pour l'évacuation du personnel (voies d'évacuation et feux de détresse) ;
- Trousses de premiers secours ;
- Des sources d'approvisionnement alternatives (électricité, eau, etc.) qui garantissent, en cas d'accidents possibles, le contrôle de l'installation et le fonctionnement des moyens de secours ;
- Les équipements auxiliaires nécessaires à la mise en œuvre du plan d'autoprotection (véhicules de transport de matériel de secours, feux de détresse, outillages spéciaux, etc.).

Une note de 0 à 100 (0 étant l'absence de mesures et 100 étant les mesures qui permettent de contenir 100 % de la substance) est obtenue et multipliée par la quantité concernée pour refléter l'existence (ou non) de ces mesures.

5.2.4 Score de la source de danger

Le score final de la source de risque est alors le suivant :

Note pour la substance x 2 + Note pour la quantité = 3-30 points.

Ceux-ci sont ensuite pondérés pour obtenir une note de 1 à 12 points (30 % de poids relatif dans la valeur finale).

5.2.5 Systèmes de transport des substances

Les systèmes de transport sont le lien entre les sources de risques (par exemple les substances chimiques) et les destinataires des dommages (par exemple l'habitat affecté). Sa modélisation par des systèmes mathématiques et des algorithmes est fondamentale pour établir l'évolution de la concentration de la substance dans le temps et dans l'espace.

La composante "transport/mécanismes de propagation" permet d'obtenir un score tenant compte du type (par exemple aquatique, terrestre) et de la vulnérabilité de l'habitat touché, des caractéristiques à long terme ou à court terme des dommages potentiels et de la superficie totale des dommages potentiels. Les notes vont de 1 à 10 points et sont ensuite converties en une échelle de 1 à 8 points (poids relatif de 20 % dans la valeur finale). Des modèles de dispersion sont utilisés, mais aucun modèle spécifique n'est mentionné. Une liste est proposée en annexe de la méthode.

5.2.6 Enjeux environnementaux

Les enjeux vulnérables sont les éléments de l'environnement qui peuvent être affectés s'ils entrent en contact ou sont exposés à la source de risques. De même que précédemment, un score est attribué en fonction du type d'habitat de l'enjeu (**Annexe 9**). Les habitats sont définis conformément à la Directive "Habitats" (92/43/CEE) ou, si cela n'est pas possible, conformément à l'inventaire national des habitats. S'il y a plusieurs habitats, on choisira celui qui a une plus grande couverture dans la zone sélectionnée.

Une note préliminaire est attribuée en fonction du type d'habitat. Cette note compte pour 50 % du score final.

En complément, une série de facteurs conditionnels sont pris en considération :

- La zone est-elle un habitat protégé ;
- Quelles sont les niveaux de protection des espèces ?
- Est-ce une zone classée pour sa valeur patrimoniale et artistique ?
- Le dommage est-il réversible ? Combien de temps prendrait la récupération ?

- Quel impact socio-économique aurait l'altération de ces ressources naturelles ?

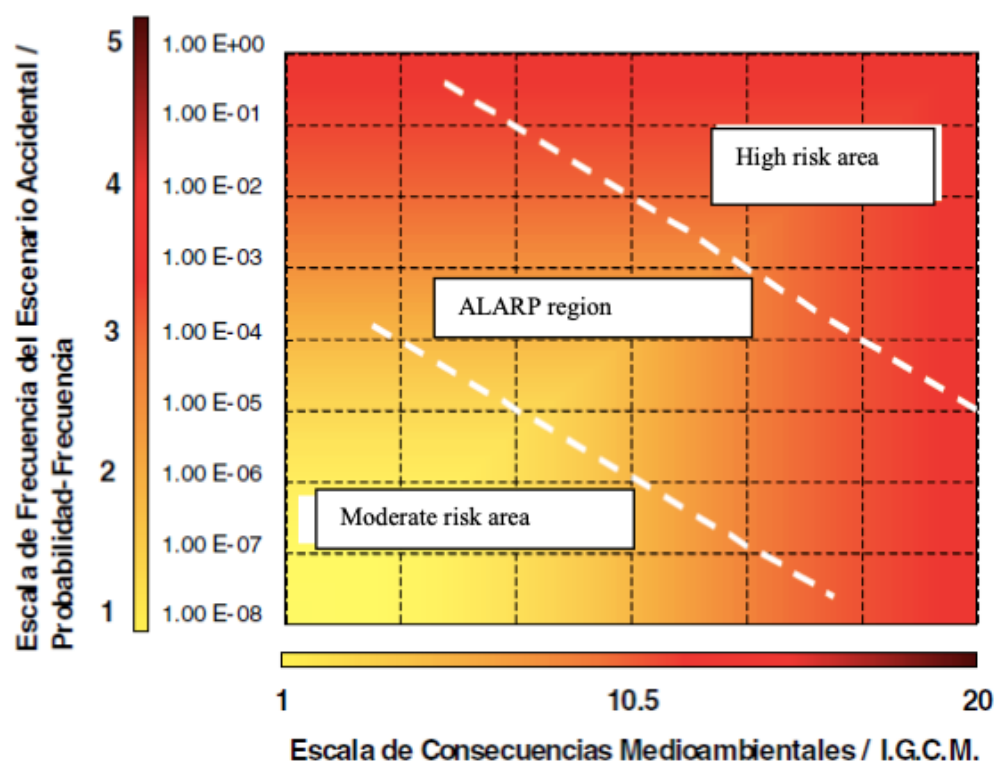
5.2.7 Probabilité / fréquence associées aux scénarios accidentels

La probabilité/fréquence associée à un certain scénario accidentel sera donnée, dans certains cas dans le rapport de sécurité, par l'établissement lui-même au travers d'une analyse quantitative des risques (QRA) préalablement réalisée dans ses installations. En fonction des données obtenues, un score est attribué (**Annexe 10**).

5.2.8 Évaluation des risques environnementaux et acceptabilité

Il n'y a pas de valeurs d'acceptabilité du risque dans la législation espagnole concernant les accidents graves ou dans les méthodologies généralement acceptées. Pour cette raison, il a été choisi d'évaluer l'acceptabilité du risque en fonction des deux facteurs qui le composent (Indice Global des Conséquences sur l'Environnement (IGCM)) et fréquence ou probabilité).

Cependant, et afin de faciliter le processus d'évaluation, la figure ci-dessous montre un exemple dans le cadre de l'étude « Gestion des atteintes à l'environnement » développée par le DETR (Department of the Environment, Transport and the Regions, UK).



Axe X : Indice global du score des conséquences environnementales

Axe Y : score de probabilité / fréquence

Tableau 6 : Évaluation des risques environnementaux et acceptabilité⁸

5.3 Utilisations, limites et opportunités de la méthode

Cette méthode permet d'évaluer les conséquences d'un accident industriel sur l'environnement en tenant compte de la toxicité, de l'état, des propriétés physicochimiques et de la quantité des substances

⁸ Modifié à partir du Guide sur les aspects de l'évaluation des risques environnementaux des rapports de sécurité COMAH. Autorité compétente COMAH, 1999.

émises de la présence de moyens de prévention et protection et de la vulnérabilité des enjeux environnementaux (cas d'application en **Annexe 11**).

Les enjeux environnementaux pris en considération sont les habitats et, en leur sein, les espaces et espèces protégés, les sites classés (pour le patrimoine et la culture), la réversibilité (notion de résilience) et l'impact socio-économique de l'altération.

Une liste de modèles est proposée pour caractériser les distances de rejets. Toutefois, aucun modèle n'est favorisé.

Le score de gravité obtenu est déterminé à 50 % par l'enjeu impacté.

En conclusion, une telle approche pourrait être utile pour comparer les substances en termes de potentiel de provoquer un accident majeur.

Bien que non forfaitaire, cette méthode est celle qui semble se rapprocher le plus de la méthode proposée par l'Ineris. Il conviendrait de pouvoir l'examiner de plus près.

6 Comparatif des méthodes étudiées

Une comparaison des méthodes étudiées dans le présent document est proposée. Afin de la rendre possible, le niveau de détail a été adapté.

Pour la représentation du comparatif des méthodes présentées dans ce rapport, nous avons gardé la forme du tableau comme référence. Nous avons ajouté un code couleur afin de faciliter la lecture :

Code couleur	Signification
	Pas d'information
	Point non pris en compte par la méthode
	Point cité
	Point pris en compte efficacement

6.1 Critères généraux

Dans le tableau ci-dessous est présentée une comparaison macroscopique concernant des critères généraux.

Méthode	Permet l'analyse des pollutions accidentelles	Prend en compte tous les types de rejet
Ineris		
CDOIF		
CIRMA		
H&V Index		
EAI		

Toutes les méthodes sélectionnées pour le benchmark permettent bien d'analyser les pollutions accidentelles, bien que ne prenant pas en compte tous les types de rejet.

Méthode	Prend en compte les effets sur le long terme/différés	Notion de probabilité	Notion de barrière	Notion d'acceptabilité	Coût pour l'environnement
Ineris					
CDOIF					
CIRMA					
H&V Index					
EAI					

Tableau 7. Comparaison de la méthode de l'Ineris et des méthodes présentées dans ce rapport sur des critères généraux.

Là où la méthode développée par l'Ineris permet uniquement d'estimer la gravité des conséquences accidentelles d'un accident industriel sur une période de moins d'un an, les autres méthodes semblent intégrer les conséquences environnementales sur un plus long terme. Les méthodes anglaises et espagnoles, telles que décrites, semblent considérer la probabilité d'occurrence des scénarii pour aller jusqu'à l'évaluation de l'acceptabilité du risque.

6.2 Critères d'enjeux

Dans le tableau ci-dessous est présentée une comparaison macroscopique concernant les enjeux environnementaux considérés.

Méthode	Eau souterraine	Eau de surface	Mer	Sol	Air	Socio-économique
Ineris						
CDOIF						
CIRMA						
H&V Index						
EAI						

Tableau 8. Comparaison de la méthode de l'Ineris et des méthodes présentées dans ce rapport concernant les enjeux environnementaux considérés.

Aucune des méthodes étudiées ne permet d'étudier les conséquences environnementales de rejet dans l'air. La prise en compte de la pollution marine s'avère ardue, de même que celle dans le sol.

6.3 Critères de ressources

Dans le tableau ci-dessous est présentée une comparaison macroscopique concernant les ressources considérées.

Méthode	Eau potable	Agricole	Elevage terrestre	Maritime	Zone de loisir
Ineris					
CDOIF					
CIRMA					
H&V Index					
EAI					

Tableau 9. Comparaison de la méthode de l'Ineris et des méthodes présentées dans ce rapport concernant les ressources considérées.

Selon les méthodes, il y a un fort contraste dans la prise en compte des ressources pouvant être impactées au sens anthropique.

6.4 Critères de transferts

Dans le tableau ci-dessous est présentée une comparaison macroscopique concernant les transferts.

Méthode	Altération physico-chimique	Infiltration dans le sol	Bioaccumulation	Prise en compte de la résilience de l'enjeu
Ineris				
CDOIF				
CIRMA				
H&V Index				
EAI				

Tableau 10. Comparaison de la méthode de l'Ineris et des méthodes présentées dans ce rapport concernant les transferts.

Globalement, les transferts d'un milieu à un autre ou au sein d'un même milieu sont appréhendés comme simple vecteur avec très peu d'interaction impactant le scénario.

7 Conclusion

Les quatre méthodes présentées dans ce rapport visent à estimer les impacts d'un potentiel accident industriel sur l'environnement du site. Se voulant complémentaires aux réglementations issues des Directives Seveso 2 et 3, ces méthodes ont été élaborées pour être déroulées par les sites industriels eux-mêmes. Cependant, le niveau de complexité des différentes méthodes peut requérir leur application par des personnes initiées au risque industriel et ayant des connaissances en chimie et procédés.

Ces méthodes ont de nombreux points communs concernant les exclusions. Par exemple, aucune n'est dimensionnée pour traiter de l'impact sur l'air d'un accident industriel. Aussi le phénomène d'incendie est exclu du périmètre des études, tout comme les retombées d'un incendie. En effet, aucune des méthodes n'étudie les rejets dans l'air.

Au vu des méthodes et de leur utilisabilité à l'heure actuelle, la méthode anglaise ressort comme pouvant être particulièrement intéressante. L'une des principales différences de cette méthode réside dans son déroulement qui va jusqu'à l'évaluation de l'acceptabilité du risque par type d'enjeu environnemental. Selon toute vraisemblance, elle serait d'ailleurs actuellement appliquée au Royaume Uni.

La méthode espagnole, présentée dans ce document, semble très intéressante mais est basée sur un logiciel malheureusement non disponible aujourd'hui. Il conviendrait de poursuivre l'étude sur les versions récentes de la méthode espagnole.

Les méthodes suédoise et tchèque, quant à elles, semblent limitées à une comparaison entre substances ou une évaluation préliminaire du potentiel de danger que représenterait un rejet d'une dite substance.

8 Abréviations

ALARP : Aussi bas que raisonnablement possible

CIRMA : Cálculo del Índice de Riesgo Medioambiental de los escenarios accidentales, Calcul de l'indice de risque environnemental des scénarios accidentels

CLP : Classification, Labelling, Packaging

CDOIF : Chemicals and Downstream Oil Industries Forum

COMAH : Control Of Major Accident Hazard

DETR : Department of the Environment, Transport and the Regions

EAI : Environnemental Accident Index

ERA : Evaluation préliminaire des risques

HA : Analyse de danger

H & V : Hazard & Vulnérability, dangers et vulnérabilités

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

MATTE : Major Accident To The Environment

PEC : concentration environnementale prévue

PNEC : Concentration prévue sans effet

QRA : Analyse Quantitative des Risques

TifALARP : acceptable si aussi faible que possible

9 Références

ABB Group (2015). Overview of the CDOIF Guideline Environmental Risk Tolerability for COMAH Establishments. Online presentation.

AMEC Environment & Infrastructure UK Limited (2014). Intermediate report Annex 3 : Methods for assessment of environmental consequences of accidents (task 3).

Andersson A S (2007). A method to relate chemical accident properties and expert judgements in order to derive useful information for the development of Environment-Accident Index. Journal of hazardous materials 147 (2007) 524-533.

Andersson A S (2004). Development of an Environment-Accident Index. A planning tool to protect the environment in case of a chemical accident. Solfjädern Offset AB, Umeå 2004.

Chemical and Downstream Oil Industries Forum. Guideline. Environmental Risk Tolerability for COMAH Establishments.

Chemical and Downstream Oil Industries Forum. Supplement to Guideline – 'Environmental Risk Tolerability for COMAH Establishments.' Frequently Asked Questions.

Chemical and Downstream Oil Industries Forum. Supplement to Guideline – 'Environmental Risk Tolerability for COMAH Establishments. Storage Terminal Example.

COMAH Competent Authority (2016). "ALL MEASURES NECESSARY" – Environmental Aspects (Guidance for Competent Authority Inspectors and officers)

COMAH Competent Authority (1999). Guidance on the Environmental Risk Assessment Aspects of COMAH Safety Reports.

DETR (1999). Guidance on the Interpretation of Major Accident to the Environment for the Purposes of the COMAH Regulations.

Dirección General de Protección Civil y Emergencias (2014). Guía para la realización del análisis del riesgo medioambiental.

Energy Institut (2017). Environmental risk tolerability for major accident hazard sites: A method for quantifying and assessing environmental risk.

Engineers Edge. Site internet consulté en ligne en 2021 à l'adresse : https://www.engineersedge.com/fluid_flow/kinematic-viscosity-table.htm

Neste (2020). Safety data sheet Aviation jet fuel jet a-1. Consulté en ligne en 2021 à l'adresse suivante : https://www.neste.fi/static/ktt/10505_eng.pdf

Sikorova K et al. (2017). Lessons learned from environmental risk assessment within the framework of Seveso Directive in Czech Republic and Italy. Journal of loss prevention in the process industry. 49 (2017) 47-60.

10 Annexes

Liste des annexes :

- Annexe 1 : Essai de cas d'application de la méthode tchèque
- Annexe 2 : Cotations attribuées aux paramètres entrant en jeu dans la détermination de l'indice EAI suédois
- Annexe 3 : Essai de cas d'application de la méthode EAI suédoise
- Annexe 4 : Seuils MATTE de la méthode du CDOIF anglaise
- Annexe 5 : Détermination de la gravité de la méthode du CDOIF anglaise
- Annexe 6 : Attribution d'une catégorie de durée / récupération de la méthode du CDOIF anglaise
- Annexe 7 : Essai de cas d'application de la méthode anglaise
- Annexe 8 : Cotation des différents paramètres caractérisant la source de danger de la méthode espagnole
- Annexe 9 : Cotation des différents paramètres caractérisant les enjeux environnementaux de la méthode espagnole
- Annexe 10 : Cotation de la probabilité / fréquence de la méthode espagnole
- Annexe 11 : Essai de cas d'application de la méthode espagnole

Annexe 1 - Essai d'application de la méthode tchèque

Il a été choisi d'appliquer la méthode sur le même cas d'application que les autres méthodes :

Le cas d'application choisi est un dépôt pétrolier de JET A1, classé Seveso Seuil Haut, constitué notamment de bacs semi-enterrés d'une capacité unitaire de 5810 m³. Les rejets identifiés en provenance des installations industrielles présentes sur le site sont des rejets liquides, gazeux et des déchets.

Les rejets liquides correspondent aux eaux domestiques usagées traitées, aux eaux pluviales non souillées en écoulement naturel dans le bassin versant et infiltration dans le sol, aux eaux de lavage des aires et ruissellement d'eaux pluviales hydrocarburées.

Les rejets gazeux sont des émanations de composés organiques volatiles (COV).

Le dépôt s'étend sur 22 hectares et est implanté sur une ZNIEFF de type I d'une surface proche de 500 hectares selon les données de l'INPN. Une petite rivière se trouve à moins de 500 m des limites du site. Cette rivière se déverse dans une rivière plus importante, ensuite connectée à un canal. La rivière plus importante traverse une ZNIEFF de type I et une réserve naturelle régionale.

D'après l'étude d'impact, il apparaît que le cours d'eau plus important soit aussi en lien avec la nappe de craie.

Scénarios retenus

Les deux scénarios retenus pour cette application sont les suivants :

- Scénario A : une « petite fuite » non repérée par les barrières de limitation mises en place. Le volume d'épandage de Jet A-1 dans le sol est estimé entre 1 et 10. Pour l'application de la méthodologie, on étudiera tout d'abord le cas le moins critique en prenant VA1 = 1 m³ (0,8 t), puis le cas le plus extrême, soit VA10 = 10 m³ (8 t) ;
- Scénario B : une « grosse fuite » identifiée et localisée nécessitant la mise en œuvre immédiate de plans d'action pour arrêter la source d'épandage et traiter la pollution générée. N'ayant pas trouvé d'informations dans l'étude de dangers concernant la « grosse fuite », on considèrera alors un déversement total d'un bac de stockage contenant VB = 5810 m³ (4648 t) de Jet A-1.

Indice de dangerosité de la substance

Indice de dangerosité toxique :

Les substances toxiques peuvent avoir un impact sur toutes les parties de l'environnement, c'est-à-dire sur les eaux de surface, les eaux souterraines, l'environnement du sol et le compartiment environnemental biotique. La première étape consiste à chercher si la substance possède des propriétés écotoxiques. Les critères évalués pour la visualisation sont les phrases de risque⁹.

La substance impliquée ici est le Jet A-1 assimilée à du kérosène pour l'exercice. Ce dernier comporte la phrase **R51/53 « Toxique pour les organismes aquatiques »**, il fait donc partie des substances à prendre en compte par la méthode et à analyser plus en détail pour la suite.

⁹ Les phrases de risque sont d'anciennes annotations qui étaient présentes sur les étiquettes de produits chimiques qui indiquaient les risques encourus lors de leur utilisation, de leur contact, de leur ingestion, de leur inhalation, de leur manipulation ou de leur rejet dans l'environnement. Elles se présentaient sous la forme d'un R suivi d'un ou de plusieurs nombres, chacun correspondant à un risque particulier. Depuis le 1^{er} juin 2015, les phrases R sont devenues des phrases H suivant les Directives du système général harmonisé (SGH) de classification et d'étiquetage des produits chimiques.

Indice de dangerosité toxique pour le milieu biotique (T_B)

D'après sa fiche de sécurité¹⁰, la substance Jet A-1 présente une toxicité par inhalation. L'évaluation de l'indice de toxicité pour le milieu biotique doit donc se faire à partir du tableau suivant. D'après la fiche de sécurité du Jet A-1, la concentration létale médiane pour des rats par inhalation (4 h) est supérieure à 5,28 mg/l (ou ppm). Ainsi, le code de toxicité obtenu est égal à 6.

CL50 ¹¹ pour rat pendant 4 heures par inhalation	Code de toxicité
0,01 - 0,1 ppm	8
0,1 - 1 ppm	7
1 - 10 ppm	6
10 - 100 ppm	5
100 - 1 000 ppm	4
1 000 - 10 000 ppm	3
10 000 - 100 000 ppm	2

Tableau 11 : Évaluation de la toxicité CL50 par inhalation pour les rats pendant 4 heures

Sont ensuite examinées les propriétés physiques de la substance (état d'agrégation¹², volatilité, etc.). La pression de vapeur du Jet A-1 à l'état liquide est de 8 hPa (soit 0,008 bar) à 20°C. Le code des propriétés obtenu est donc égal à 1.

Propriétés physiques	Code des propriétés physiques
Gaz liquéfié par refroidissement avec point d'ébullition < 245 K	4
Gaz liquéfié par pression avec point d'ébullition < 265 K	4
Gaz liquéfié par refroidissement avec point d'ébullition > 245 K	3
Gaz liquéfié par pression de refroidissement avec point d'ébullition	3
Liquide, pression de vapeur à 20°C 0,3 - 1 bar	3
Liquide, pression de vapeur à 20°C 0,05 - 0,3 bar	2
Liquide, pression de vapeur à 20°C < 0,05 bar	1

Tableau 12 : Visualisation des propriétés physiques de la substance

La pression de vapeur du Jet A-1 est très faible, ce qui signifie que le liquide s'évaporerait lentement (faible volatilité). Par conséquent, lors de l'évaporation de la substance Jet A-1 dans l'environnement, les vapeurs toxiques impacteront très peu la faune et la flore.

Par synthèse de l'écotoxicité de la substance et des propriétés physiques de la substance, on obtient un indice de dangerosité toxique T_B = 2, soit une toxicité moyenne pour le milieu biotique.

¹⁰ FDS Jet A-1 : https://www.haut-rhin.gouv.fr/content/download/18111/118508/file/Annexe_5_3_FDS_JET_A1.pdf

¹¹ CL₅₀ : concentration létale médiane. C'est la concentration de la substance à laquelle 50% de la population exposée à cette concentration meurt. CL₅₀ n'est pas une constante biologique car de nombreux facteurs influent sur la toxicité.

¹² États d'agrégation : solide, liquide, gazeux

Somme des codes	Classe de toxicité	TB
10	Extrêmement haute	5
9	Très haute	4
8	Haute	3
7	Moyenne	2
6	Faible	1

Tableau 13 : Évaluation de l'indice de dangerosité toxique pour le biote

Indice de dangerosité toxique pour le sol (TS)

La toxicité pour les organismes du sol est évaluée uniquement si elle est déterminée par la phrase R56 « Toxicité pour les organismes du sol ». Dans le cas où la substance possède la phrase R56, l'indice $T_s = 5$ lui est attribué. Le Jet A-1 ne possède pas la phrase R56 mais la phrase R51/53 « Toxique pour les organismes aquatiques ». Par conséquent, les données éco-toxicologiques pour les organismes aquatiques seront considérées en supposant que si la substance est toxique pour l'environnement aquatique, elle l'est également pour l'environnement du sol. Les caractéristiques toxicologiques à disposition sont : CE_{50}^{13} (48 heures, daphnies), CL_{50}^{14} (96 heures, poisson) et CI_{50}^{15} (72 heures, algues). Pour cela, il faut s'aider du tableau ci-dessous. La concentration létale médiane pour poissons pendant 96 heures est de 2 - 5 mg/l. La concentration efficace médiane pour les daphnies pendant 48 heures est de 1,4 mg/l. Enfin, la concentration inhibitrice médiane pour les algues pendant 72 heures est de 1 - 3 mg/l. Par conséquent, l'indice de dangerosité toxicité obtenu est $T_s = 3$.

Toxicité pour les organismes aquatiques		TS
Extrêmement toxique	CE_{50} (48 heures, daphnies) < 0,1 mg/l	5
	CL_{50} (96 heures, poissons) < 0,1 mg/l	
	CI_{50} (72 heures, algues) < 0,1 mg/l	
Hautement toxique	CE_{50} (48 heures, daphnies) = 0,1-1 mg/l	4
	CL_{50} (96 heures, poissons) = 0,1-1 mg/l	
	CI_{50} (72 heures, algues) = 0,1-1 mg/l	
Toxique	CE_{50} (48 heures, daphnies) = 1-10 mg/l	3
	CL_{50} (96 heures, poissons) = 1-10 mg/l	
	CI_{50} (72 heures, algues) = 1-10 mg/l	
Moyennement toxique	CE_{50} (48 heures, daphnies) = 10-100 mg/l	2
	CL_{50} (96 heures, poissons) = 10-100 mg/l	
	CI_{50} (72 heures, algues) = 10-100 mg/l	
Faiblement toxique	CE_{50} (48 heures, daphnies) > 100 mg/l	1
	CL_{50} (96 heures, poissons) > 100 mg/l	
	CI_{50} (72 heures, algues) > 100 mg/l	

Tableau 14 : Évaluation de la toxicité de la substance pour le sol

¹³ CE_{50} : Concentration Efficace médiane. C'est la concentration de la substance qui produit une réponse égale à la moitié de la réponse maximale pour 50% de la population.

¹⁴ CL_{50} : Concentration Létal. C'est la concentration à laquelle un composé est capable de tuer la moitié de la population.

¹⁵ CI_{50} : Concentration Inhibitrice médiane. C'est la concentration à laquelle un composé est capable d'inhiber une fonction biologique ou biochimique spécifique de 50%.

Indice de dangerosité toxique pour le milieu aquatique (TW)

L'indice de dangerosité toxique de la substance pour l'environnement aquatique est évalué sur la base de l'écotoxicité de la substance pour les organismes aquatiques. Pour cela, on se base sur la concentration CL50 pour les organismes aquatiques pendant 96 heures obtenue précédemment (2 - 5 mg/l). Le code de toxicité obtenu est alors de 3.

Toxicité CL50 pour les organismes aquatiques (poissons) pendant 96 heures		Code A
Extrêmement haute	< 0,1 mg/l	5
Très haute	0,1-1 mg/l	4
Haute	1-10 mg/l	3
Moyenne	10-100 mg/l	2
Faible	> 100 mg/l	1

Tableau 15 : Visualisation de la substance toxique pour le milieu aquatique

Ensuite, le Jet A-1 est à l'état liquide et sa solubilité est inférieure à 20 mg/l (d'après la FDS). Le code des propriétés obtenu est donc égal à 4.

Propriétés physiques	Code B
Solubilité (> 100 mg/l)	4
Liquide	4
Pression de vapeur > 0,3 bar, à 20°C	2
Autres	1

Tableau 16 : Visualisation des propriétés physiques de la substance

Par synthèse de ces valeurs, est obtenu l'indice de la substance de dangerosité toxique pour l'environnement aquatique TW = 4. Le Jet A-1 est donc très hautement toxique pour le milieu aquatique.

Somme des codes A+B	Classe de toxicité	TW
> 7	Extrêmement haute	5
7	Très haute	4
6	Haute	3
5	Moyenne	2
< 5	Faible	1

Tableau 17 : Évaluation de l'indice de la dangerosité toxique pour le milieu aquatique

Indice de dangerosité d'inflammabilité de la substance pour le compartiment environnemental biotique (FR) :

Le Jet A-1 comporte la phrase R10 « Inflammable », il fait donc partie des substances à prendre en compte par la méthode et à analyser plus en détail.

Les critères évalués sont les propriétés physiques comme l'état d'agrégation (solide, liquide, gazeux), la pression partielle de vapeur à 20°C et le mode de liquéfaction. Comme dit précédemment, le Jet A-1 a une pression de vapeur égale à 8 hPa.

Propriétés physico-chimiques	FR
Gaz inflammable liquéfié par pression	5
Liquide inflammable, pression de vapeur $\geq 0,3$ bar à 20°C	4
Gaz inflammable sous pression	3
Gaz inflammable liquéfié par le froid	2
Liquide inflammable, pression de vapeur $< 0,3$ bar à 20°C	1

Tableau 18 : Visualisation des propriétés physico-chimiques de la substance

L'indice de danger inflammable vaut FR = 1. Ainsi, le Jet A-1 a une faible capacité d'évaporation et un risque d'incendie très bas étant donné la portée supposée de l'effet du feu.

À noter que le point d'éclair et le point d'inflammation ne font pas directement parties de l'évaluation des propriétés physico-chimiques de la substance.

Indice de vulnérabilité de l'environnement :

Eaux de surface (ISW)

Eaux courantes	ISW
Frontière, à la frontière	4
Égout pluvial, fossé	3
Autres cours d'eau	3
Vidange des égouts vers la station d'épuration des eaux usées	3

Eaux stagnantes	ISW
Approvisionnement en eau	5
Tourbière et zone humide	4
Déclin et inondation des puits d'extraction	3
Autres	2
Champs sédimentaires, bassin de sédimentation	1

Tableau 19 : Parcours d'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines

Ainsi, l'indice de vulnérabilité des eaux de surface vaut ISW = 3, ce qui correspond à une vulnérabilité moyenne pour les eaux de surface.

Eaux souterraines (IUW)

Les eaux souterraines sont évaluées en fonction de la caractérisation de l'environnement rocheux du collecteur et des risques de pollution, de la signification de la gestion de l'eau du collecteur, des fonctions de gestion des eaux des couvertures et du degré de conservation des eaux. D'après les données figurant dans l'étude d'impact, les cotations suivantes sont obtenues :

Type d'aquifère et caractérisation de l'environnement rocheux de l'aquifère	Risque de pollution	Évaluation des points
Interstitiel dans une zone active principalement de sable graveleux et de sédiments sableux, avec une connexion hydraulique avec le cours d'eau de surface	Très haut	5
Interstitiel dans une zone active principalement de sable graveleux et de sédiments sableux, sans connexion hydraulique avec le cours d'eau de surface	Haut	4
Fracture karstique comme karstique	Haut	4
Peut-être fracture interstitielle, avec circulation interstitielle dans la zone d'altération et dans la couverture quaternaire sableuse comme limoneuse	Moyen	3
Alternance irrégulière interstitielle Peut-être sable fin comme aquifères argilo-sableux et aquifuges	Faible comme moyen, variable	2
Fracture inconsidérable d'alternance irrégulière Peut-être aquifère interstitiel dans des sédiments non actifs, avec circulation interstitielle de caractère variable dans la zone d'altération et la couverture quaternaire	Faible	1

Tableau 20 : Évaluation de l'aquifère du milieu rocheux et du risque de pollution

Caractérisation de la couverture	Évaluation des points
Territoire sans couverture ou avec lit couvrant perméable	5
Milieu à fonction hydrogéologique : terrils, terrains aménagés, etc.	4
Gamme de lits recouvrables peu solubles avec effet de protection contre l'évolution de la pollution de la couverture	3
Gamme de sols constitués anthropiques peu solubles comme insolubles, composés presque d'argile	2
Gamme de toitures-aquifuges cohérents avec un effet de protection considérable contre l'évolution de la pollution de la couverture	1

Tableau 21 : Caractérisation de la couverture

Degré de protection	Évaluation des points
Zone de protection de l'eau 1. degré	5
Zone de protection de l'eau 2. degré intérieur	4
Zone de protection de l'eau 2. degré extérieur	3
Zone de protection de l'eau 3. degré	3
Zone protégée d'accumulation d'eau naturelle	2
Zone de protection des eaux - non déclarée	1

Tableau 22 : Degré de protection

Sens économique de l'eau – présomptions d'utilisation eau souterraine	Évaluation des points
Grandes consommations de signification régionale (grand groupe d'approvisionnements en eau)	5
Petites consommations de signification régionale (petit groupe d'approvisionnement en eau)	4
Consommations importantes pour l'approvisionnement local (plus petite communauté)	3
Consommations petites pour l'approvisionnement local (maisons individuelles)	2
Petites consommations uniques pour un approvisionnement local (individuel) à consommation limitée	1

Tableau 23 : Signification de la gestion de l'eau de l'aquifère (selon les cartes hydrologiques)

En faisant la somme de tous les points obtenus, un total de 14 points est obtenu. L'indice de vulnérabilité pour les eaux souterraines est donc IUW = 3, ce qui correspond à une vulnérabilité moyenne de la nappe.

Somme des points	Classe de vulnérabilité	IUW
> 18	Très élevée	5
15 - 18	Élevée	4
11 - 14	Moyenne	3
6 - 10	Faible	2
< 6	Négligeable	1

Tableau 24 : Indice d'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines

Dans l'ensemble des documents cités, nous n'avons pas relevé une présence d'amélioration pour les eaux souterraines, la valeur de l'indice IUW n'obtient donc pas un +1.

Sol (Is)

La vulnérabilité de l'environnement du sol est prise en compte à partir du point de vue de la qualité du sol, mais aussi de la possibilité d'une prochaine propagation du contaminant à travers l'environnement du sol.

En croisant les données relatives au sol de l'étude d'impact et de Géoportail, le score de 5 est obtenu.

Catégorie de sol	Espèces de sol	Type de sol	IS
Non résistant	Léger	Sols sur sables et sables graveleux (HP, HPa, DA, RA, RAh, NP, NPk, DA (G), HP (G), OUI (G))	5
		Sols bruns (HP, HPa, RA, RAh)	
		Sols bruns acides lourds (HPa, HPp)	
		Sols peu profonds (HP, HPa, HPp, RA, RAh)	
Fort sensible	Léger	Sols de caractère méditerranéen (ČM, ČMk, ČMd)	4
		Sols illimérisés (IP, IP (G))	
		Sols bruns (HP, HPa)	
	Moyen	Sols bruns (HP, HPa, RA, RAh)	
		Sols bruns acides lourds (HPa, HPp)	
		Sols peu profonds (HP, HPa, HPp, RA, RAh)	
		Sols localités très inclinées	
		Sols de gley (HPg, RAhg, RAhg, OG, IPg)	
		Fluvisols (NP, NPk, NPak, LP, DAI, RAI, NPG)	
		Sols alluviaux (LPG, LPGk)	
		Sols hydromorphes (LGr, RŠ, GLrš, GL, LPG, GLr, HPG, HPg)	
Sensible	Moyen	Cambisold (HMè, HM, HMè (G), HM (G), HP, HP (G), HPi, HMi, IP, HMi (g), NP)	3
		Sols illimérisés (IP, HMi, HMi (G), HP, HP (G), HPi, HPi (G), IP (g)	
		Sols de gley (HMg, HMi, IPg, OG, HMg, HMig, IPg, HPg, RAhg, RAhg)	
	Lourd	Sols de gley (OG, HPg)	
		Fluvisols (NP, NPk, NPak, NPG)	
		Sols alluviaux (LPG, LPGk)	
		Sols hydromorphes (OGb, GLr, GLrš, GL, NPG)	
Faible sensibilité	Moyen	Sols de chernozems (ČM, ČMk, ČMd, ČMI, ČMIk, HM)	2
		Cambisols (ČMi)	
		Rendzinas (RA, RAh)	
	Lourd	Sols glais (OG, RAhg, HPg)	
		Fluvisols (NP, NPk, NPak)	
		Sols alluviaux (LP, LPk)	
Résistant	Lourd	Sols chernozems (CM, CMk, CMI, RAT)	1
		Rendzinas (RA, RAh, HP)	

Tableau 25 : Évaluation de la vulnérabilité de l'environnement du sol non agricole

Compartiment environnemental biotique (Ib)

Dans cette partie est évaluée la vulnérabilité du compartiment environnemental biotique. La méthode prend tout d'abord en compte le système territorial de stabilité écologique, qui est créé par les biocentres et les biocorridors. Sont ensuite évalués les critères sur les parties particulièrement protégées de la nature (parcs nationaux, territoires paysagers protégés, monuments naturels, réserves naturelles, etc.). Enfin, la méthode évalue également les forêts, les vignobles, les houblonnières et les vergers, ainsi que le mode d'utilisation des terres agricoles.

Le site est implanté sur une ZNIEFF de type I et une réserve naturelle se trouve à proximité.

Paramètres du paysage biotique	IB
Partie de la nature particulièrement protégée, système territorial de stabilité écologique, nature et site prioritaire	5
Élevage	4
Forêts, verger, vignoble, houblon	4
Jardins	3
Gestion agricole des sols	2
Sol agricole sans gestion	1

Tableau 26 : Évaluation de la partie biotique du milieu

Les ZNIEFF et les réserves naturelles régionales sont des parties de la nature particulièrement protégées. L'indice de vulnérabilité du compartiment environnemental biotique vaut alors IB = 5, ce qui correspond à une vulnérabilité très élevée.

Synthèse des indices de vulnérabilité de l'environnement et dangerosité :

Calcul de l'indice de toxicité pour les eaux de surface ITSW

Cet indice est calculé par synthèse de l'indice de vulnérabilité des eaux de surface (ISW), de l'indice de dangerosité substance toxique pour le milieu aquatique (TW) et de l'indice de vulnérabilité du milieu sol (IS) selon la formule suivante :

$$I_{TSW} = \max(\sqrt{I_{SW} \cdot T_W}; \sqrt[3]{T_W \cdot I_{SW} \cdot I_S}) = \max(\sqrt{3 \cdot 4}; \sqrt[3]{4 \cdot 3 \cdot 5}) = 3$$

Calcul de l'indice de toxicité pour les eaux souterraines ITUW

Cet indice est calculé par synthèse de l'indice de vulnérabilité des eaux souterraines (IUW), de l'indice de vulnérabilité pour l'environnement du sol (IS) et de l'indice de dangerosité substance toxique pour le milieu aquatique (TW) selon la formule suivante :

$$I_{TUW} = \sqrt[3]{T_W \cdot I_{UW} \cdot I_S} = \sqrt[3]{4 \cdot 3 \cdot 5} = 3$$

Calcul de l'indice de toxicité pour le compartiment environnemental biotique ITB

Cet indice est calculé par synthèse de l'indice de vulnérabilité des compartiments biotiques de l'environnement (IB) et de l'indice de dangerosité toxique pour le milieu biotique de l'environnement (TB) selon la formule suivante :

$$I_{TB} = \sqrt{T_B \cdot I_B} = \sqrt{2 \cdot 5} = 3$$

Calcul de l'indice de toxicité pour l'environnement des sols IST

Cet indice est calculé par synthèse de l'indice de dangerosité substance toxique pour le sol (TS) et de l'indice de vulnérabilité sol environnement (IS) selon la formule suivante :

$$I_{TS} = \sqrt{T_S \cdot I_S} = \sqrt{3 \cdot 4} = 3$$

Calcul de l'indice d'inflammabilité pour le compartiment environnemental biotique IFR

Cet indice est calculé par synthèse de l'indice de vulnérabilité des compartiments environnementaux biotiques (IB) et de l'indice de dangerosité d'inflammabilité pour les compartiments environnementaux (FR) selon la formule suivante :

$$I_{FR} = \sqrt{F_R \cdot I_B} = \sqrt{1.5} = 2$$

Conséquences des impacts accidentels sur l'environnement

Conséquences d'un accident par rejet de substances toxiques dans les eaux de surface

Le tableau suivant permet d'évaluer les conséquences d'un accident en fonction de la quantité de substance rejetée et de la toxicité de la substance pour l'environnement aquatique. Le résultat est la catégorie d'évaluation des conséquences de l'accident pour les eaux de surface (A - E).

		Quantité de substance toxique rejetée dans les eaux de surface [t]				
		< 1	1 - 10	10 - 50	50 - 200	> 200
ITSW	1.	A	B	B	C	D
	2.	B	B	C	D	D
	3.	C	C	D	D	E
	4.	C	D	D	E	E
	5.	C	D	E	E	E

Tableau 27 : Catégories d'évaluation des conséquences d'un accident par rejet de substances toxiques dans les eaux de surface

Pour les scénarios A1 et A10, on obtient un niveau de conséquence C, soit un impact considérable sur les eaux de surface. Pour le scénario B, on obtient un niveau de conséquence E, soit un impact maximal sur les eaux de surface. Ainsi, peu importe le volume pour le scénario A, les résultats seront les mêmes. Cependant, avec une fuite de 5810 m³, soit 4648 tonnes de Jet A-1, on obtient une nette différence de score, ce qui est cohérent puisque le volume de la grosse fuite représente 581 fois le volume de la petite fuite majorée.

Conséquences d'un accident par rejet de substances toxiques dans le sol

La visualisation des conséquences d'un rejet de substances toxiques dans le sol se fait par la quantité de substance rejetée en combinaison avec l'indice de toxicité de la substance pour l'environnement du sol. L'évaluation se fait selon le tableau suivant :

		Quantité de substance toxique rejetée dans le sol [t]				
		< 1	1 - 10	10 - 50	50 - 200	> 200
ITS	1.	A	A	B	B	C
	2.	A	B	C	C	D
	3.	B	C	C	D	E
	4.	B	C	D	E	E
	5.	C	D	E	E	E

Tableau 28 : Catégories d'évaluation des conséquences d'un accident par rejet de substances toxiques dans le sol

Pour le scénario A1, on obtient un niveau de conséquence B, soit un impact faible sur l'environnement du sol. Pour le scénario A10, on obtient un niveau de conséquence C, soit un impact considérable sur l'environnement du sol. Pour le scénario B, on obtient un niveau de conséquence E, soit un impact maximal sur l'environnement du sol. Par rapport aux conséquences obtenues pour les eaux de surface, on remarque une différence de score entre le scénario A minoré à 1 m³ et majoré à 10 m³. En effet, s'il

on considère 1 m³ de fuite, les conséquences pour le sol seront moins importantes que pour les eaux de surface.

Conséquences d'un accident par rejet de substances toxiques dans les eaux souterraines

La visualisation des conséquences d'un accident pour les eaux souterraines est obtenue par l'interaction entre la quantité de Jet A-1 rejetée dans l'environnement hydrogéologique et l'indice de toxicité de la substance dans les eaux souterraines. L'interaction se fait selon le tableau suivant :

		Quantité de substance toxique rejetée dans le milieu hydrogéologique [t]				
		< 1	1 - 10	10 - 50	50 - 200	> 200
ITUW	1.	A	A	B	B	C
	2.	A	B	C	C	D
	3.	B	C	C	D	E
	4.	B	C	D	E	E
	5.	C	D	E	E	E

Tableau 29 : Catégories d'évaluation des conséquences d'un accident par rejet de substances toxiques dans les eaux souterraines

On obtient exactement les mêmes niveaux de conséquences que pour le sol. C'est-à-dire que dans le cas d'une petite fuite de 1 m³, les conséquences pour les eaux souterraines seront moins importantes que pour les eaux de surface.

Conséquences d'un accident par rejet de substances toxiques dans le compartiment environnemental biotique

Pour l'évaluation de ces conséquences est utilisé l'indice de toxicité pour le compartiment environnemental biotique ITB. Il s'agit d'un indice obtenu par la synthèse de l'indice de vulnérabilité du milieu biotique et de l'indice de dangerosité toxique pour le biote. En combinant cet indice et la quantité de substance rejetée, il est possible d'évaluer la zone d'effets qui sera touchée par le nuage toxique. Les conséquences sont déterminées à partir de cette zone.

		Quantité de substance toxique rejetée dans le milieu biotique [t]					
		< 1	1 - 5	5 - 10	10 - 50	50 - 200	> 200
ITB	1.	A	A	A	B	B	B
	2.	A	A	B	C	D	E
	3.	B	B	C	D	E	E
	4.	B	C	D	E	E	E
	5.	C	D	E	E	E	E

Tableau 30 : Catégories d'évaluation des conséquences d'un accident par rejet de substances toxiques dans le compartiment environnemental biotique

Pour les scénarios A1 et A10, on obtient un niveau de conséquence B, soit un impact faible sur le compartiment environnemental biotique (surface délimitée entre 0,1 et 1 ha). Ainsi, comme pour les eaux de surface, les résultats seront les mêmes peu importe le volume pour le scénario A. Pour le scénario B, on obtient un niveau de conséquence E, soit un impact maximal sur le compartiment environnemental biotique (surface délimitée supérieure à 50 ha). Par conséquent, dans le cas de la petite fuite (entre 1 et 10 m³), le compartiment environnemental biotique sera potentiellement le moins impacté parmi l'ensemble des enjeux.

Conséquences d'un accident par rejet de substances inflammables dans le compartiment environnemental biotique

Pour cette évaluation est utilisé l'indice résultant I_{FR} . C'est un indice obtenu par la synthèse de l'indice de vulnérabilité du compartiment environnemental biotique et de l'indice de dangerosité de la substance inflammable pour le compartiment environnemental biotique. En combinant cet indice et la quantité de substance rejetée, on peut évaluer la zone des effets qui sera touchée. Les conséquences sont définies à partir de cette zone.

		Quantité de de substance inflammable rejetée dans le milieu biotique [t]					
		< 1	1 - 5	5 - 10	10 - 50	50 - 200	> 200
I_{FR}	1.	A	A	A	B	B	C
	2.	A	A	A	B	C	C
	3.	A	A	B	C	C	C
	4.	A	A	A	B	C	D
	5.	A	B	B	C	D	E

Tableau 31 : Catégories d'évaluation des conséquences d'un accident par rejet de substances inflammables dans le compartiment environnemental biotique

Pour les scénarios A1 et A10, un niveau de conséquence A est obtenu, soit un impact négligeable sur le compartiment environnemental biotique (surface délimitée inférieure à 0,1). Pour le scénario B, le niveau de conséquence est C, soit un impact considérable sur le compartiment environnemental biotique (surface délimitée entre 1 et 10 ha).

Probabilités et matrices d'acceptabilité

La matrice de risque ne figure pas dans la méthode mais provient d'un article (Sikorova K, et al., 2017) dans lequel on retrouve un cas d'application concret.

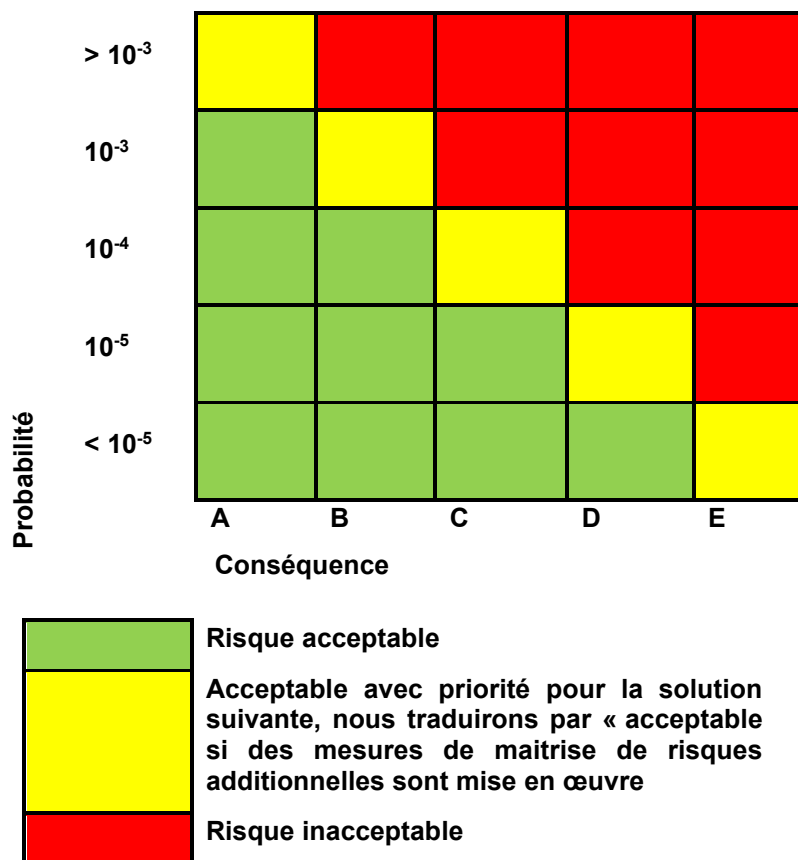


Tableau 32 : Matrice d'acceptabilité des risques pour l'environnement

Pour le scénario A, la probabilité sera considérée comme étant $F_A = 8 \times 10^{-4}$. Pour le scénario B, elle sera $F_B = 4 \times 10^{-5}$.

Les résultats d'acceptabilité par enjeu sont disponibles ci-dessous.

Pour les eaux de surface, le risque toxique est « acceptable avec mise en œuvre de mesures de maîtrise de risque additionnelle » pour les scénarios A1 et A10. Pour que le risque soit réduit à un niveau acceptable, une analyse ultérieure sur les moyens de prévention/protection à mettre en œuvre demeurera une nécessité. Pour le scénario B, le risque de toxicité est « inacceptable ». Il incombe donc à l'industriel de réduire le risque.

Probabilité	$> 10^{-3}$					
	10^{-3}					
	10^{-4}			Scénarios A-1 & A-10		
	10^{-5}					Scénario B
	$< 10^{-5}$					
		A	B	C	D	E
		Conséquence				

Tableau 33 : Matrice d'acceptabilité des risques toxiques pour les eaux de surface

Pour l'environnement du sol, le risque toxique est « acceptable » pour les scénarios A1 et A10. Ainsi, la mise en place de barrières de prévention/protection contre un potentiel déversement majeur sur le sol ne sera pas nécessaire. Pour le scénario B (déversement catastrophique), le risque de toxicité est « inacceptable ». Il incombe donc à l'industriel de réduire le risque.

Probabilité	$> 10^{-3}$					
	10^{-3}					
	10^{-4}		Scénarios A-1 & A-10			
	10^{-5}					Scénario B
	$< 10^{-5}$					
		A	B	C	D	E
		Conséquence				

Tableau 34 : Matrice d'acceptabilité des risques toxiques pour l'environnement du sol

Pour les eaux souterraines (nappe de craie), le risque de toxicité est « acceptable » pour le scénario A1 et le risque est acceptable avec mise en œuvre de mesures de maîtrise de risque additionnelle » pour le scénario A10. Ainsi, une faible différence de volume de substance toxique rejetée dans les eaux souterraines implique une étude plus détaillée pour la mise en place de barrières de prévention/protection. Pour le scénario B (déversement catastrophique), le risque de toxicité est « inacceptable ». Il incombe donc à l'industriel de réduire le risque.

Probabilité	$> 10^{-3}$					
	10^{-3}					
	10^{-4}		Scénario A-1	Scénario A-10		
	10^{-5}					Scénario B
	$< 10^{-5}$					
		A	B	C	D	E
		Conséquence				

Tableau 35 : Matrice d'acceptabilité des risques toxiques pour les eaux souterraines

Pour le compartiment biotique environnemental (ZNIEFF de type I, réserve naturelle régionale), le risque de toxicité est « acceptable » pour le scénario A1 et le risque est « acceptable avec mise en œuvre de mesures de maîtrise de risque additionnelle » pour le scénario A10. Ainsi, une faible différence de volume de substance toxique rejetée dans les eaux souterraines implique une étude plus détaillée pour la mise en place de barrières de prévention/protection. Pour le scénario B (déversement catastrophique), le risque de toxicité est « inacceptable ». Il incombe donc à l'industriel de réduire le risque.

Probabilité	$> 10^{-3}$					
	10^{-3}					
	10^{-4}		Scénario A-1	Scénario A -10		
	10^{-5}					Scénario B
	$< 10^{-5}$					
		A	B	C	D	E
		Conséquence				

Tableau 36 : Matrice d'acceptabilité des risques toxiques pour le milieu biotique

Pour le compartiment biotique environnemental (ZNEIFF de type I, réserve naturelle régionale), le risque d'incendie est « acceptable » pour l'ensemble des scénarios. Le résultat pour le scénario B semble incohérent à première vue étant donné l'importante quantité de substance inflammable rejetée. Ce résultat s'explique par le fait que les propriétés inflammables du Jet A-1 sont relativement faibles et que la portée supposée de l'effet du feu restera très faible.

Probabilité	$> 10^{-3}$					
	10^{-3}					
	10^{-4}					
	10^{-5}	Scénarios A-1 & A-10	Scénario B			
	$< 10^{-5}$					
		A	B	C	D	E
		Conséquence				

Tableau 37 : Matrice d'acceptabilité des risques d'incendie pour le milieu biotique

Annexe 2 - Cotations attribuées aux paramètres entrant en jeu dans la détermination de l'indice EAI suédois

Table 1. Distance to nearest well, lake or watercourse.

Value:	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Meters:	0-10	10-20	20-35	35-50	50 - 75	75 - 150	150 - 300	300 - 1000	1000 - 2000	> 2000

Table 2. Depth to groundwater surface.

Value:	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Meters:	0 - 0.2	0.2 - 1	1-3	3-5	5-7	7-12	12-20	20 - 30	30 - 60	> 60

Table 3. The leaning of the groundwater surface and the flow direction

Value:	5	1	0
	Groundwater surface is inclined towards a well, lake or watercourse	The groundwater surface is horizontal	No well, lake or watercourse is laying within 1 km of the direction of the groundwater flow

Table 4.

Choose the lowest point in the interval if the rock beneath the soil is massive.

The thickness of the soil	Value:					
	Gravel	Sand	Moraine	Silt	Clay	Frosted ground
> 30 m	9	8	6	4	0	0
25 - 30	9	7-8	5-6	3-5	0-1	0
20 - 25	9	7-8	5-6	3-5	0-2	0
15 - 20	9	7-8	5-7	3-6	0-3	0
10-15	9	7-9	5-8	3-7	0-4	0
3-10	9	7-9	6-8	4-8	1-6	0
< 3	9	7-9	6-9	4-8	2-8	0

Table 5. Values for the variable Sur

Summarized values from Tables 1-4	Value (Sur)
>25	10
20-25	7
15-20	5
10-15	3
<10	1

Table 6. Values for the variable Tox

Acute toxicity ^a (LC ₅₀ or EC ₅₀) mg/L	Value (Tox)
<1 ^b	10
1-6	8
6-30	6
30-200	4
200-1000	2
>1000	1

a) Use the lowest available LC₅₀-value or EC₅₀-value for fish, *Daphnia* or algae.

b) Handling of extreme toxic chemicals should be investigated even if the calculated EAI-value will be low.

Table 7. Values for the variable Con

Consistency Viscosity ^a (cSt) ^b	Value (Con)
<0.5	5
0.5-4.4	4
4.4-47	3
47-300	2
>300	1
Solid compound	0
Unknown viscosity	4

a) If data about the viscosity is missing use value 4 that correspond to the viscosity interval where most liquid chemicals can be found.

b) If the viscosity only is available as cp (centipois) this value is first divided with the density of the chemical in g/cm³

Table 8. Values for the variable Am

Stored or transported amount of the chemical (metric tonnes) ^a	Value (Am)
>500 ^b	10
50-500	7
5-49	5
0.5-4.9	3
<0.5	1

a) The maximal amount of the chemical, converted into pure compound, that can be handled

b) Extreme large stocks should be investigated even if the calculated EAI-value will be low.

Table 9. Values for the variable Sol

Water solubility (weight-%)	Value (Sol)
>90	5
25-90	4
5-25	3
1-5	2
<1	1
Solved in water	5
Solved in organic solvent	a

a) The solubility value for the solvent

Annexe 3- Essai de cas d'application de la méthode EAI suédoise

Description du site et de son environnement

Dans un souci de préserver confidentielles les données communiquées par l'exploitant, le cas d'application ci-dessous décrit a été anonymisé. Ce cas d'application sera repris pour les autres méthodes.

Le cas d'application choisi est un dépôt pétrolier de JET A1, classé Seveso Seuil Haut, constitué notamment de bacs semi-enterrés d'une capacité unitaire de 5810 m³. Les rejets identifiés en provenance des installations industrielles présentes sur le site sont des rejets liquides, gazeux et des déchets.

Les rejets liquides correspondent aux eaux domestiques usagées traitées ; aux eaux pluviales non souillées en écoulement naturel dans le bassin versant et infiltration dans le sol ; aux eaux de lavage des aires et ruissellement d'eaux pluviales hydrocarburées.

Les rejets gazeux sont des émanations de composés organiques volatiles (COV).

Le dépôt s'étend sur 22 hectares et est implanté sur une ZNIEFF de type I d'une surface proche de 500 hectares selon les données de l'INPN. Une petite rivière se trouve à moins de 500 m des limites du site. Cette rivière se déverse dans une rivière plus importante, ensuite connectée à un canal. La rivière plus importante traverse une ZNIEFF de type I et une réserve naturelle régionale.

D'après l'étude d'impact, il apparaît que le cours d'eau plus important soit aussi en lien avec la nappe de craie.

Scénarios retenus

Les deux scénarios retenus pour cette application sont les suivants :

- Scénario A : une « petite fuite » non repérée par les barrières de limitation mises en place. Le volume d'épandage de Jet A-1 dans le sol est estimé entre 1 et 10. Pour l'application de la méthodologie, on étudiera tout d'abord le cas le moins critique en prenant $VA1 = 1 \text{ m}^3$ (0,8 t), puis le cas le plus extrême, soit $VA10 = 10 \text{ m}^3$ (8 t) ;
- Scénario B : une « grosse fuite » identifiée et localisée nécessitant la mise en œuvre immédiate de plans d'action pour arrêter la source d'épandage et traiter la pollution générée. N'ayant pas trouvé d'informations dans l'étude de dangers concernant la « grosse fuite », on considèrera alors un déversement total d'un bac de stockage contenant $VB = 5810 \text{ m}^3$ (4648 t) de Jet A-1.

Détermination de la variable Tox

La substance impliquée dans ces deux scénarios est le Jet A-1. C'est un mélange de substances composé de kérosène, de kérosène hydrodésulfuré et de kérosène adouci, utilisé comme carburant pour turbomachine d'aviation. Le Jet A-1 porte notamment la mention de danger H411, ce qui signifie qu'il est toxique pour les organismes aquatiques et qu'il peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.

De plus, le Jet A-1 va être considéré comme difficilement dégradable.

En accord avec l'étude d'impact réalisée sur ce site, le Jet A1 sera considéré comme étant du kérosène standard pour la suite.

Les caractéristiques toxicologiques à notre disposition sont :

- CL₅₀¹⁶ (96 heures, poisson) ;
- CE₅₀¹⁷ (48 heures, daphnies) ;
- CE₅₀ (72 heures, algues).

D'après la fiche de sécurité du Jet A-1, la concentration létale médiane pour poissons pendant 96 heures est de 2 - 5 mg/l, la concentration efficace médiane pour les daphnies pendant 48 heures est de 1,4 mg/l, et la concentration efficace médiane pour les algues pendant 72 heures est de 1 - 3 mg/l.

Pour déterminer Tox, la méthode stipule qu'il faut utiliser la valeur CL₅₀ ou CE₅₀ la plus basse disponible pour les poissons, les daphnies ou les algues, on prendra donc CE₅₀ = 1 mg/l pour les algues.

Toxicité aiguë (CL ₅₀ ou CE ₅₀) mg/L	Valeurs (Tox)
<1	10
1-6	8
6-30	6
30-200	4
200-1000	2
>1000	1

Tableau 38 : Score attribué à la variable Tox

Par conséquent, la valeur de Tox obtenue est de 8 d'après le tableau ci-dessus, ce qui signifie que le Jet A-1 est très toxique pour les organismes aquatiques. Ce résultat est cohérent avec la mention de dangers H411 : « Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme ».

Détermination de la variable Con

D'après les tables de viscosité cinématique (site internet Engineers edge), la viscosité du Jet A-1 (kérosène) de 2,71 cSt (ou mm²/s) à 20°C. Cela correspond à une valeur de Con égale à 4, d'après le tableau suivant :

¹⁶ CL₅₀ : Concentration Létale médiane. C'est la concentration de la substance à laquelle 50% de la population exposée à cette concentration meurt. CL₅₀ n'est pas une constante biologique car de nombreux facteurs influent sur la toxicité.

¹⁷ CE₅₀ : Concentration Efficace médiane. C'est la concentration de la substance qui produit une réponse égale à la moitié de la réponse maximale pour 50% de la population.

Consistance / Viscosité (cSt)	Valeurs (Con)
<0,5	5
0,5-4,4	4
4,4-47	3
47-300	2
>300	1
Composé solide	0
Viscosité inconnue	4

Tableau 39 : Score attribué à la variable Con

Le Jet A-1 possède donc une viscosité cinématique élevée, cela signifie que sa propagation horizontale est importante, ce qui augmente par conséquent les potentiels effets néfastes sur l'environnement.

Détermination de la variable Am

Pour convertir les quantités de Jet A-1 rejetées sur le sol, nous avons considéré que sa masse volumique moyenne à 20°C était de 800 kg/m³. La valeur de Am est ensuite déduite à partir du tableau suivant :

Stocké ou transporté quantité de produit chimique (tonnes métriques)	Valeurs (Am)
>500	10
50-500	7
5-49	5
0,5-4,9	3
<0,5	1

Tableau 40 : Score attribué à la variable Am

On obtient pour Am les résultats suivants :

	Quantité	Valeurs (Am)
Scénario A-1	0,8 tonnes	3
Scénario A-10	8 tonnes	5
Scénario B	4648 tonnes	10

Tableau 41 : Cotation Am des scénarios de l'étude

Détermination de la variable Sol

D'après la FDS (Neste, 2020), le Jet A-1 a une très mauvaise solubilité dans l'eau (<50 mg/l, 20°C). Cela correspond donc à moins de 0,005 % en poids soit une valeur de Sol égale à 1.

Solubilité dans l'eau (masse-%)	Valeurs (Sol)
>90	5
25-90	4
5-25	3
1-5	2
<1	1
Soluble dans l'eau	5
Soluble dans un solvant organique	Valeur de solubilité du solvant

Tableau 42 : Score de la variable Sol

Le Jet A-1 possède donc une solubilité très faible dans l'eau, ce qui signifie que la dispersion de ce produit et, par conséquent, sa toxicité vis-à-vis de l'environnement est diminuée.

Détermination de la variable Sur

La variable Sur exprime les propriétés du milieu environnant (propriétés spécifiques au site) telles que :

- Distance jusqu'au puits, cours d'eau ou lac le plus proche (en mètres) ;
- Profondeur de la nappe phréatique (en mètres) ;
- Si la surface de l'eau souterraine est inclinée vers un puits, un lac ou un cours d'eau ou si elle est horizontale ;
- L'épaisseur du sol et du matériau qui le compose, par exemple gravier, sable, moraine, limon, argile ou sol gelé (en mètres).

Chacune des quatre variables de la composante Sur se voit attribuer une valeur conformément aux tableaux ci-dessous, et la somme est calculée. Cette somme donne une valeur pour la variable Sur.

D'après la cartographie, la distance entre la rivière et le réservoir le plus proche est d'environ 170 mètres. Cela correspond donc un score de 3.

Valeurs	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Mètres	0-10	10-20	20-35	35-50	50-75	75-150	150-300	300-1000	1000-2000	>2000

Tableau 43 : Score attribué selon la distance jusqu'au puits, lac ou cours d'eau le plus proche

D'après l'étude d'impact, le site repose sur des limons sablo-graveleux ou sableux masquant un sous-sol crayeux et renfermant une nappe à une profondeur comprise entre 15 et 43 mètres selon les endroits. En prenant le cas le plus critique, c'est à-dire 15 mètres de profondeur, on obtient un score de 3.

Valeurs	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Mètres	0-0,2	0,2-1	1-3	3-5	5-7	7-12	12-20	20-30	30-60	>60

Tableau 44 : Score attribué selon la profondeur des eaux souterraines

D'après l'étude d'impact, la nappe de craie est très largement exploitée par de nombreux puits et forages. Elle est captée un peu partout aux alentours pour l'alimentation des fermes et des collectivités locales. Des communes proches sont alimentées en eau potable au moyen de forages tandis que d'autres profitent de captages d'eau pour un usage agricole. De plus, la nappe de la craie est vraisemblablement en lien avec le réseau.

Le score obtenu pour cette dernière composante est donc de 5, d'après le tableau suivant :

Valeurs		
5	1	0
La surface de l'eau souterraine est inclinée vers un puits, un lac ou un cours d'eau	La surface de l'eau souterraine est horizontale	Aucun puits, lac ou cours d'eau ne se trouve à moins de 1 km de la direction de l'écoulement des eaux souterraines

Tableau 45 : Score selon l'inclinaison de la surface de l'eau souterraine et la direction de l'écoulement

D'après l'étude d'impact, le sol est constitué de limon de lavage. Le fond des vallons secs ainsi que le pied des versants sont recouverts de limons gris jaunâtre, meubles, d'âge récent. L'épaisseur des limons récents est très variable (1 à 2 m).

Épaisseur du sol	Valeurs					
	Gravier	Sable	Moraine	Limon	Argile	Sol givré
>30 m	9	8	6	4	0	0
25-30	9	7-8	5-6	3-5	0-1	0
20-25	9	7-8	5-6	3-5	0-2	0
15-20	9	7-8	5-7	3-6	0-3	0
10-15	9	7-9	5-8	3-7	0-4	0
3-10	9	7-9	6-8	4-8	1-6	0
<3	9	7-9	6-9	4-8	2-8	0

Tableau 46 : Score attribué au type de sol selon l'épaisseur de celui-ci

La roche sous le sol étant massive, on choisit donc le point le plus bas de l'intervalle, soit un score de 4.

La somme des quatre variables précédentes donne 15, on obtient alors une valeur pour Sur égale à 5, selon le tableau ci-dessous :

Valeurs résumées des tableaux 1-4	Valeurs (Sur)
>25	10
20-25	7
15-20	5
10-15	3
<10	1

Tableau 47 : Valeurs pour la variable Sur

Ainsi, il y a un certain potentiel que le Jet A-1 puisse pénétrer dans le sol, affecter les eaux souterraines et migrer dans les eaux de surface.

Détermination de l'EAI

Les résultats obtenus sont répertoriés dans le tableau ci-dessous :

	Scénario A-1	Scénario A-10	Scénario B
Toxicité pour les organismes aquatiques (Tox)	6	6	6
Quantité de produit chimique (Am)	3	5	10
Viscosité du produit chimique (Con)	4	4	4
Solubilité dans l'eau (Sol)	1	1	1
Propriétés du milieu environnant (Sur)	15	15	15
EAI = Tox.Am.(Con+Sol+Sur)	360	600	1200
Niveau de conséquences (A-C)	B	C	C

Tableau 48 : Synthèse des différents scores attribués aux différents paramètres pour chaque scénario

Dans le cas du scénario A-1, un score EAI égale à 360 est obtenu, soit un niveau de conséquence B. Par conséquent, une analyse des risques¹⁸, ainsi qu'une évaluation préliminaire des risques¹⁹ (ERA), sont nécessaires. L'analyse des risques concerne les propriétés intrinsèques de la substance, y compris l'identification de l'endroit dans l'environnement où le produit chimique peut s'accumuler et de la durée des effets sur l'environnement est nécessaire. L'évaluation préliminaire des risques doit quant-à-elle comprendre notamment des données sur le site de manipulation des produits chimiques. Dans le cas des scénarios A-10 et B, nous avons respectivement obtenu des EAI égales à 600 et 1200, soit un niveau de conséquence C. Ainsi, en plus d'une HA et ERA, une évaluation avancée des risques²⁰ est

¹⁸ L'analyse des risques est définie ici comme une évaluation globale des propriétés chimiques inhérentes, telles que les données sur les propriétés chimiques et physiques, la mobilité, la dégradation, la toxicité et les phrases de risque environnementales. L'identification de l'endroit dans l'environnement où le produit chimique peut s'accumuler et combien de temps les effets environnementaux peuvent durer est également impliquée.

¹⁹ L'EAI introductive est ici définie comme une forme élargie d'analyse des risques, comprenant des données sur le site actuel de manipulation de produits chimiques.

²⁰ L'ERE avancée est ici définie comme une comparaison entre la concentration environnementale prévue (PEC) et la concentration prévue sans effet (PNEC), et comme un accident est souvent de courte durée, la toxicité aiguë est utilisée pour calculer la PEC. Si PEC > PNEC, il existe un risque élevé d'effets environnementaux, tandis que si PEC < PNEC, le risque est faible.

primordiale. Cette dernière est basée sur la comparaison entre la concentration environnementale estimée (PEC) et la concentration estimée sans effet (PNEC), basée sur les valeurs de toxicité aiguë.

Annexe 4 - Seuils MATTE de la méthode du CDOIF anglaise

Des seuils doivent être utilisés pour déterminer le potentiel d'un MATTE pour chacun des enjeux. Les seuils sont présentés en deux dimensions :

- (i) étendue (zone/distance) et gravité (degré de dommage) ;
- (ii) durée du dommage (ou période de récupération).

Pour que le scénario soit considéré comme un MATTE potentiel, il est nécessaire que les seuils pour les deux dimensions soient dépassés (c'est-à-dire que les scores de gravité/durée doivent être au minimum de 2).

Les seuils relatifs à l'étendue et à la gravité sont présentés ci-dessous. Afin d'éviter une application disproportionnée de critères de pourcentage sur les petits enjeux, pour les petits sites, les critères de pourcentage ne réduiront pas le seuil à moins de la moitié des critères de superficie.

En ce qui concerne la durée des dommages, les impacts avec récupération naturelle à court terme (hormis l'impact de l'eau potable sur les personnes) ne seraient pas considérés comme MATTE. Lors de l'examen des périodes de récupération, la qualité chimique et l'état de conservation doivent être pris en compte (en adoptant la durée la plus longue dans le cadre de l'évaluation des risques). Les différents tableaux ci-dessous répertorient les seuils associés aux enjeux environnementaux que l'on trouve dans l'annexe 2 de la méthode (guide DETR 1999²¹) :

A - Zones désignées

1. Importance nationale

Enjeu environnemental	Seuil MATTE	Commentaire
Réserves naturelles nationales (NNRs)	- Supérieur à 0,5 ha touchés ou 10 % de la superficie du site touchée (selon la plus petite des deux, sous réserve d'une limite inférieure de 0,25 ha) ; - Supérieur à 10 % d'un éléments linéaire désigné du site touché ; - Supérieur à 10 % d'un habitat particulier ou d'une population d'espèces individuelles impactées.	Les NNRs représentent des zones jugées spéciales sur la base de leurs communautés végétales ou animales, de leurs caractéristiques géologiques ou de leurs reliefs. Ils représentent la superficie minimale de base de l'habitat qui devrait être conservé pour maintenir l'aire de répartition actuelle et la répartition des plantes et des animaux indigènes.
Sites d'intérêt scientifique particuliers (SSSIs), à la fois biologiques (terrestres et aquatiques) et géologiques		Les RNN ont été établies pour protéger les zones nationales les plus importantes d'habitat faunique et de formation géologique. Ils sont parmi les meilleurs exemples de types d'habitats particuliers et représentent donc une ressource d'importance nationale. Les SSSI peuvent être terrestres, d'eau douce ou marine.

Tableau 49 : Détermination des seuils MATTE pour les zones désignées d'importance national

²¹ Guide DETR ; Directives sur l'interprétation des accidents majeurs pour l'environnement aux fins du règlement COMAH

2. Importance internationale

Enjeu environnemental	Seuil MATTE	Commentaire
Sites Natura 2000 : Zones spéciales de conservations (SACs) et Zones spéciales de protection (SPAs)	- Supérieur à 0,5 ha touchés ou 5 % de la superficie du site touché (selon la plus petite des deux, sous réserve d'une limite inférieure de 0,25 ha) ; - Supérieur à 5 % d'un élément linéaire désigné du site touché ; - Supérieur à 5 % d'un habitat particulier ou d'une population d'espèces individuelles impactées.	Les SACs visent à conserver les espèces d'oiseaux mais aussi les oiseaux migrateurs. Cela passe principalement par la désignation d'habitats d'oiseaux, et en particulier de zones humides. Les SACs conservent les types d'habitats, les animaux et les espèces végétales, et contribuent ainsi au maintien d'un état de conservation favorable d'habitats et d'espèces sélectionnés. Les habitats et espèces marins sont inclus.
Sites Ramsar		Les sites Ramsar sont des zones humides d'importance internationale.

Tableau 50 : Détermination des seuils MATTE pour les zones désignées d'importance internationale

La population fait référence à la population connue ou estimée du site et aux espèces individuelles nommées dans la désignation, et non à la population nationale. Pour les autres espèces, il faut se reporter au tableau 10 du guide DETR (voir « espèces particulières » ci-après).

3. Autres terres désignées

Enjeu environnemental	Seuil MATTE	Commentaire
Zone écologiquement sensible (ESAs)	Supérieure à 10% ou 10 ha de terres gravement endommagées, selon la plus petite des deux.	Les désignations telles que SSSI et NNR sont importantes en matière de conservation de la nature. Cependant, il existe de nombreuses autres désignations de terres qui visent à conserver des zones uniquement pour des raisons d'agrément et d'esthétique. Ces zones peuvent avoir une valeur faunique associée, mais sont valorisées pour le paysage, l'esthétique, l'historique et l'archéologie, l'agrément géologique ou les caractéristiques récréatives.
Zones d'une beauté naturelle remarquable (AONBs)		
Ceinture verte (Royaume-Uni)		
Parc nationaux		
Réserves naturelle local (LNRs), sites du « Wildlife Trust »		
« National Trust Land » (Royaume-Uni)		
Terre communes = terres appartenant à tous, non cultivées / parcs de campagne		

Tableau 51 : Détermination des seuils MATTE pour les autres terres désignées

Enjeu environnemental	Seuil MATTE	Commentaire
Habitats du Plan d'action pour la biodiversité (Angleterre)		Les habitats rares sont protégés principalement sur la base du déclin de la répartition et de l'étendue de ces habitats dans un passé récent. Les types d'habitats qui ont subi des déclins majeurs ou rapides, ou qui sont rares, sont considérés comme en péril. De plus, certaines zones, notamment marines/côtières/estuariennes, sont extrêmement importantes en termes de leur fonctionnement, et sont donc intéressantes à cet égard. D'autres habitats, bien que n'ayant pas nécessairement une grande valeur intrinsèque en eux-mêmes, méritent d'être pris en considération en raison des espèces particulières qu'ils peuvent abriter.
Éléments géologiques : grottes, gisements de fossiles, filons minéraux, moraines, etc.	Supérieure à 10% de la superficie de l'habitat ou 2 ha de terre endommagée, selon la plus petite des deux.	Le bureau local « English Nature »/ « Scottish Natural Heritage »/ « Countryside Council for Wales » doit être consulté pour identifier ces enjeux localement.

Le terme « gravement touché » signifie que la partie du site touchée perd au moins une des caractéristiques de sa désignation, ou un état de conservation favorable, et ne se rétablira pas naturellement (c'est-à-dire ne retrouvera pas son statut désigné) dans les 3 ans pour les habitats terrestres, ou une seule saison pour les eaux douces et marines. Les eaux marines comprennent tout ce qui se trouve en dessous de la ligne des hautes eaux (vasières, estuaire, etc.)

B - Habitats étendus (terre/eau)

Enjeu environnemental	Seuil MATTE	Commentaire
Habitats plus répandus, y compris les terres agricoles, non classés, c'est-à-dire non désignés comme rares		Le critère de taille de 10 ha de terres peut concerner soit la superficie totale contaminée, soit la superficie totale des terres retirées de la production en raison d'une plus petite superficie contaminée. On suppose qu'une contamination telle que la contamination d'une partie d'un champ rendra l'ensemble du champ inutilisable en raison des difficultés associées à la détermination des zones sûres et dangereuses du même champ.
Sylviculture	- Contamination de 10 ha ou plus de terre qui, pendant un an ou plus, empêche la croissance des cultures ou le pâturage des animaux domestiques ou rend la zone inaccessible au public en raison d'un éventuel contact cutané avec une substance dangereuse ; - Contamination de 10 ha ou plus de terrains vacants pendant trois ans ou plus ; - Contamination de tout habitat aquatique qui empêche la pêche ou l'aquaculture ou le rend inaccessible au public.	Il convient de se rappeler qu'il peut encore y avoir des zones dans la campagne plus large de haute valeur de conservation, et que l'absence de désignation actuelle n'implique pas nécessairement qu'une zone n'a aucune valeur écologique.

Tableau 53 : Détermination des seuils MATTE pour les habitats étendus (terre/eau)

Les terres désignent toutes les terres non classées, et pas seulement les terres agricoles. Lorsqu'il n'y a aucun potentiel de contamination d'un habitat aquatique, l'eau n'aura donc logiquement pas de potentiel MATTE et ne devrait donc pas être considérée comme faisant partie du processus d'examen préalable.

C - Eaux souterraines (terre/eau)

Enjeu environnemental	Seuil MATTE	Commentaire
Aquifères et eaux souterraines	- Tout accident susceptible de nécessiter des mesures correctives à grande échelle et à long terme ; - Tout accident de contamination/pollution (par des composés persistants) survenant dans la zone de niveau 1 de protection des eaux souterraines (ressources en eau souterraines les plus vulnérables).	L'eau souterraine est l'eau qui est retenue sous terre, principalement dans les formations rocheuses. Environ 75 % des eaux souterraines captées en Angleterre et au Pays de Galles sont utilisées pour l'eau potable. Les eaux souterraines étant inaccessibles, il est difficile de remédier aux incidents de contamination. Par conséquent, tout accident susceptible d'entraîner une pollution des eaux souterraines doit être considéré comme grave. L'« Environment Agency » a publié une politique de protection des eaux souterraines pour l'Angleterre et le Pays de Galles,

Enjeu environnemental	Seuil MATTE	Commentaire
		classant la vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution sur la base de la nature des sols sus-jacents, la présence et la nature de dépôts meubles recouvrant des formations rocheuses solides, la nature des strates rocheuses, et la profondeur de la nappe phréatique. Des cartes de vulnérabilité ont été produites qui identifient les zones dans lesquelles les eaux souterraines nécessitent une protection. De même, l'Agence écossaise de protection de l'environnement (SEPA) a élaboré une politique de protection des eaux souterraines pour l'Écosse. Ces informations doivent être utilisées pour identifier localement la présence d'eaux souterraines vulnérables.
Eau souterraine source d'eau potable publique ou privée	- Supérieur à 1 ha d'une zone de protection des sources d'eau souterraine (SPZ) où les normes d'eau potable ne sont pas respectées (Angleterre et Pays de Galles) ; - Interruption de l'approvisionnement en eau potable publique ou privée d'une source d'eau souterraine ou de surface : personnes touchées x durée en heures (au moins deux heures) > 1000 (Angleterre, Pays de Galles et Ecosse).	En Angleterre et au Pays de Galles, certains prélèvements (y compris les approvisionnements privés en eau potable) ne figurent pas sur les cartes SPZ et ont un rayon par défaut minimum de 50 m. La SPZ totale peut être plus grande (en fonction de l'échelle de prélèvement) et les opérateurs doivent consulter l'agence appropriée qui fournira de plus amples détails le cas échéant.
Eau souterraine source d'eau non potable	Supérieur à 1 ha d'un aquifère principale ou secondaire lorsqu'une norme relative aux eaux souterraines a été dépassée ou lorsque la pollution est perceptible.	Le document « Groundwater Protection : principes and practice 3 » fournit une discussion actuelle et des conseils sur la politique des eaux souterraines pour l'Angleterre et le Pays de Galles, y compris le concept de discernabilité. Pour obtenir des conseils sur l'identification des substances dangereuses dans les eaux souterraines, il faut se reporter aux travaux de l'UKTAG et du JAGDAG. Il est recommandé que des discussions aient lieu avec le régulateur concernant la dernière position sur les substances dangereuses dans les eaux souterraines. Si une pollution préexistante doit être prise en compte, cela nécessitera des preuves, telles qu'un plan de

Enjeu environnemental	Seuil MATTE	Commentaire
		protection et de surveillance du site (SPMP), un rapport sur l'état du site pour les installations IED (Industrial Emission Directive) ou l'équivalent. Si de telles preuves n'existent pas, les concentrations environnementales existantes des substances dangereuses doivent être supposées être celles des niveaux de fond naturels.
Eaux souterraines dans des couches non-productives	Pas applicable.	Lorsque les eaux souterraines ne répondent pas à la définition d'un aquifère ou d'une masse d'eau souterraine, elles sont considérées comme une voie à un autre enjeu, et l'évaluation doit se faire par rapport aux critères définis pour cet enjeu (par exemple, les habitats d'eau marine, douce ou estuarienne).

Tableau 54 : Détermination des seuils MATTE pour les eaux souterraines

Les sources souterraines d'eau potable se trouvent dans des aquifères plus larges. Il convient de vérifier si les seuils de source d'eau non potable souterraine se traduisent par des critères d'acceptabilité aux risques plus stricts. Si tel est le cas, les critères les plus stricts doivent être appliqués.

D - Sol ou sédiment (terre/eau)

Pour les sédiments, les recommandations du DETR font référence à un changement de la qualité de l'eau sous-jacente. Les sédiments doivent donc être considérés comme un enjeu environnemental et le seuil MATTE à prendre en compte est celui de l'eau sous-jacente pertinente ou des espèces particulières.

Enjeu environnemental	Seuil MATTE	Commentaire
Matériau à la surface jusqu'à une profondeur de 1 mètre (échantillons de sol à prélever sur les 10 premiers cm pour analyse chimique)	- Contamination de 10 ha ou plus de terres qui, pendant deux saisons de végétation ou plus, empêche la croissance des cultures ou le pâturage des animaux domestiques ou rend la zone inaccessible au public en raison d'un éventuel contact cutané avec des substances dangereuses ; - Contamination de 10 ha ou plus de terres par des substances, préparations, organismes ou micro-organismes entraînant un risque significatif d'effets néfastes sur la santé humaine.	Il n'existe pas de critères numériques existants pour la qualité des sols qui soient jugés adéquats pour indiquer ce qui pourrait constituer un MATTE en relation avec les sols et les sédiments. Ainsi, les seuils ont été fixés de manière non numérique. À titre indicatif, le recouvrement à long terme ou d'autres formes de modifications physiques du sol ou des sédiments sont susceptibles d'entraîner une perte de biodiversité du sol, tout comme des niveaux élevés de contamination chimique par une gamme de substances individuelles (telles que les métaux et les composés organiques persistants) et des mélanges de substances.

Tableau 55 : Détermination des seuils MATTE pour les sols ou sédiments

E - Environnement bâti (terrain, artificiel)

Enjeu environnemental	Seuil MATTE	Commentaire
Bâtiments		Les bâtiments d'intérêt architectural ou historique (Angleterre et Pays de Galles) sont répertoriés conformément au Planning (Listed Buildings and Conservation Areas) Act 1990. La liste comprend la plupart des bâtiments construits avant 1840, ainsi que d'autres en fonction de la qualité, du caractère et de l'architecte. Les bâtiments de grade I sont d'une importance exceptionnelle.
Bâtiments classés	- Dommages à un bâtiment de grade I (Angleterre ou Pays de Galles) ou à un bâtiment de catégorie A (Écosse) ou à un monument ancien classé tel qu'il n'a plus son importance architecturale, historique ou archéologique, et qui entraînerait sa destruction à défaut d'y avoir effectué sa rénovation - Dommages à une zone d'importance archéologique ou à une zone de conservation entraînant de la même manière une perte d'importance	Les bâtiments présentant un intérêt architectural ou historique particulier (Écosse) sont répertoriés selon les termes de la Town and Country Planning (Scotland) Act 1972, en utilisant des critères similaires à ceux de l'Angleterre. Les bâtiments de catégorie A sont ceux dont l'architecture nationale est d'importance historique. Les monuments anciens d'importance nationale (Angleterre et Pays de Galles) sont classés sous les monuments anciens et les zones archéologiques

Tableau 56 : Détermination des seuils MATTE pour l'environnement bâti

Pour les autres types de patrimoine bâti (par exemple, les bâtiments classés au grade 2), on appliquera les définitions MATTE pour des habitats répandus (terre, eau).

F - Divers enjeux (eau)

Enjeu environnemental	Seuil MATTE	Commentaire
Eau souterraine	Pas applicable.	La définition, basée sur les normes applicables aux émissions continues qui relèvent d'autres législations de l'UE, n'est pas utilisée pour identifier et évaluer un MATTE.
Eau potable		
Eaux de poissons et crustacés		
Eaux de baignade		

Tableau 57 : Détermination des seuils MATTE pour les divers enjeux

Les normes relatives aux émissions continues, répertoriées dans la législation européenne, ne devraient pas être adoptées pour définir un accident majeur. Cependant, le niveau spécifique de dépassement de ces normes doit être pris en compte dans les travaux d'assainissement et de restauration post-accidentels.

G - Espèces particulières (terre, eau, air)

Enjeu environnemental	Seuil MATTE	Commentaire
Espèces communes	- Pour les espèces communes : effets sublétaux²² graves supérieurs à 1 % de toute espèce ; - Pour les espèces végétales courantes : la mort ou effets sublétaux graves supérieurs à 5 % de la couverture du sol ; - Toute perte d'une espèce de la Liste rouge de l'UICN.	Les dommages causés aux individus (effets sublétaux et décès) au sein des populations peuvent non seulement avoir des implications pour la survie de cette espèce, mais peuvent également avoir des répercussions sur d'autres espèces, l'habitat de l'écosystème. Ainsi, un accident majeur pour l'espèce doit être considéré non seulement en termes de durabilité des espèces affectées, mais également en termes d'autres espèces qui peuvent être entièrement ou partiellement dépendantes de cette espèce. Pour les espèces menacées et rares, un accident majeur sera généralement considéré comme s'étant produit à des seuils inférieurs à ceux des espèces communes, c'est-à-dire que la définition d'un accident majeur dépendra de la fréquence ou de la rareté de cette espèce. De plus, la mobilité et la capacité de dispersion des espèces pourraient être considérées dans le contexte d'autres habitats convenables dans la localité. Certaines espèces peuvent être capables de s'éloigner d'un site à la suite d'un incident et d'utiliser des
Espèces inscrites dans la législation européenne		
Espèces inscrites dans la loi « Wildlife & Countryside » (Angleterre)		
Espèces de la Liste rouge des espèces menacées (UICN)		

²² Effets sublétaux : effets qui diminuent la capacité d'une population à se maintenir à l'équilibre (réduction de la fécondité, augmentation de la mortalité).

Enjeu environnemental	Seuil MATTE	Commentaire
		ressources ailleurs, tandis que d'autres peuvent être incapables de se déplacer ou être dépendantes de cette zone. De plus, l'effet du même événement à différentes périodes de l'année doit être pris en compte, c'est-à-dire qu'entre les saisons, différentes espèces peuvent être présentes à des densités de population différentes ; un événement coïncidant avec la saison de reproduction peut être plus grave que le même événement à un autre moment de l'année.

Tableau 58 : Détermination des seuils MATTE pour les espèces particulières

Les seuils de 1% et 5% ci-dessus se réfèrent aux populations nationales d'Angleterre, du Pays de Galles ou d'Écosse. Pour des espèces particulières de grande valeur ou de protection spéciale, il faut consulter l'organisation de conservation compétente pour déterminer le seuil approprié.

Pour toutes les espèces, lorsqu'il n'existe pas d'estimations fiables du nombre de populations, la liaison avec l'autorité statutaire sera nécessaire pour déterminer les seuils appropriés.

H - Marin (eau)

Enjeu environnemental	Seuil MATTE	Commentaire
Eaux marines non estuariennes	- Dommages permanents ou à long terme : Une superficie supérieure à 2 ha de la zone littorale ou sous-littorale, ou Une superficie supérieure à 100 ha de la communauté benthique en haute mer ; - Un décompte de : 100 oiseaux marins morts ou plus (500 goélants ou plus) ou 5 mammifères marins morts ou gravement blessés.	Les dommages sont évalués par rapport aux zones touchées ou au nombre d'individus touchés plutôt qu'en fonction des concentrations de contaminants dans l'eau. La dilution peut par la suite réduire les concentrations d'une substance rejetée à des niveaux difficiles à mesurer (et donc à surveiller), bien que les concentrations initiales puissent être suffisamment élevées pour endommager les organismes sublittoraux, littoraux et côtiers. De plus, de faibles concentrations de substances peuvent toujours présenter un danger si elles sont hautement toxiques ou si elles sont persistantes et bioaccumulables. Le nombre de victimes animales détectées à la suite d'un accident dépendra des circonstances locales, telles que l'emplacement géographique, la saison et si l'incident s'est produit à proximité d'une colonie de reproduction. De plus, l'étendue de l'impact sur les espèces sera rarement
Zones littorales, sublittorales		
Communauté benthique adjacente à la côte		
Frayères des poissons		

Enjeu environnemental	Seuil MATTE	Commentaire
		quantifiable immédiatement après l'accident et nécessitera une surveillance à long terme pour évaluer de manière adéquate l'étendue réelle de l'impact. Le nombre d'animaux tués est un incident presque certain d'être considérablement plus élevé que le nombre de victimes détectées. Par exemple, la proportion de victimes récupérées peut être aussi faible que 10 à 20 % du nombre total d'animaux touchés.

Tableau 59 : Détermination des seuils MATTE pour les eaux marines

Le littoral est une zone intertidale²³ entre les marées basses et hautes. Il se rapporte à la rive d'un lac, d'une mer ou d'un océan. Le sublittoral est une zone sous la laisse de basse mer²⁴. Il se rapporte à la ligne des basses eaux au bord du plateau continental. Le supralittoral est une zone juste au-dessus de la ligne des hautes eaux, submergée uniquement lors des tempêtes.

La zone benthique est la région écologique au niveau le plus bas d'une masse d'eau telle qu'un océan ou un lac, y compris la surface des sédiments et certaines couches souterraines. La communauté benthique est donc constituée d'organismes qui vivent dans le fond des océans.

²³ Se dit de l'espace côtier compris entre les limites extrêmes atteintes par la marée.

²⁴ Limite extrême atteinte par la mer sous l'influence de la marée, en l'absence de perturbations météocéanographiques exceptionnelles. Limite de l'estran.

I - Habitats d'eau douce et estuariens (eau)

Enjeu environnemental	Seuil MATTE	Commentaire
Ruisseau, rivière, canal, réservoir, lac, étang ou estuaire	- État chimique ou écologique donné par la Directive-cadre sur l'eau (WFD) est abaissé d'une classe sur plus de 2 km d'un cours d'eau ; - Supérieur à 10% de la superficie (pour les estuaires et les étangs, les réservoirs et les lacs) ; - Supérieur à 2 ha de la superficie des estuaires ou des étangs, des réservoirs et des lacs ; - Interruption de l'approvisionnement public ou privé en eau potable : personnes touchées x durée en heures > 1 000 (au moins deux heures).	Une partie importante d'une rivière, d'un canal ou d'un ruisseau est considérée comme un tronçon de 10 km ou 10 % de la longueur du cours d'eau. Pour les estuaires et les étangs, une superficie significative est considérée comme étant de 2 ha soit 10 % de la superficie Des dommages à long terme seront à considérer si le système met plus de 3 ans à récupérer

Tableau 60 : Détermination des seuils MATTE pour les habitats d'eau douce et estuariens

Dans le guide DETR, la longueur minimale du cours d'eau pour MATTE est fixée à 10 km ou 10% de la longueur (selon la plus petite des deux). En pratique, pour un grand nombre de cours d'eau, le seuil de 10% dominera, et pour beaucoup une distance très courte sera dérivée. Pour éviter de très courtes distances (< 2 km, lorsqu'un cours d'eau est < 20 km), le CDOIF a convenu que la longueur minimale du cours d'eau où des dommages graves pourraient survenir est définie comme une valeur fixe de 2 km. Cela correspond à la catégorie 1 du système commun de classification des incidents (SCIC).

L'interruption de l'approvisionnement en eau potable public ou privé est incluse ici pour tenir compte de l'emplacement des points de prélèvement dans les rivières, les réservoirs et les lacs. Les seuils de risque basés sur les gravités et durées potentielles sont les mêmes que pour l'interruption de l'approvisionnement en eau potable souterraine (voir tableau d'acceptabilité MATTE).

Annexe 5 - Détermination de la gravité de la méthode du CDOIF

Pour chaque scénario d'accident majeur crédible (ou ensemble représentatif de scénarios d'accidents majeurs crédibles) et enjeu touché, il faut attribuer un niveau de gravité qui serait associé aux conséquences non atténuées.

Le tableau suivant contient les descriptions des conséquences. Pour chaque type d'enjeu environnemental, le guide définit des critères de gravité afin de classer les accidents dans l'une des quatre catégories suivantes : important, sévère, majeur et catastrophique. La colonne « sévère » représente le descripteur MATTE de niveau le plus bas (tiré du guide DETR 1999). Les conséquences inférieures à cela correspondent aux incidents de pollution qui ne sont pas considérés comme MATTE ou couverts par le COMAH. Des conséquences supérieures à ce niveau peuvent déclencher les catégories de seuil plus élevées du tableau.

Chaque colonne du tableau a un numéro qui lui est attribué, de 1 à 4. Il s'agit du niveau de dommage ou gravité :

Type d'enjeu	Gravité du dommage				Commentaires
	Important	Sévère	Majeur	Catastro- phique	
Niveau de gravité	1	2	3	4	
Désigné Sites terrestres / aquatiques (importance nationale)	< 0,5 ha ou <10%	> 0,5 ha ou 10 à 50% de la superficie du site, linéaire associé caractéristique ou population	> 50% de la surface du site, linéaire associé caractéristique ou population	N/A	Réserve naturelle nationale (NNR), site d'intérêt scientifique particulier (SSSI), réserve naturelle marine (MRN)
Désigné Sites terrestres / aquatiques (importance internationale)	< 0,5 ha ou <5%	> 0,5 ha ou 5-25% de la superficie du site ou 5-25% des éléments linéaire ou population	25 à 50% de la superficie du site, linéaire associé caractéristique ou population	> 50% de la surface du site, linéaire associé caractéristique ou population	Zone spéciale de conservation (SAC), zone spéciale de protection (SPA), zone humides (RAMSAR)
Autre terre désignée	< 10ha ou <10%	10-100ha ou 10 à 50% des terres	> 100 ha ou >50% de la terre	N/A	Zone écologiquement sensible (ESA), AONB, parcs nationaux, etc.
Habitat rare	< 2 ha ou < 10%	2-20ha ou 10 à 50% de l'habitat	> 20 ha ou > 50% de l'habitat	N/A	Habitats du Plan d'action pour la biodiversité (BAP), caractéristiques géologiques
Habitat très répandu Terre non désignée	< 10 ha	Contamination de 10-100 ha de terres, empêche la croissance des cultures, le pâturage des animaux domestiques ou rend la zone inaccessible au public en raison d'un contact cutané possible avec des substances dangereuses. Alternativement, contamination de 10ha ou plus de terres vacantes.	100 à 1000 ha	> 1000 ha	Terre/eau utilisée pour l'agriculture, la pêche ou l'aquaculture
Habitat très répandu Eau non désignée		Contamination d'habitats aquatiques qui empêche la pêche ou l'aquaculture ou la rend inaccessible au public.	N/A	N/A	Terre/eau utilisée pour l'agriculture, la pêche ou l'aquaculture

Type d'enjeu	Gravité du dommage				Commentaires
	Important	Sévère	Majeur	Catastro- phique	
	Niveau de dommage pas considéré comme un MATTE	Niveau de dommage le plus bas pouvant être considéré comme un MATTE			
Niveau de gravité	1	2	3	4	
Eaux souterraines - Source d'eau potable	<1000 personnes par heure subissant une interruption d'alimentation en eau potable ou Pour l'Angleterre et le Pays de Galles uniquement : <1ha d'une SPZ	Interruption de l'approvisionnement en eau potable à partir d'une source souterraine ou de surface (où personnes touchées x durée en heures [au moins 2]> 1 000) ou Pour l'Angleterre et le Pays de Galles uniquement : 1-10ha de SPZ où les normes d'eau potable ne sont pas respectées	> 1 x 10 ⁷ personnes par heure subissant une interruption d'alimentation en eau potable (une ville de ~ 100 000 personnes perdant son approvisionnement pour mois) ou Pour l'Angleterre et le Pays de Galles uniquement : 10- 100ha de SPZ où les normes d'eau potable ne sont pas respectées	> 1 x 10 ⁹ personnes par heure subissant une interruption d'alimentation en eau potable (~ 1 million de personnes perte d'approvisionnement pendant 1 mois) ou Pour l'Angleterre et le Pays de Galles uniquement : > 100 ha de SPZ où les normes d'eau potable ne sont pas respectées	Sources d'eau potable (SPZ en Angleterre et au Pays de Galles)
Eaux souterraines - Source d'eau non potable	< 1 ha	1-100ha d'aquifères où les normes de qualité de l'eau ne sont pas respectées (ou une substance dangereuse est perceptible)	100 à 10 000 ha	> 10 000 ha	Aquifères (sources d'eau non potable) : Principale et secondaire telles qu'elles sont représentées sous forme de zones colorées sur les cartes des aquifères
Eaux souterraines dans des couches non- productives	L'eau souterraine n'est pas une voie vers un autre enjeu.	Lorsque l'eau souterraine est une voie d'accès pour un autre enjeu, évaluer par rapport aux critères pertinents pour l'enjeu.			Zones non colorées sur cartes des aquifères.
Sol ou sédiment	Contamination n'entraînant pas de dommages environnementaux ou n'affectant pas de manière significative la qualité de l'eau sus-jacente.	Contamination de 10- 100 ha de terres, etc. selon l'habitat étendu ; Contamination suffisant pour être considérée comme un dommage environnemental	Contamination de 100-1000ha de terres, etc. selon l'habitat étendu ; Contamination rendant le sol immédiatement dangereux pour l'homme (ex. contact cutané) ou le milieu de vie, la remédiation est possible.	Contamination de > 1000ha de terres, etc. selon l'habitat étendu ; Contamination rendant le sol immédiatement dangereux pour l'homme (ex. contact cutané) ou le milieu de vie, et la remédiation est difficile ou impossible.	
Environnement construit	Domages inférieurs à un niveau auquel la désignation d'importance serait retirée.	Domages suffisants pour que la désignation d'importance soit retirée.	Élément du milieu bâti faisant l'objet d'une désignation d'importance entièrement détruit.	N/A	Limité aux bâtiments classés Grade 1/Catégorie A, aux monuments antiques, zones de conservation, etc.
Divers enjeux					
Ne doit pas être utilisé pour évaluer un MATTE	N/A	N/A	N/A	N/A	
Espèces particulières (les critères s'appliquent au niveau national – i.e.	Perte de <1% d'animaux ou <5% de la couverture	Perte de 1 à 10% de l'animal ou 5 à 50% de la couverture végétale.	Perte de 10 à 90% des animaux ou de 50 à 90% de la	Perte totale (> 90%) de la couverture animale ou végétale.	

Type d'enjeu	Gravité du dommage				Commentaires
	Important	Sévère	Majeur	Catastro- phique	
	Niveau de dommage pas considéré comme un MATTE	Niveau de dommage le plus bas pouvant être considéré comme un MATTE			
Niveau de gravité	1	2	3	4	
Angleterre, Pays de Galles, Écosse)	végétale dans un habitat.		couverture végétale.		
Marin	<2 ha de zone littorale ou sublittoral, <100 ha de communauté benthique en haute mer, <100 morts d'oiseaux de mer (<500 goélands), <5 morts ou gravement blessés de mammifères marins	2-20ha de zone littorale ou sublittoral, 100-1000ha de communauté benthique en haute mer 100-1000 oiseaux de mer morts (500-5000 goélands), 5-50 morts ou gravement blessés de mammifères	20-200ha de littoral ou zone sublittoral, 100-10 000ha de communauté benthique en haute mer 1000-10 000 oiseaux de mer morts (5 000 à 50 000 goélands), 50- 500 morts ou gravement blessés de mammifères	> 200ha de zone littorale ou sublittoral, > 10000ha de communauté benthique en haute mer, > 10000 oiseaux de mer morts (> 50000 goélands), > 500 morts ou gravement blessés de mammifères	
Habitats d'eau douce et estuariens	Impact inférieur à celui du niveau de gravité 2	Produit chimique WFD ou état écologique abaissé d'une classe pour 2 à 10 km de cours d'eau ou 2-20ha ou 10 à 50% de la superficie des estuaires ou des étangs. + interruption de l'approvisionnement en eau potable, selon le tableau 6 du DETR	Produit chimique WFD ou état écologique abaissé d'une classe pour 10-200 km de cours d'eau ou 20- 200 ha ou 50-90% de superficie d'estuaires et étangs. + interruption de l'approvisionnement en eau potable, selon le tableau 6 du DETR	Produit chimique WFD ou état écologique abaissé d'une classe pour > 200 km de cours d'eau ou > 200 ha ou > 90% de superficie des estuaires et étangs. + interruption de l'approvisionnement en eau potable, selon le tableau 6 du DETR	

Tableau 61 : Critères de gravité à considérer comme un accident majeur basés sur les conséquences non atténuées (Source : CDOIF, 2013)

En appliquant les critères du tableau ci-dessus, une estimation de la population moyenne d'espèces sera nécessaire sous réserve des données disponibles. La variabilité de la population peut être pertinente pour des évaluations de scénarios détaillées ultérieures, mais une moyenne est plus pertinente pour les critères de sélection initiaux.

Lorsque l'on souhaite appliquer les critères de gravité, les enjeux ne doivent pas s'exclure mutuellement. Par exemple, certains sites sont à la fois RAMSAR et SSSI, tandis que les « habitats étendus » (terres agricoles, eaux douces, prairies, etc.) peuvent s'appliquer indépendamment de toute désignation spécifique.

Annexe 6 - Attribution d'une catégorie de durée / récupération de la méthode du CDOIF

Pour chaque scénario d'accident majeur crédible (ou ensemble représentatif de scénarios d'accidents majeurs crédibles), il faut attribuer une catégorie de durée / récupération qui serait associée aux conséquences non atténuées.

Il a été reconnu que les incidents environnementaux diffèrent dans leurs conséquences ultimes en fonction du temps de rétablissement (naturel) de l'environnement. Un dommage à plus long terme produira une conséquence moins acceptable qu'une conséquence de courte durée seulement.

Pour de nombreux scénarios, il y aura des possibilités de nettoyage et d'assainissement en tant que mesure post-incident qui réduira les dommages environnementaux. Cependant, ceux-ci doivent être ignorés à ce stade, mais considérés comme des mesures « d'atténuation » au sein de l'ALARP.

Pour attribuer une catégorie de durée / récupération, on doit utiliser le tableau suivant. Pour cela, on sélectionne le descripteur de durée le plus approprié pour chaque catégorie d'enjeu. Il doit s'agir de temps de récupération sans aide, sans activité de restauration et de nettoyage (bien que l'atténuation naturelle puisse être prise en compte). Il s'agit de catégories générales et, dans le cadre du processus de sélection, des estimations peuvent être utilisées²⁵.

²⁵ L'Energy Institute a été chargé d'élaborer un rapport sur les périodes de récupération environnementale sur la base d'examen d'incidents (<https://publishing.energyinst.org/topics/environment/guide-to-predicting-environmental-recovery-durations-from-major-accidents.-supporting-guide-to-the-environmental-risk-tolerability-for-comah-establishments-guideline>). D'autres ressources pertinentes accessibles au public peuvent être utilisées pour rechercher des incidents similaires impliquant des produits similaires afin de fournir une meilleure estimation de la durée. Les ressources comprennent : EMARS (<https://emars.jrc.ec.europa.eu/>), Aria (<http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/?lang=fr>), rapports de l'ITOPF (<http://www.itopf.co.uk/information-services/publications/technical-reports/>).

Chaque colonne de durée à un niveau de catégorie qui lui est attribué, de 1 à 4 :

Description	Court terme	Moyen terme	Long terme	Très long terme
	Domage avec une récupération aussi courte n'est pas considéré comme un MATTE			
Catégorie de durée du dommage	1	2	3	4
Eaux souterraines ou eau de surface source d'eau potable (publique ou privée)			Domage affectant une source d'eau potable publique ou SPZ < 6ans	Domage affectant une source d'eau potable publique ou SPZ > 6ans
Eaux souterraines (sauf source d'eau potable)	Substances WFD dangereuses	Substances WFD dangereuses	Substances WFD dangereuses	Substances WFD dangereuses
	< 3 mois	> 3 mois	> 6 ans	> 20 ans
	Substances WFD non dangereuses	Substances WFD non dangereuses	Substances WFD non dangereuses	Substances WFD non dangereuses
	< 1 an	> 1 an	> 10 ans	> 20 ans
Eaux de surface (sauf source d'eau potable)	< 1 an	> 1 an	> 10 ans	> 20 ans
Terres	< 3 ans ou < 2 saisons de croissance pour terre agricole	> 3 ans ou > 2 saisons de croissance pour les terres agricoles	> 20 ans	> 50 ans
Environnement bâti	Peut être réparé en < 3 ans, de sorte que sa désignation puisse être rétablie	Peut être réparé en > 3 ans, de sorte que sa désignation puisse être rétablie	Élément détruit, ne peut pas être reconstruit, tout élément sauf site du patrimoine mondiale	Élément détruit, ne peut pas être reconstruit, site du patrimoine mondiale

Tableau 62 : Critères de durée/récupération basés sur les conséquences non atténuées
(Source : CDOIF, 2013)

Les critères de durée sont fournis en fonction de la nature du site, qu'il s'agisse des terres, des eaux de surface ou des eaux souterraines. Ils doivent être appliqués en conjonction avec les critères de gravité.

Les durées ont été déterminées grâce à des discussions de groupe de travail et à des avis d'experts en référence à d'autres exigences juridiques. Par exemple, le seuil de 6 ans pour la durée de l'eau potable cat. 3 vs 4 a été calculé en tenant compte du cycle de reporting européen de la WFD. La différence entre les substances dangereuses des eaux souterraines et les eaux de surface est dérivée de l'obligation de la Directive WFD d'empêcher l'entrée dans les eaux souterraines (voir http://ec.europa.eu/environment/water/waterframework/info/intro_en.htm pour une discussion de l'approche différente des eaux souterraines par rapport aux eaux de surface). La terre prend généralement plus de temps à se rétablir naturellement que les eaux de surface, de sorte que les seuils de durée sont plus longs. Les eaux souterraines ont généralement les périodes de récupération les plus longues. De plus, en raison des exigences de la Directive sur l'eau pour empêcher la pollution des eaux souterraines, des seuils plus stricts ont été appliqués.

Il est courant que la qualité chimique des enjeux aquatiques se rétablisse plus rapidement que l'état écologique/de conservation. L'état chimique et écologique doit être pris en compte et la catégorie de durée doit être basée sur la durée la plus longue. Ainsi, même si la qualité chimique d'un enjeu peut se rétablir à court terme, des dommages écologiques peuvent avoir été causés, ce qui implique une récupération à plus long terme.

Ensuite, les critères sont basés sur l'estimation du temps probable pour l'habitat (ou l'espèce, etc.) de se remettre substantiellement (sans aide) des dommages causés. Pour les critères écologiques, le rétablissement complet est difficile à juger et il est donc suggéré que cela soit clarifié comme supérieur à 80% des dommages récupérés. Pour les critères chimiques (par exemple, les normes d'eau potable), une récupération en dessous la concentration standard doit être envisagée.

Pour les dommages affectant l'eau potable, la durée est également couverte par le calcul du critère de gravité (voir tableau des critères de gravité, calcul du nombre de personnes restreint par heure).

Pour les dommages causés à des espèces particulières, la durée du rétablissement concerne la population dans son ensemble. Des conseils supplémentaires sur le rétablissement des espèces peuvent être trouvés dans le document « Environmental Damage Regulations Guidance, DEFRA (2009) ».

Le temps spécifié pour les durées de dommages à long et très long terme est indiqué à titre indicatif pour aider à évaluer le temps de rétablissement naturel (c'est-à-dire sans aide extérieur). Il faut considérer les mécanismes qui pourraient influencer cela (altération, biodégradation naturelle ou décomposition et reconstitution par rinçage, dilution, repeuplement d'espèces des zones voisines, etc.) et si ceux-ci seuls pouvaient permettre la récupération naturelle dans ce délai spécifié. Lorsque que l'on souhaite démontrer l'acceptabilité du risque, un crédit peut être demandé pour une intervention lorsque cela se traduit par une reprise plus rapide.

Annexe 7 - Essai de cas d'application de la méthode anglaise

Il a été choisi d'appliquer la méthode sur le même cas d'application que les autres méthodes.

Le cas d'application choisi est un dépôt pétrolier de JET A1, classé Seveso Seuil Haut, constitué notamment de bacs semi-enterrés d'une capacité unitaire de 5810 m³. Les rejets identifiés en provenance des installations industrielles présentes sur le site sont des rejets liquides, gazeux et des déchets.

Les rejets liquides correspondent aux eaux domestiques usagées traitées ; aux eaux pluviales non souillées en écoulement naturel dans le bassin versant et infiltration dans le sol ; aux eaux de lavage des aires et ruissellement d'eaux pluviales hydrocarburées.

Les rejets gazeux sont des émanations de composés organiques volatiles (COV).

Le dépôt s'étend sur 22 hectares et est implanté sur une ZNIEFF de type I d'une surface proche de 500 hectares selon les données de l'INPN. Une petite rivière se trouve à moins de 500 m des limites du site. Cette rivière se déverse dans une rivière plus importante, ensuite connectée à un canal. La rivière plus importante traverse une ZNIEFF de type I et une réserve naturelle régionale.

D'après l'étude d'impact, il apparaît que le cours d'eau plus important soit aussi en lien avec la nappe de craie.

Scénarios retenus

Les deux scénarios retenus pour cette application sont les suivants :

- Scénario A : une « petite fuite » non repérée par les barrières de limitation mises en place. Le volume d'épandage de Jet A-1 dans le sol est estimé entre 1 et 10. Pour l'application de la méthodologie, on étudiera tout d'abord le cas le moins critique en prenant VA1 = 1 m³ (0,8 t), puis le cas le plus extrême, soit VA10 = 10 m³ (8 t) ;
- Scénario B : une « grosse fuite » identifiée et localisée nécessitant la mise en œuvre immédiate de plans d'action pour arrêter la source d'épandage et traiter la pollution générée. N'ayant pas trouvé d'informations dans l'étude de dangers concernant la « grosse fuite », on considèrera alors un déversement total d'un bac de stockage contenant VB = 5810 m³ (4648 t) de Jet A-1.

Identification des enjeux environnementaux

Afin d'identifier les enjeux environnementaux présents autour du site, l'étude de dangers, l'étude d'impact du site, les données de l'INPN et le site Géoportail ont été utilisés. Il en résulte que le dépôt est implanté sur une ZNIEFF de type I, un cours d'eau passe à moins de 500 m et est connecté à une nappe phréatique et à une rivière se déversant dans un canal, une ZNIEFF de type I et une réserve naturelle régionale se trouvent à 7 km sur le chemin du cours d'eau. D'autres enjeux sont présents plus en aval du cours d'eau, mais le recensement se limitera aux 10 km mentionnés dans la méthode.

Type d'enjeu	Seuil MATTE	Détail de l'enjeu
Autres terres désignées	10-100 ha ou 10-50 %	Présence de deux ZNIEFF type I qui se définissent par la présence d'espèces, d'habitats rares remarquables
Habitats rares	2-20 ha ou 10-50 %	Habitats inclus dans les ZNIEFF type I (ex : forêts humides, rivières, etc.)
Habitats étendus - Terres non désignées	> 10 ha	Terres agricoles et sylviculture (forêts)
Habitats étendus - Eaux non désignées	> 10 ha	Eaux douce utilisées pour la pêche (rivière)
Eaux souterraines – source d'eau potable	> 1 ha SPZ ou > 1000 personnes par heure subissant une interruption d'alimentation en eau potable	Nappe phréatique utilisée comme ressource d'eau agricole et source d'eau potable dans la plupart des communes situées à proximité du dépôt
Sol ou sédiment (c'est-à-dire en tant qu'enjeu plutôt que purement une voie)	Contamination entraînant des dommages environnementaux (selon ELD), ou affectant de manière significative la qualité de l'eau sus-jacente.	Présence de terres végétales et de limons mélangés à de la craie ponctuée de silex
Espèces particulières (Remarque - ces critères s'appliquent à l'échelle nationale, c'est-à-dire en Angleterre, au Pays de Galles, en Écosse)	Perte > 1 % d'animal ou > 5 % de la couverture végétale dans un habitat.	Présence d'espèces de la Liste rouge de l'UICN et une autre en danger critique
Habitats d'eau douce et estuarienne	Produit chimique WFD ou état écologique abaissé d'une classe pour > 2 km de cours d'eau ou > 10% (estuaires ou étangs) ou > 2 ha d'estuaires et > 2 ha d'étangs. Plus interruption de l'approvisionnement en eau potable, selon le tableau 6 du DETR	Le cours d'eau est présent à moins de 500 m du site. Il rejoint la rivière à 1,2 km au Nord qui rejoint le Canal à 5 km au Nord du site.

Tableau 63 : Tableau de détail des enjeux environnementaux

Substance dangereuse rejetée

La substance dangereuse considérée pour le cas d'application est le kérozène. Il porte, entre autres, la mention de danger H411 soit toxique pour les organismes aquatiques et pouvant entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique. Afin d'établir le score de durée du dommage, il est nécessaire de savoir une base de données. Faute d'une qui soit mentionnée par la méthode, le kérozène est considéré comme difficilement dégradable.

Scénarios retenus

Il convient ensuite d'identifier les scénarios d'accidents majeurs crédibles à considérer dans le cadre de l'évaluation des risques. Les scénarios étudiés dans le cas d'application seront uniquement :

- Scénario A : une « petite fuite » non repérée par les barrières de limitation mises en place. Le volume d'épandage de Jet A-1 dans le sol est estimé entre 1 et 10 m³. Pour la suite de l'application, on prendra le cas le plus critique pour le volume de la petite fuite, V_A = 10 m³ ;
- Scénario B : une « grosse fuite » identifiée et localisée nécessitant la mise en œuvre immédiate de plans d'action pour arrêter la source d'épandage et traiter la pollution générée. Un déversement total d'un bac de stockage contenant V_B = 5810 m³ de Jet A-1 sera considéré.

Identification des voies de migration

Pour ces deux scénarios, les voies de transfert suivantes ont été identifiées :

- Ruissellement sur le sol vers les zones terrestres et eaux de surface
- Infiltration dans le sol vers les eaux souterraines.

Détermination du seuil de gravité MATTE

L'étape suivante consiste en la détermination des enjeux environnementaux pouvant être impactés à des niveaux tels que le scénario puisse être considéré comme MATTE. Or dans la méthode, nous n'avons pas trouvé d'indication particulière (outil de modélisation, abaques, présentation d'un retour d'expérience, etc.) permettant d'effectuer cette étape. Aussi, nous avons supposé, sans fondement scientifique développé, que les seuils MATTE pouvaient être atteints pour les enjeux suivants :

Type d'enjeu	Seuils MATTE	Scénarios crédibles	
		Scénario A : rejet de 10 m ³ de Jet A-1	
		<i>Ruissellement sur le sol</i>	<i>Infiltration dans le sol</i>
Autres terres désignées	Supérieure à 10 % ou 10 ha de terres gravement endommagées, selon la plus petite des deux.	✓	✗
Habitats rares	Supérieure à 10 % de la superficie de l'habitat ou 2 ha de terre endommagée, selon la plus petite des deux.	✓	✗
Habitats répandus Terres non désignées	Contamination de 10 ha ou plus de terre qui, pendant un an ou plus, empêche la croissance des cultures ou le pâturage des animaux domestiques ou rend la zone inaccessible au public en raison d'un éventuel contact cutané avec une substance dangereuse	✓	✗
Habitats répandus Eaux non désignées	Contamination de tout habitat aquatique qui empêche la pêche ou l'aquaculture ou le rend inaccessible au public.	✓	✗
Eaux souterraines Source d'eau potable	> 1 ha SPZ ou interruption de l'approvisionnement en eau potable publique ou privée d'une source d'eau souterraine ou de surface : personnes touchées x durée en heures (au moins deux heures) > 1000	N/A	✓
Sol ou sédiment	Contamination suffisant pour être considérée comme un dommage environnemental	✓	✓
Espèces particulières	Toute perte d'une espèce de la Liste rouge de l'UICN	✓	✗
Habitats d'eau douce et estuarienne	Supérieur à 10 % de la superficie (pour les estuaires et les étangs, les réservoirs et les lacs)	✓	✗

Tableau 64 : Tableau d'évaluation des impacts environnementaux pour le scénario A

Type d'enjeu	Seuils MATTE	Scénarios crédibles	
		Scénario B : rejet de 5810 m ³ de Jet A-1	
		Ruissellement sur le sol	Infiltration dans le sol
Autres terres désignées	Supérieure à 10 % ou 10 ha de terres gravement endommagées, selon la plus petite des deux.	✓	✓
Habitats rares	Supérieure à 10 % de la superficie de l'habitat ou 2 ha de terre endommagée, selon la plus petite des deux.	✓	✓
Habitats répandus Terres non désignées	Contamination de 10 ha ou plus de terre qui, pendant un an ou plus, empêche la croissance des cultures ou le pâturage des animaux domestiques ou rend la zone inaccessible au public en raison d'un éventuel contact cutané avec une substance dangereuse	✓	✓
Habitats répandus Eaux non désignées	Contamination de tout habitat aquatique qui empêche la pêche ou l'aquaculture ou le rend inaccessible au public.	✓	✓
Eaux souterraines Source d'eau potable	> 1 ha SPZ ou interruption de l'approvisionnement en eau potable publique ou privée d'une source d'eau souterraine ou de surface : personnes touchées x durée en heures (au moins deux heures) > 1000	N/A	✓
Sol ou sédiment	Contamination suffisant pour être considérée comme un dommage environnemental	✓	✓
Espèces particulières	Toute perte d'une espèce de la Liste rouge de l'UICN	✓	✓
Habitats d'eau douce et estuarienne	Supérieur à 10 % de la superficie (pour les estuaires et les étangs, les réservoirs et les lacs)	✓	✓

Tableau 65 : Tableau d'évaluation des impacts environnementaux pour le scénario B

Niveau de conséquences MATTE

Le niveau de conséquence (A à D) de chaque MATTE est évalué en déterminant la gravité et la durée du préjudice.

D'après les données de l'INPN, les ZNIEFF de type I pouvant être impactées par les deux scénarios ont une superficie totale de 678,7 ha.

Pour estimer les niveaux de gravité et durée en fonction des seuils MATTE, les hypothèses suivantes sont émises :

- **Scénario A** : 10 m³ de liquide rejeté sur le sol soit **8 tonnes** de produits. La fuite touche donc environ **10% des ZNIEFF de type I**, soit **68 ha de terres**. La faune et la flore mettra en **1 et 5 ans** à se remédier naturellement ;
- **Scénario B** : 5810 m³ de liquide rejeté sur le sol soit **4648 tonnes** de produits. La fuite impacte **100% des ZNIEFF de type I** soit **678,7 ha de terres**. La faune et la flore mettra **plus de 20 ans** à se remédier naturellement.

Une estimation de la population moyenne d'espèces est ensuite requise pour pouvoir déterminer la gravité associée. Comme l'INPN ne fournit pas les données relatives aux espèces, nous ne pourrions pas déterminer le critère de gravité associé.

L'ensemble des catégories de gravité et catégories de durée de récupération des autres enjeux a été estimé grâce aux tableaux de catégorisation présenté en **Annexe 4**, puis le niveau de conséquence a été statué grâce à la matrice d'évaluation du niveau de conséquence MATTE présentée au chapitre 4.3.2.

Le tableau ci-dessous présente les résultats pour le scénario A.

Type d'enjeu	Scénarios crédibles	Transferts	Catégorie de gravité de dommage	Catégorie de durée de récupération	Niveau de conséquence
Autres terres désignées	Scénario A : rejet de 10 m ³ de Jet A-1	Ruissellement sur le sol	Sévère (2) 10-100 ha ou 10 à 50 % des terres	Moyen terme (2) > 3 ans	Niveau A
Habitats rares		Ruissellement sur le sol	Majeur (3) > 20 ha ou > 50 % de l'habitat	Moyen terme (2) > 3 ans	Niveau B
Habitats répandus - Terres non désignées		Ruissellement sur le sol	Sévère (2) Contamination de 10- 100 ha de terres, empêche la croissance des cultures, le pâturage des animaux domestique	Moyen terme (2) > 3 ans	Niveau A
Habitats répandus - Eaux non désignées		Ruissellement sur le sol	Sévère (2) Contamination d'habitats aquatiques qui empêche la pêche ou l'aquaculture ou la rend est inaccessible au public.	Moyen terme (2) > 1 an	Niveau A
Eaux souterraines - Source d'eau potable		Infiltration dans le sol	Sévère (2) > 1 ha SPZ ou interruption de l'approvisionnement en eau potable publique ou privée d'une source d'eau souterraine ou de surface : personnes touchées x durée en heures (au moins deux heures) > 1000	Long terme (3) < 6 ans	Niveau B

Type d'enjeu	Scénarios crédibles	Transferts	Catégorie de gravité de dommage	Catégorie de durée de récupération	Niveau de conséquence
Sol ou sédiment		Ruissellement sur le sol	Sévère (3) Contamination rendant le sol immédiatement dangereux pour l'homme (ex. contact cutané) ou le milieu de vie, la remédiation est possible.	Moyen terme (2) > 3 ans	Niveau B
Espèces particulières		Ruissellement sur le sol	N/A	N/A	N/A
Habitats d'eau douce et estuarienne		Ruissellement sur le sol	Sévère (2) Produit chimique WFD ou état écologique abaissé d'une classe pour 2 à 10 km de cours d'eau	Moyen terme (2) > 1 an	Niveau A

Tableau 66 : Tableau récapitulatif des niveaux de gravité, durée et conséquences pour le scénario A

Le tableau suivant présente l'ensemble des critères de gravité et durée estimés pour le scénario B.

Type d'enjeu	Scénarios crédibles	Transferts	Catégorie de gravité de dommage	Catégorie de durée de récupération	Niveau de conséquence
Autres terres désignées	Scénario B : rejet de 5810 m ³ de Jet A-1	Ruissellement sur le sol Infiltration dans le sol	Majeur (3) > 100 ha ou > 50 % des terres	Moyen terme (2) > 3 ans	Niveau B
Habitats rares		Ruissellement sur le sol Infiltration dans le sol	Majeur (3) > 20 ha ou > 50 % de l'habitat	Moyen terme (2) > 3 ans	Niveau B
Habitats répandus - Terres non désignées		Ruissellement sur le sol Infiltration dans le sol	Majeur (3) 100 à 1000 ha	Moyen terme (2) > 3 ans	Niveau B
Habitats répandus - Eaux non désignées		Ruissellement sur le sol Infiltration dans le sol	Sévère (2) Contamination d'habitats aquatiques qui empêche la pêche ou l'aquaculture ou la rend est inaccessible au public.	Moyen terme (2) > 1 an	Niveau A
Eaux souterraines - Source d'eau potable		Infiltration dans le sol	Sévère (2) > 1 ha SPZ ou interruption de l'approvisionnement en eau potable publique ou privée d'une source d'eau	Très long terme (4) > 6 ans	Niveau C

Type d'enjeu	Scénarios crédibles	Transferts	Catégorie de gravité de dommage	Catégorie de durée de récupération	Niveau de conséquence
			souterraine ou de surface : personnes touchées x durée en heures (au moins deux heures) > 1000		
Sol ou sédiment		Ruissellement sur le sol Infiltration dans le sol	Catastrophique (4) Contamination rendant le sol immédiatement dangereux pour l'homme (ex. contact cutané) ou le milieu de vie, et la remédiation est difficile ou impossible.	Moyen terme (2) > 3 ans	Niveau D
Espèces particulières		Ruissellement sur le sol Infiltration dans le sol	N/A	N/A	N/A
Habitats d'eau douce et estuarienne		Ruissellement sur le sol Infiltration dans le sol	Majeur (3) Produit chimique WFD ou état écologique abaissé d'une classe pour 10-200 km de cours d'eau	Moyen terme (2) > 1 an	Niveau B

Tableau 67 : Tableau récapitulatif des niveaux de gravité, durée et conséquences pour le scénario B

Fréquences de risque

Il convient ensuite d'agréger les fréquences de défaillance pour chaque MATTE, par enjeu, afin de définir l'acceptabilité « totale » du risque pour chaque enjeu environnemental, par an. Certains enjeux ont le potentiel d'être impactés par plus de scénarios MATTE que d'autres et par conséquent, pour ces enjeux, le risque global est susceptible d'être plus élevé. Cette approche permet donc d'identifier les enjeux les plus vulnérables.

Pour déterminer le risque sur un enjeu, il faut suivre les points suivants :

- Déterminer la fréquence d'occurrence de tous les scénarios en fonction des données disponibles sur le taux de défaillance et / ou les événements (qui peuvent inclure des niveaux de prévention ou d'atténuation et, le cas échéant, ceux-ci doivent être clairement identifiés dans les évaluations) ;
- Additionner la fréquence de tous les scénarios qui peuvent impacter l'enjeu ;
- Reporter ensuite la criticité liée à un enjeu dans la matrice d'acceptabilité.

Lorsque les données de taux de défaillance spécifiques à l'entreprise ne sont pas disponibles, la méthode indique qu'il faut se référer au tableau des taux de défaillance génériques. N'ayant pas trouvé de données adéquates dans les nœuds papillons de l'étude de dangers, les probabilités typiques données par le COMAH seront utilisées. Les données suivantes sont ainsi obtenues :

- Pour une perte majeure de confinement d'un réservoir de stockage (scénario A), la probabilité est de 1×10^{-4} par année de réservoir. Comme il y a 8 réservoirs, il faut multiplier cette fréquence par 8, ce qui donne $FA = 8 \times 10^{-4}$ par an pour le scénario A.
- Pour une perte confinement catastrophique d'un réservoir de stockage (scénario B), c'est-à-dire une rupture quasi instantanée du réservoir, la probabilité est égale à 5×10^{-6} par année de réservoir. Pour 8 réservoirs, la fréquence devient $FB = 4 \times 10^{-5}$ par an.

Il est maintenant nécessaire d'examiner quelles formes d'atténuation sont en place pour réduire davantage les risques. Des barrières de sécurité sont d'ores et déjà présentes sur le site, à savoir :

- Détecteurs de niveau de liquide placés en amont des regards de chaque bac, au niveau des drains périphériques, visant à détecter la présence éventuelle de fuite d'hydrocarbures depuis les réservoirs vers le sol et le sous-sol ;
- Calcul des bilans et balances entre flux entrant et sortant dont la précision est suffisante pour la mise en évidence d'une fuite ;
- Télé-jaugeage permettant de détecter toute variation de niveau ;
- Cuvette de rétention ayant pour but de retenir le liquide en cas de déversement (uniquement bac aérien).

Faute de donnée disponible, nous émettrons l'hypothèse que :

- la probabilité de défaillance de la demande (PFD) des détecteurs de niveau de liquide placés en amont des regards de chaque bac est de 0,1. Cela signifie qu'il y a 10 % de probabilité que la mesure ne remplisse pas ses fonctions au moment de la fuite ;
- la probabilité de défaillance de la demande (PFD) des Calcul des bilans et balances entre flux entrant et sortant dont la précision est suffisante pour la mise en évidence d'une fuite est de 0,1. Cela signifie qu'il y a 10 % de probabilité que la mesure ne remplisse pas ses fonctions au moment de la fuite ;
- la probabilité de défaillance de la demande (PFD) du télé-jaugeage permettant de détecter toute variation de niveau est de 0,1. Cela signifie qu'il y a 10 % de probabilité que la mesure ne remplisse pas ses fonctions au moment de la fuite.

Ainsi, les fréquences de défaillance atténuée sont de $FA = 8 \times 10^{-7}$ par an pour le scénario A ($8 \times 10^{-4} \times 0,1 \times 0,1 \times 0,1$) et de $FB = 4 \times 10^{-8}$ par an pour le scénario B.

Détermination de l'acceptabilité

Les matrices d'acceptabilité au risque non atténué et atténué pour chaque enjeu environnemental sont présentées ci-dessous. Le risque non atténué est désigné par « **NonAtt** », le risque atténué est désigné par « **Att** ».

Type d'enjeu - Autres terres désignées							
	Fréquence par établissement par enjeu par an						
Niveau de conséquence MATTE	10 ⁻⁸ -10 ⁻⁷	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁶	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ -10 ⁻³	10 ⁻³ -10 ⁻²	> 10 ⁻²
D - MATTE	Att B			NonAtt B			
C - MATTE							
B - MATTE	Att B			NonAtt B			
A - MATTE							
Sous-MATTE	Acceptabilité non prise en compte dans la méthodologie CDOIF						

Tableau 68 : Détermination de l'acceptabilité d'un accident impactant les autres terres désignées

Type d'enjeu - Habitats rares							
	Fréquence par établissement par enjeu par an						
Niveau de conséquence MATTE	10 ⁻⁸ -10 ⁻⁷	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁶	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ -10 ⁻³	10 ⁻³ -10 ⁻²	> 10 ⁻²
D - MATTE							
C - MATTE							
B - MATTE	Att A Att B				NonAtt A NonAtt B		
A - MATTE							
Sous-MATTE	Acceptabilité non prise en compte dans la méthodologie CFOID						

Tableau 69 : Détermination de l'acceptabilité d'un accident impactant les habitats rares

Type d'enjeu - Habitats répandus - Terres non désignées							
	Fréquence par établissement par enjeu par an						
Niveau de conséquence MATTE	10 ⁻⁸ -10 ⁻⁷	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁶	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ -10 ⁻³	10 ⁻³ -10 ⁻²	> 10 ⁻²
D - MATTE							
C - MATTE							
B - MATTE	Att B			NonAtt B			
A - MATTE							
Sous-MATTE	Acceptabilité non prise en compte dans la méthodologie CDOIF						

Tableau 70 : Détermination de l'acceptabilité d'un accident impactant les terres non désignées

Type d'enjeu - Habitats répandus - Eaux non désignées							
	Fréquence par établissement par enjeu par an						
Niveau de conséquence MATTE	10 ⁻⁸ -10 ⁻⁷	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁶	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ -10 ⁻³	10 ⁻³ -10 ⁻²	> 10 ⁻²
D - MATTE							
C - MATTE							
B - MATTE							
A - MATTE							
	Att A Att B			NonAtt A NonAtt B			
Sous-MATTE	Acceptabilité non prise en compte dans la méthodologie CDOIF						

Tableau 71 : Détermination de l'acceptabilité d'un accident impactant les eaux non désignées

Type d'enjeu - Eaux souterraines - Source d'eau potable							
	Fréquence par établissement par enjeu par an						
Niveau de conséquence MATTE	10 ⁻⁸ -10 ⁻⁷	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁶	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ -10 ⁻³	10 ⁻³ -10 ⁻²	> 10 ⁻²
D - MATTE	Att B			NonAtt B			
C - MATTE							
B - MATTE							
A - MATTE							
Sous-MATTE	Acceptabilité non prise en compte dans la méthodologie CDOIF						

Tableau 72 : Détermination de l'acceptabilité d'un accident impactant les eaux souterraines et source d'eau potable

Type d'enjeu - Sol ou sédiment							
	Fréquence par établissement par enjeu par an						
Niveau de conséquence MATTE	10 ⁻⁸ -10 ⁻⁷	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁶	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ -10 ⁻³	10 ⁻³ -10 ⁻²	> 10 ⁻²
D - MATTE	Att B			NonAtt B			
C - MATTE							
B - MATTE		Att A			NonAtt A		
A - MATTE							
Sous-MATTE	Acceptabilité non prise en compte dans la méthodologie CDOIF						

Tableau 73 : Détermination de l'acceptabilité d'un accident impactant les sols et sédiments

Type d'enjeu - Habitats d'eau douce et estuarienne							
	Fréquence par établissement par enjeu par an						
Niveau de conséquence MATTE	10 ⁻⁸ -10 ⁻⁷	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁶	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ -10 ⁻³	10 ⁻³ -10 ⁻²	> 10 ⁻²
D - MATTE							
C - MATTE							
B - MATTE	Att B			NonAtt B			
A - MATTE		Att A			NonAtt A		
Sous-MATTE	Acceptabilité non prise en compte dans la méthodologie CDOIF						

Tableau 74 : Détermination de l'acceptabilité d'un accident impactant les habitats d'eau douce et estuarienne

À partir des matrices obtenues dans le cas de cette application, on peut voir que tous les risques absolus (sans mesures d'atténuation) pour tous les enjeux se situent entre la plage « Acceptable si ALARP » et « Inacceptable ».

Si le risque pour les enjeux se situe dans la région « Inacceptable », alors des mesures doivent être prises pour réduire le risque presque indépendamment du coût (facteur de disproportion proche de 10). Si le risque est dans la zone « Acceptable si ALARP », toutes les mesures de réduction des risques raisonnablement réalisables devraient être adoptées en plus des bonnes pratiques pertinentes. Ces mesures supplémentaires pour réduire les risques doivent être basées sur des considérations locales du site. L'obligation de prendre de telles mesures est soumise à une analyse coûts-bénéfices.

Dans le cadre de notre application, lorsque la protection fournie par les contrôles préventifs et d'atténuation est prise en compte, les risques atténués pour la totalité des enjeux est réduit à la plage « Largement acceptable ». Si le risque est contrôlé à un niveau « Largement acceptable », il n'est généralement pas exigé par les régulateurs de mettre en place d'autres mesures pour réduire les risques, au-delà du respect des codes, des normes et des bonnes pratiques établies dans la mesure où cela est raisonnablement possible.

Annexe 8 - Cotation des différents paramètres caractérisant la source de danger de la méthode espagnole

Les différents tableaux ci-après présentent les critères retenus pour chacun des aspects (toxicité, volatilité, bioconcentration, adsorption et biodégradation) considérés en relation avec les propriétés de la/des substance/s et/ou des mélanges.

Toxicité aiguë (CL ₅₀ ²⁶ ou CE ₅₀ ²⁷)	Score
<1 mg/l	10
1 à 6 mg/l	8
6 à 30 mg/l	6
30 à 200 mg/l	4
200 à 1000 mg/l	2
> 1000 mg/l	1

Volatilité Log(H) ²⁸	Score
Log H < -3	5
-3 ≤ Log H < -1	4
-1 ≤ Log H < 1	3
1 ≤ Log H < 2	2
Log H ≥ 3	1

Bioconcentration Log(FBC) ³⁰	Score
Log FBC > 2	2
1 < Log FBC ≤ 2	1
Log FBC ≤ 1	0

Adsorption Log(Kow) ²⁹	Score
Log Kow > 2	2
1 < Log Kow ≤ 2	1
Log Kow ≤ 1	0

Biodégradation (BD)	Score
BD > 2 (mois ou plus)	2
2 ≤ BD < 2,5 (mois/semaines)	1,5
2,5 ≤ BD < 3,5 (semaines/jours)	1
3,5 ≤ BD < 4,5 (jours/heures)	0,5
BD ≥ 4,5 (heures)	0

Toxicité (a)	Score
Très toxique	10
Toxique	6
Nuisible	3
Irritant, corrosif	1

Tableau 75 : Critères utilisés pour chacun des aspects

« Toxicité aiguë, volatilité, bioconcentration, adsorption et biodégradation »

²⁶ CL₅₀ : Concentration létale médiane. C'est la concentration de la substance à laquelle 50 % de la population exposée à cette concentration meurt. CL₅₀ n'est pas une constante biologique car de nombreux facteurs influent sur la toxicité.

²⁷ CE₅₀ : Concentration efficace médiane. C'est la concentration de la substance qui produit une réponse égale à la moitié de la réponse maximale pour 50% de la population.

²⁸ H est la constante de Henry (en atm.m³.mol⁻¹) reflétant la volatilité d'un soluté présent en solution aqueuse. Elle représente la constante de partage à l'équilibre du soluté entre la solution aqueuse et la phase gazeuse. Ainsi, plus la constante de Henry est élevée, plus le composé est volatil.

²⁹ Log(K_{ow}) est une mesure de la solubilité différentielle de composés chimiques dans deux solvants (coefficient de partage octanol-eau). Le Log(K_{ow}) est égal au logarithme du rapport des concentrations de la substance étudiée dans l'octanol et dans l'eau : Log(K_{ow}) = Log(C_{oct}/C_{eau})

³⁰ FBC : Facteur de bioconcentration. Il désigne le rapport entre la concentration du composé chimique dans l'organisme vivant et celle dans le milieu (eau/air/sol). Ce facteur permet d'établir la bioaccumulation.

Environnement aquatique	
Code R ³¹	Score
R50	10
R50/R53	10
R51/R53	8
R52/R53	5
R52 et/ou R53	5

Environnement non-aquatique	
Code R	Score
R54/R57	10
R54	10
R55/57	8
R56/R57	5
R58	4
R59	4

Tableau 76 : Critères utilisés pour « substances classées dangereuses pour l'environnement »

Quantité impliquée dans l'évènement (tonnes métriques)	Score
> 500	10
50-500	7
5-49	5
0,5-4,9	3
< 0,5	1

Tableau 77 : Critères pour la composante « sources de risques-quantité »

³¹ Les phrases de risque sont d'anciennes annotations qui étaient présentes sur les étiquettes de produits chimiques qui indiquaient les risques encourus lors de leur utilisation, de leur contact, de leur ingestion, de leur inhalation, de leur manipulation ou de leur rejet dans l'environnement. Elles se présentaient sous la forme d'un R suivi d'un ou de plusieurs nombres, chacun correspondant à un risque particulier. Depuis le 1^{er} juin 2015, les phrases R sont devenues des phrases H suivant les Directives du système général harmonisé (SGH) de classification et d'étiquetage des produits chimiques.

Annexe 9 - Cotation des différents paramètres caractérisant les enjeux environnementaux de la méthode espagnole

Score	Habitat	Indice de naturalité	Habitat prioritaire	Observations/Recommandation
1	Code J Habitat de développements industriels et d'autres types d'habitats	-	-	Code J1, code J3, Code J4, code J6
2		-	-	Code J2, code J5
3	Code I Régulièrement ou récemment cultivées agricole, horticoles et habitats domestiques	-	-	Code I2
4		-	-	Code I1
5	Habitats classés à l'annexe I de la Directive 92/43/CEE habitat	1	NON	-
6		1	OUI	-
7		2	NON	-
8		2	OUI	-
9		3	NON	-
10		3	OUI	-

Tableau 78 : Critères utilisés pour les habitats

Facteur conditionnel. Espaces naturels protégés		Δ (%)
Existe-t-il des espaces naturels protégés dans la zone d'influence du scénario accidentel ?	OUI	30
	NON	0

Tableau 79 : Critères retenus pour le facteur conditionnel des espaces naturels protégés

Catégorie de protection	Δ (%)
Menacé d'extinction	10
Sensible à l'altération de son habitat	8
Vulnérable	5
D'un intérêt particulier	2
Aucune catégorie de protection	0

Tableau 80 : Critères utilisés pour les catégories de protection des espèces du facteur conditionnel

Patrimoine artistique historique	Δ (%)
Immobilier avec la catégorie de bien d'intérêt culturel	10
Immobilier avec tout autre type de catégorie de protection	5
Aucune de ces réponses	0

Tableau 81 : Critères utilisés pour le facteur conditionnel du patrimoine historique artistique

Temps de récupération	Années	Δ (%)
Dommages permanents possibles	50	10
De 5 à 20 ans	20	
De 1 à 5 ans	5	
De quelques semaines à 1 ans	1	5
De quelques jours	0,1	

Tableau 82 : Critères utilisés pour le facteur conditionnel de réversibilité dommage / récupération

Impact socio-économique associé à l'altération des ressources naturelles	Opérateur logique	Impact socio-économique liés à l'altération des ressources naturelles	Δ (%)
Modification de plus d'une activité économique énumérée au point A (ci-dessous). Altération significative d'une activité économique énumérée au point A (ci-dessous).	ET	Affectation à l'un des types d'infrastructures inclus au point B	40
Modification de plus d'une activité économique énumérée au point A (ci-dessous). Altération significative d'une activité économique énumérée au point A (ci-dessous).	OU	Affectation à l'un des types d'infrastructures inclus au point B	20
Aucune de ces réponses			0

Tableau 83 : Critères utilisés pour le facteur conditionnel d'impact socio-économique associé à l'altération des ressources naturelles

Annexe 10 - Cotation de la probabilité / fréquence de la méthode espagnole

Probabilité (analyse de risque quantitative, ACR)	Score
$X \geq 10^{-2}$	5
$10^{-4} \leq X < 10^{-2}$	4
$10^{-6} \leq X < 10^{-4}$	3
$10^{-8} \leq X < 10^{-6}$	2
$X < 10^{-8}$	1

Tableau 84 : Critères pour le facteur de probabilité³²

Fréquence	Score
Entre une fois par an et une fois tous les 5 ans	5
Entre tous les 5 ans et une fois tous les 25 ans	4
Entre tous les 25 ans et une fois tous les 50 ans	3
Entre tous les 50 ans et une fois tous les 100 ans	2
Entre tous les 100 ans et une fois tous les 500 ans	1

Tableau 85 : Critères pour le facteur de fréquence (équivalences)³³

³² Orientations sur les aspects de l'évaluation des risques environnementaux des rapports de sécurité COMAH. Autorité compétente COMAH, 1999.

³³ Modifié à partir de la norme expérimentale espagnole UNE 150008 EX, "Analyse et évaluation du risque environnemental", Association espagnole de normalisation et de certification (AENOR), juin 2000.

Annexe 11 - Essai d'application de la méthode espagnole

Il a été choisi d'appliquer la méthode sur le même cas d'application que les autres méthodes.

Le cas d'application choisi est un dépôt pétrolier de JET A1, classé Seveso Seuil Haut, constitué notamment de bacs semi-enterrés d'une capacité unitaire de 5810 m³. Les rejets identifiés en provenance des installations industrielles présentes sur le site sont des rejets liquides, gazeux et des déchets.

Les rejets liquides correspondent aux eaux domestiques usagées traitées ; aux eaux pluviales non souillées en écoulement naturel dans le bassin versant et infiltration dans le sol ; aux eaux de lavage des aires et ruissellement d'eaux pluviales hydrocarburées.

Les rejets gazeux sont des émanations de composés organiques volatiles (COV).

Le dépôt s'étend sur 22 hectares et est implanté sur une ZNIEFF de type I d'une surface proche de 500 hectares selon les données de l'INPN. Une petite rivière se trouve à moins de 500 m des limites du site. Cette rivière se déverse dans une rivière plus importante, ensuite connectée à un canal. La rivière plus importante traverse une ZNIEFF de type I et une réserve naturelle régionale.

D'après l'étude d'impact, il apparaît que le cours d'eau plus important soit aussi en lien avec la nappe de craie.

Scénarios retenus

Les deux scénarios retenus pour cette application sont les suivants :

- Scénario A : une « petite fuite » non repérée par les barrières de limitation mises en place. Le volume d'épandage de Jet A-1 dans le sol est estimé entre 1 et 10. Pour l'application de la méthodologie, on étudiera tout d'abord le cas le moins critique en prenant VA1 = 1 m³ (0,8 t), puis le cas le plus extrême, soit VA10 = 10 m³ (8 t) ;
- Scénario B : une « grosse fuite » identifiée et localisée nécessitant la mise en œuvre immédiate de plans d'action pour arrêter la source d'épandage et traiter la pollution générée. N'ayant pas trouvé d'informations dans l'étude de dangers concernant la « grosse fuite », on considèrera alors un déversement total d'un bac de stockage contenant VB = 5810 m³ (4648 t) de Jet A-1.

Définition du scénario accidentel

Initialement, la méthode commence par définir le scénario accidentel qui sera considéré.

Résultats	
Débit massique à l'instant t	-
Masse totale de fuite à l'instant t	-
Degré de remplissage à l'instant t	-
Hauteur de liquide à l'instant t	-
Masse totale de fuite	-

Tableau 86 : Conditions de départ du scénario accidentel

Estimation de l'indice global des conséquences environnementales (IGCM, m pour medioambientales en español)

A - Sources de risques

Le score pour les sources de substances à risque doit être estimé à partir d'un ensemble de cinq propriétés (toxicité, volatilité, bioconcentration, adsorption et biodégradation).

Le produit chimique impliqué est le Jet A-1 qui sera assimilé à du kérosène. Le kérosène ne fait pas partie des substances incluses dans la Partie 1 de l'annexe I du décret royal 1254/1999. Le kérosène est classé comme substance dangereuse pour l'environnement aquatique. Il comporte notamment la phrase de risque R51/43.

À l'aide du programme EPI Suite v.4.11, les données relatives au kérosène ont été obtenue. La **formule moléculaire** du kérosène considérée est **C₁₂H₂₆**.

The screenshot shows the EPI Suite v.4.11 software interface. The main window is titled "EPI Suite - Welcome Screen". It features a menu bar with options: File, Edit, Functions, Batch Mode, Show Structure, Output, Fugacity, STP, and Help. Below the menu bar, there are buttons for "PhysProp", "Previous", "Get User", "Save User", "Search CAS", "Calculate", and "Clear Input Fields". The "Calculate" button is highlighted. On the left side, there is a vertical list of modules: ADPWIN, KOWWIN, BIOWIN, MPBPVP, WSKOW, WATERNT, HENRYWIN, KOAWIN, KOCWIN, BCFBAF, HYDROWIN, BioHCwin, DERMWIN, ECOSAR, and EPI Links. The main input area contains fields for "Input CAS #", "Input Smiles", and "Input Chem Name". The "Input CAS #" field contains "8008-20-6", "Input Smiles" contains "CCCCCCCCCCCC", and "Input Chem Name" contains "KEROSENE". Below these fields, there are sections for "Name Lookup" and "Henry LC", "Melting Point", "Boiling Point", "Water Solubility", "Vapor Pressure", "Log Kow", "Water Depth", "Wind Velocity", "Current Velocity", and "Molecular Weight". The "Molecular Weight" field contains "170.34". At the bottom, there is a "Results Window" and a "Click here for file save/print options" link. The "Results Window" displays the following information: CAS Number: 8008-20-6, SMILES: CCCCCCCCCCCC, CHEM: KEROSENE, MOL FOR: C12 H26, and MOL WT: 170.34. A chemical structure diagram of a branched alkane is also visible on the right side of the interface.

Tableau 87 : Logiciel EPI Suite (Agence américaine de protection, US EPA)

Substance	Kérosène
Numéro CAS	8008-20-6
Formule moléculaire	C ₁₂ H ₂₆
Masse moléculaire	170,34 g/mol
Adsorption (Log Kow)	6,10
Volatilité (Log H)	0,912753
Bioconcentration (Log FBC)	2,777
Biodégradation (BD)	4,1401 jours
Toxicité	R51/53

Tableau 88 : Propriétés chimiques de la substance impliquée

En appliquant les critères retenus pour chacun des aspects de toxicité, volatilité, bioconcentration, adsorption et biodégradation, on obtient les scores suivants :

Toxicité aiguë (CL ₅₀ ou CE ₅₀)	Score
<1 mg/l	10
1 à 6 mg/l	8
6 à 30 mg/l	6
30 à 200 mg/l	4
200 à 1000 mg/l	2
> 1000 mg/l	1

Volatilité Log(H)	Score
Log H < -3	5
-3 ≤ Log H < -1	4
-1 ≤ Log H < 1	3
1 ≤ Log H < 2	2
Log H ≥ 3	1

Bioconcentration Log(FBC)	Score
Log FBC > 2	2
1 < Log FBC ≤ 2	1
Log FBC ≤ 1	0

Adsorption Log(Kow)	Score
Log Kow > 2	2
1 < Log Kow ≤ 2	1
Log Kow ≤ 1	0

Biodégradation (BD)	Score
BD > 2 (mois ou plus)	2
2 ≤ BD < 2,5 (mois/semaines)	1,5
2,5 ≤ BD < 3,5 (semaines/jours)	1
3,5 ≤ BD < 4,5 (jours/heures)	0,5
BD ≥ 4,5 (heures)	0

Tableau 89 : Critères utilisés pour chacun des aspects « Toxicité aiguë, volatilité, bioconcentration, adsorption et biodégradation »

Il en résulte ensuite le score partiel des sources de substances à risque :

Propriétés	Score
Adsorption (log Kow)	2
Volatilité (log H)	3
Bioconcentration (log FBC)	2
Biodégradation (BD)	0,5
Toxicité	8
Score des sources de risques – substance (2-21)	15,5

Environnement aquatique	
Code R ³⁴	Score
R50	10
R50/R53	10
R51/R53	8
R52/R53	5
R52 et/ou R53	5

Tableau 90 : Sources de risques partielles – Score de substance

À partir de ce score pour les sources de substances à risque, la méthodologie transforme la plage de score (2-21) en une échelle de 1 à 6 points. Pour cela, nous réalisons une interpolation linéaire afin d'obtenir le score à l'échelle souhaitée.

$$y = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}(x - x_1) + y_1 = \frac{6 - 1}{21 - 2}(15,5 - 2) + 1 = 4,55$$

Le produit n'est pas un mélange de substances ni d'effets de synergie³⁵. Ainsi, le **score de substance à risque obtenu est de 4,55 points**.

³⁴ Les phrases de risque sont (tout comme les phrases de prudence) d'anciennes annotations qui étaient présentes sur les étiquettes de produits chimiques qui indiquaient les risques encourus lors de leur utilisation, de leur contact, de leur ingestion, de leur inhalation, de leur manipulation ou de leur rejet dans l'environnement. Elles se présentaient sous la forme d'un R suivi d'un ou de plusieurs nombres, chacun correspondant à un risque particulier. Depuis le 1^{er} juin 2015, les phrases R et les phrases S sont respectivement devenues des phrases H et P suivant les Directives du système général harmonisé (SGH) de classification et d'étiquetage des produits chimiques.

³⁵ Les effets synergiques sont les effets combinés de deux produits chimiques qui seraient supérieurs à la somme des effets de chaque produit pris individuellement.

B - Systèmes de contrôle primaire

En considérant la masse volumique égale à 800 kg/m³ pour le kérosène, les quantités impliquées dans les scénarios sont les suivantes :

- Scénario A-1 (V = 1 m³), **0,8 tonne** déversée ;
- Scénario A-10 (V = 10 m³), **8 tonnes** déversées ;
- Scénario B (V = 5810 m³), **4648 tonnes** déversées.

Les scores relatifs aux quantités impliquées sont à déterminer à partir du tableau suivant :

Quantité impliquée dans l'évènement (tonnes métriques)	Score
> 500	10
50-500	7
5-49	5
0,5-4,9	3
< 0,5	1

Tableau 91. Critères utilisés pour la quantité effective impliquée

	Quantité impliquée	Score
Scénario A-1	0,8 tonne	3
Scénario A-10	8 tonnes	5
Scénario B	4648 tonnes	10

Tableau 92. Score partiel sources de risques – quantité impliquée

Une fois que les scores des sources de risques-quantité (1-10) et ceux des sources de substances-risques (1-10) ont été estimés, la méthodologie applique un facteur de pondération de 2 pour le score sources de risques-substances, afin de refléter l'importance plus élevée des caractéristiques de la substance, et procède à la somme avec le score obtenu pour les sources de risques-quantité.

$$\text{Score sources de risques [3 – 30]} = \text{Score substance} * 2 + \text{Score quantité}$$

Il en résulte un score des sources de risques pouvant varier dans une fourchette de 3 à 30 points qui sera transformé en une échelle (1 à 12) pour obtenir par la suite l'indice global des conséquences environnementales.

	Score [3-30]	Score [1-12]
Scénario A-1	12,1	4,71
Scénario A-10	14,1	5,52
Scénario B	19,1	7,56

Tableau 93 : Score de la composante sources de risques

C - Systèmes de transport

Les **systèmes de transport** sont le lien entre les sources de risques et les destinataires des dommages. Sa modélisation par des systèmes mathématiques et des algorithmes constitue un outil fondamental pour établir l'évolution de la concentration de la substance dans le temps et dans l'espace.

La simulation de nos deux scénarios d'études nécessite donc un modèle de dispersion sur les eaux de surface qui relie la concentration de la substance en fonction de la distance à l'origine du point de rejet. Pour autant, aucun modèle spécifique n'est mentionné dans la méthode.

Aussi, cette partie repose sur des hypothèses et des conclusions déduites sans modélisation.

Pour les deux scénarios, les **transferts** envisagés au sein du site vers le milieu extérieur sont³⁶ :

- Un ruissellement ou écoulement au niveau du sol vers les zones terrestres ainsi que vers les eaux de surface ;
- Une pénétration ou infiltration dans le sol vers des eaux souterraines.

Pour les deux scénarios (petite fuite et grosse fuite), on supposera que l'étendue touchée pour les milieux aquatiques est de **10 km le long de la rivière**.

Pour les deux scénarios, on émettra alors les hypothèses suivantes :

- Scénario A : 10 m³ de liquide rejeté sur le sol soit **8 tonnes** de produits. La fuite touche donc environ **10% des ZNIEFF de type I**, soit **68 ha de terres** ;
- Scénario B : 5810 m³ de liquide rejeté sur le sol soit **4648 tonnes** de produits. La fuite impacte **100% des ZNIEFF de type I** soit **678,7 ha de terres**.

Les scores obtenus pour les scénarios A et B sont donc les mêmes :

Systèmes de transport (extension)	Score [1-8]
10 km	8
678,7 hectares	8

Tableau 94. Score partiel systèmes de transports

D - Enjeux vulnérables

Habitats :

Les habitats sont définis conformément à la Directive « Habitats » (92/43/CEE) ou, si ce n'est pas possible, conformément à l'inventaire national des habitats. S'il y a plusieurs habitats, celui avec une couverture plus élevée dans la zone sélectionnée sera choisi.

Les habitats identifiables via les données de l'INPN ne font pas partie de l'annexe I de la Directive « Habitats » ni de l'inventaire national des habitats en Espagne. Par conséquent, il n'est pas possible de déterminer, au sens où la méthode espagnole l'entend, les types de couvertures, indices de naturalité et s'il s'agit d'habitats prioritaires ou non. De même, ces habitats ne font pas partie des codes I (Habitats agricoles, horticoles et domestiques régulièrement ou récemment cultivés) et J (Habitat des développements industriels et autres types d'habitat) du classement EUNIS pris en compte par la méthode.

Par conséquent, des suppositions sur les caractéristiques de ces habitats sont à effectuer.

³⁶ Il a été décidé arbitrairement d'étudier ces deux scénarios pour mettre en application la méthode de l'Ineris, sans tenir compte de leur probabilité d'occurrence, ni des mesures de maîtrise du risque implantées par ailleurs.

À savoir, les barrières de prévention sont répertoriées dans le tableau p.6/7. Par exemple, pour prévenir les risques de contamination des eaux, on note la mise en place d'un disconnecteur hydraulique normalisé qui empêche tout retour d'eau depuis le réseau d'eau industrielle, ou encore la mise en rétention imperméable à l'agressivité des produits chimiques. De même, pour empêcher la contamination des sols, les barrières sont alors : une surveillance par piézomètres, une détection d'hydrocarbures sur tous les points potentiellement affectés, des cuves de purge doubles avec détection de fuite, etc.

Espaces naturels protégés :

La présence d'espaces naturels protégés dans un rayon de 10 km autour du site est analysée via Géoportail. Deux ZNIEFF de type I et la réserve naturelle régionale sont identifiées. La cotation est appliquée selon le tableau suivant :

Facteur conditionnel. Espaces naturels protégés		Δ (%)
Existe-t-il des espaces naturels protégés dans la zone d'influence du scénario accidentel ?	OUI	30
	NON	0

Tableau 95 : Facteur conditionnel des espaces naturels protégés

On obtient donc une majoration de 30 % sur le score de vulnérabilité des enjeux obtenu précédemment.

Catégorie de protection des espèces :

En consultant les données INPN relatives à la zone autour du site, différentes espèces faune/flore sont identifiées comme protégées. Certaines font l'objet de préoccupation mineure, tandis que d'autres sont quasiment menacées, et même une en danger critique.

Catégorie de protection ³⁷	Δ (%)
Menacé d'extinction	10
Sensible à l'altération de son habitat	8
Vulnérable	5
D'un intérêt particulier	2
Aucune catégorie de protection	0

Tableau 96 : Facteur conditionnel de la protection des espèces

On obtient donc une majoration de 10 % sur le score de vulnérabilité des enjeux.

Patrimoine historique et artistique :

Un bien d'intérêt culturel est, en Espagne, un bien reconnu pour son intérêt artistique, historique, paléontologique, archéologique, etc. qui fait bénéficier à ce bien un statut de protection relevant du patrimoine historique espagnol.

Un monument historique se trouvant à proximité du site, un facteur pondérateur sera appliqué.

Patrimoine historique-artistique	Δ (%)
Immobilier avec la catégorie de bien d'intérêt culturel	10
Immobilier avec tout autre type de catégorie de protection	5
Aucune de ces réponses	0

Tableau 97 : Facteur conditionnel du patrimoine historique-artistique

On obtient donc, une fois de plus, une majoration de 10 % sur le score de vulnérabilité des enjeux.

³⁷ Catégories d'espèces menacées, énumérées à l'article 29 de la loi 4/1989.

Réversibilité des dommages / récupération :

Selon les données du programmes EPI Suite v.4.11 pour le kérosène, le temps de récupération pour la rivière est estimé à une période inférieure à un an.

Temps de récupération	Années	Δ (%)
Dommages permanents	50	10
De 5 à 20 ans	20	
De 1 à 5 ans	5	
De quelques semaines à 1 an	1	5
Quelques jours	0,1	

Tableau 98 : Facteur conditionnel de réversibilité des dommages / récupération

On obtient alors une majoration de 5 % sur le score de vulnérabilité des enjeux.

Impact socio-économiques associés à l'altération des ressources :

Sur la base des informations recueillies dans l'étude d'impact, les scénarios impacteraient très certainement :

A) Activités économiques directement liées à l'environnement :

- Activité économique agricole (pollution des terres agricoles) ;
- Foresterie (sylviculture) ;
- Pêche ;

B) Affection causée par l'accident aux infrastructures environnantes :

- Réseaux de transport et de communication ;
- Fourniture et transport d'énergie ;
- Approvisionnement en eau (la nappe de la craie du Sénonien-Turonien est source d'eau potable pour les communes autour du site de Cambrai)

Impact socio-économique associé à l'altération des ressources naturelles	Opérateur logique	Impact socio-économique liés à l'altération des ressources naturelles	Δ (%)
Modification de plus d'une activité économique énumérée au point A ³⁸ . Altération significative d'une activité économique énumérée au point A.	ET	Affectation à l'un des types d'infrastructures inclus au point B ³⁹	40
Modification de plus d'une activité économique énumérée au point A. Altération significative d'une activité économique énumérée au point A.	OU	Affectation à l'un des types d'infrastructures inclus au point B	20
Aucune de ces réponses			0

Tableau 99 : Facteur conditionnel des impacts socio-économiques associés à l'altération des ressources naturelles

³⁸ (A) Activités économiques directement liées à l'environnement : agricole, bétail, foresterie, pêche, exploitation minière, industriel et tourisme.

³⁹ (B) Infrastructures : réseaux de transport et de communication y compris les routes du bétail, systèmes de collecte et de stockage des déchets, fourniture et de transports d'énergie, approvisionnement en eau et infrastructures de télécommunication.

On obtient finalement une majoration de 40 % sur le score de vulnérabilité des enjeux. Les impacts socio-économiques sont donc l'enjeu qui a le plus de poids dans le score des enjeux vulnérables.

Calcul du score des enjeux vulnérables :

Score des enjeux vulnérables	Scores
Score partiel enjeux vulnérables	9
Δ (%) Espaces naturels protégés	30
Δ (%) Catégories de protection des espèces	10
Δ (%) Patrimoine historique-artistique	10
Δ (%) Réversibilité des dommages / récupération	5
Δ (%) Impacts socio-économiques associé à l'altération des ressources naturelles	40
Scores des enjeux vulnérables (Σ)	17,55

Tableau 100 : Scores des enjeux vulnérables

La somme de Δ (%) représente 95 % du score partiel pour les enjeux vulnérables. Ainsi, le score pour la composante « enjeux vulnérables » sera de :

$$\Sigma = 9 + (0,30 + 0,10 + 0,10 + 0,05 + 0,40) * 9 = 17,55$$

Calcul de l'indice global des conséquences environnementales (IGCM, m pour « medioambientales » en espagnol)

Tous les scores pour les sources de risques, les systèmes de contrôle primaires, les systèmes de transport et la vulnérabilité des enjeux sensibles sont additionnés pour obtenir le score final de l'indice global des conséquences environnementales. Le score obtenu est un nombre compris entre 1 et 40, qui est ensuite converti en un score de 1-20 (au moyen d'une interpolation linéaire) pour produire un résultat dans la dernière étape qui est plus facile à représenter et à interpréter.

Composantes du système de risque	Scénario A-1	Scénario A-10	Scénario B
Sources de risques + Systèmes de contrôle primaire [1-12]	4,71	5,52	7,57
Systèmes de transport [1-8]	8	8	8
Enjeux vulnérables [1-20]	17,55	17,55	17,55
IGCM [1-20]	15,25	15,65	16,65

Tableau 101 : Récapitulatif des scores IGCM obtenus pour chaque scénario

Ainsi, on obtient des scores de sources de risques qui augmentent progressivement en fonction de la quantité rejetée de Jet A-1.

Détermination de la probabilité de défaillance associée aux scénarios accidentels

Le score de l'indice global des conséquences environnementales est ensuite multiplié par les valeurs de probabilité / fréquence. La valeur de probabilité est obtenue à partir d'un score (1-5) qui prend en compte une analyse quantitative des risques lorsque cela a déjà été fait dans les sites. Si cela n'est pas possible, la fréquence estimée sera utilisée (les critères utilisés figurent dans le tableau suivant).

Probabilité (analyse de risque quantitative, ACR)	Score
$X \geq 10^{-2}$	5
$10^{-4} \leq X < 10^{-2}$	4
$10^{-6} \leq X < 10^{-4}$	3
$10^{-8} \leq X < 10^{-6}$	2
$X < 10^{-8}$	1

Tableau 102 : Critères pour le facteur de probabilité (ACR)

Fréquence	Score
Entre une fois par an et une fois tous les 5 ans	5
Entre tous les 5 ans et une fois tous les 25 ans	4
Entre tous les 25 ans et une fois tous les 50 ans	3
Entre tous les 50 ans et une fois tous les 100 ans	2
Entre tous les 100 ans et une fois tous les 500 ans	1

Tableau 103 : Critères pour le facteur de fréquence (équivalences)

Par conséquent, les valeurs de probabilité / fréquence adoptées pour les scénarios A et B sont les suivantes :

	Fréquence	Score
Scénario A-1	8×10^{-4}	4
Scénario A-10	8×10^{-4}	4
Scénario B	4×10^{-5}	3

Tableau 104 : Score de la composante sources de risque

Détermination de l'indice de risque environnemental (IRM, m pour « medioambientales » en espagnol)

La valeur ou l'indice de risque environnemental est obtenu en multipliant l'IGCM par la fréquence / probabilité associée au scénario accidentel à l'étude.

Composantes du système de risque	Scénario A-1	Scénario A-10	Scénario B
Sources de risques + Systèmes de contrôle primaire [1-12]	4,71	5,52	7,57
Systèmes de transport [1-8]	8	8	8
Enjeux vulnérables [1-20]	17,55	17,55	17,55
IGCM [1-20]	15,25	15,65	16,65
Probabilité / Fréquence [1-5]	4	4	3
Indice de risque environnemental [1-100]	61	62,6	49,95

Tableau 105 : Récapitulatif des scores IRM obtenus pour chaque scénario

On obtient alors un score plus élevé pour le scénario A que pour le scénario B. Cela est dû au score de fréquence inférieur dans le cas d'un scénario d'accident majeur (scénario B).

Évaluation de l'acceptabilité

Dans le graphique d'acceptabilité proposé par la méthode espagnole, les valeurs de l'IRM se reflètent indirectement à travers ses deux composantes (IGCM et probabilité/fréquence) :

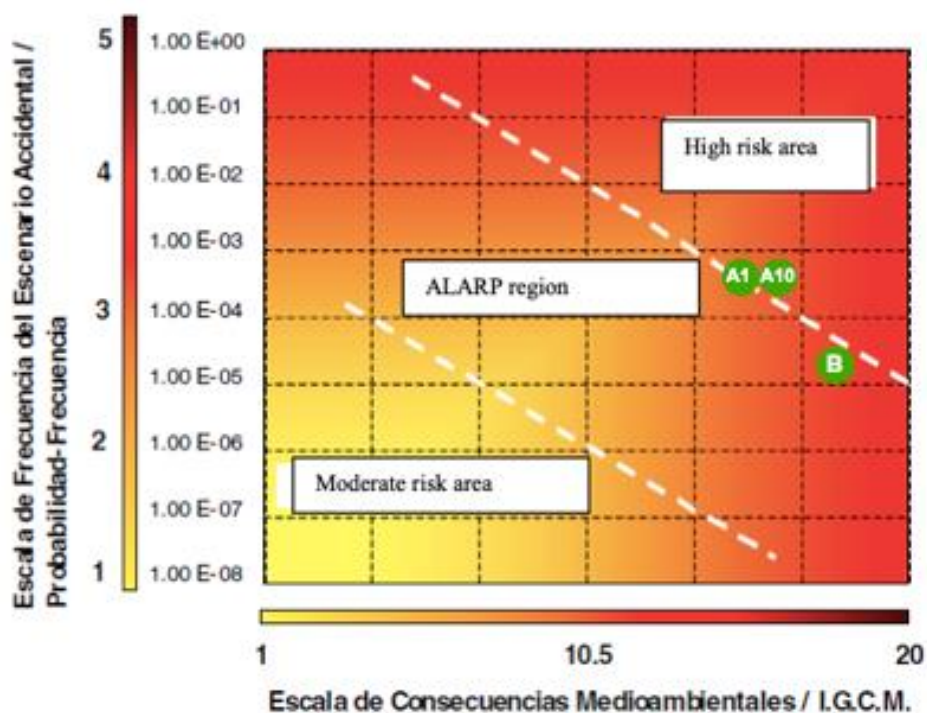


Tableau 106 : Évaluation et acceptabilité du risque environnemental

Axe X : Indice global du score des conséquences environnementales

Axe Y : score de probabilité / fréquence

Pour le scénario A, le risque se situe dans la région à haut risque alors que le scénario B se situe plutôt dans la région ALARP. Dans le cas des scénarios A1 et A10, des mesures de réduction des risques doivent être mises en œuvre quel que soit le coût associé. Dans le cas du scénario B, le risque environnemental délimité par la région ALARP, devrait être réduit aux niveaux les plus bas possibles, sans encourir des coûts disproportionnés.

[Dos de couverture, ne pas mettre de texte sur cette page, ni la supprimer]