

Guide

Analyse de risques d'accidents technologiques majeurs

Document de travail



Environnement

Marie-Claude Théberge,
ing. M.Sc.
Juin 2002

Québec 

ÉVALUATIONS ENVIRONNEMENTALES

Guide

**Analyse de risques
d'accidents technologiques majeurs**

Document de travail



Marie-Claude Théberge,
ing. M.Sc.
Juin 2002

Québec 

PRÉAMBULE

Ce document a été élaboré à la Direction des évaluations environnementales pour les chargés de projets de ce secteur appelés à analyser des projets comportant une problématique relative aux risques d'accidents technologiques. Il a été jugé qu'il serait pertinent d'en élargir la diffusion.

La présente version contient quelques mises à jour et modifications visant à clarifier certains éléments de la version antérieure de ce guide (mai 2000).

Puisque ce document est encore dans sa version préliminaire et que le ministère de l'Environnement entend revoir périodiquement le contenu de ce guide afin d'en assurer l'évolution dans le sens des plus récents développements, les commentaires et suggestions des lecteurs et usagers seront très appréciés et considérés lors de la rédaction de la version finale et des mises à jour ultérieures. Ils peuvent être transmis à l'adresse suivante :

Ministère de l'Environnement
Direction des Évaluations environnementales
Édifice Marie-Guyart, 6^e étage, boîte 83
675 boul. René-Lévesque Est
Québec (Québec) G1R 5V7

Attention : Marie-Claude Théberge
Téléphone : (418) 521-3933, poste 4669
Télécopieur : (418) 644-8222

AVANT-PROPOS

Le présent document présente le cadre général de réalisation d'une analyse de risques d'accidents technologiques majeurs. Il propose une démarche visant à fournir la plupart des informations nécessaires à l'évaluation des risques d'accidents technologiques associés à un projet soumis à une autorisation en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2), notamment les projets assujettis à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement du Québec.

Ce document s'adresse aux chargés de projet des directions du ministère de l'Environnement appelés à expliquer aux promoteurs la teneur d'une analyse de risques technologiques et à analyser les résultats relatifs aux accidents technologiques majeurs fournis lors d'une demande d'autorisation en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement du Québec (LQE). Il s'adresse aussi aux responsables de la réalisation d'une analyse de risques d'accidents technologiques dans le cadre d'une étude d'impact sur l'environnement ou d'une demande d'autorisation en vertu de la LQE.

Ce document ne prétend pas permettre l'identification de toutes les situations accidentelles possibles associées à un projet ou la connaissance exhaustive de leurs conséquences et probabilités d'occurrence. Il ne prétend pas non plus mener à un projet présentant un risque résiduel nul. Les calculs, évaluation et analyse faite dans le cadre de ce guide ainsi que le choix des mesures de sécurité et d'urgence du projet demeurent la responsabilité de l'initiateur de projet.

Ce document se compose de cinq chapitres principaux présentant chacun une étape de la démarche d'analyse de risques. L'introduction expose les notions générales d'évaluations environnementales et de gestion des risques. Les annexes contiennent la liste des acronymes, le glossaire, les références, une liste de bases de données, quelques adresses internet et une liste de matières dangereuses pour fins de gestion de risques d'accidents technologiques majeurs. Les mesures de gestion (mesures de sécurité, plan de mesures d'urgence), qui découlent notamment des résultats de l'analyse de risques, ne sont pas traitées dans ce document.

De manière à situer chaque étape dans la démarche d'analyse de risques, la portion « Analyse de risques » de la figure 1 est répétée au début de chaque chapitre et l'étape considérée est grisée.

À titre informatif, des extraits de la *Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet industriel*, version janvier 1997 (MEF, 1997)¹ sont présentés en italique au début des sections appropriées du présent document. Un glossaire est proposé à la fin du document.

¹ Nous invitons le lecteur à se procurer auprès du ministère de l'Environnement la plus récente version de la *Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet industriel*. Ce document est aussi disponible sur le site internet du ministère de l'Environnement. Cependant, ni le texte du présent document, ni celui de la plus récente version de la *Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet industriel* ne remplace le texte de la directive officielle, signée par le ministre de l'Environnement, pour chaque projet.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	i
INTRODUCTION	1
1. IDENTIFICATION DES DANGERS ET DES SCÉNARIOS D'ACCIDENTS	7
1.1 IDENTIFICATION DES DANGERS.....	7
1.2 IDENTIFICATION DES ÉLÉMENTS SENSIBLES.....	11
1.3 REVUE DES ACCIDENTS PASSÉS.....	13
1.4 SCÉNARIOS D'ACCIDENTS.....	13
1.4.1 Utilisation du scénario normalisé.....	13
1.4.2 Élaboration des scénarios d'accidents.....	14
2. ESTIMATION DES CONSÉQUENCES	15
2.1 LES ACCIDENTS POTENTIELS.....	16
2.1.1 Les déversements.....	16
2.1.2 Les nuages toxiques.....	16
2.1.3 Les incendies.....	17
2.1.4 Les explosions.....	18
2.2 CALCULS DES CONSÉQUENCES.....	19
2.3 EFFETS DOMINO.....	20
2.4 ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES.....	21
3. ESTIMATION DES FRÉQUENCES	23
3.1 FRÉQUENCE D'OCCURRENCE DE L'ACCIDENT.....	23
3.2 PROBABILITÉ QU'UN RÉCEPTEUR SOIT TOUCHÉ.....	24
4. ESTIMATION DES RISQUES	27
5. ÉVALUATION DES RISQUES	29
CONCLUSION	31
ANNEXES	33
ANNEXE 1 LISTE DES ACRONYMES ET UNITÉS.....	35
ANNEXE 2 GLOSSAIRE.....	37
ANNEXE 3 RÉFÉRENCES.....	43
ANNEXE 4 QUELQUES BANQUES DE DONNÉES.....	47
ANNEXE 5 QUELQUES ADRESSES INTERNET.....	49
ANNEXE 6 LISTE DE MATIÈRES DANGEREUSES POUR FINS DE GESTION DES RISQUES TECHNOLOGIQUES MAJEURS.....	51

INTRODUCTION

L'industrialisation a contribué à l'amélioration des conditions de vie notamment par l'utilisation et la fabrication de produits chimiques. Ces produits chimiques peuvent présenter un risque pour la population et l'environnement. Il est nécessaire de connaître et comprendre ce risque afin de les gérer adéquatement.

Le risque se définit à l'aide de deux composantes :

- ▶ la *conséquence* ^{*2} : quels seraient les effets des accidents potentiels sur le site du projet à l'étude ?
- ▶ la *fréquence* ^{*} : combien de fois ces accidents pourraient-ils se produire au cours d'une année ?

Dans plusieurs états, l'implantation de nouvelles installations ou activités doit au préalable faire l'objet d'une étude afin d'identifier leurs impacts potentiels sur la population et l'environnement³. Les risques d'accidents technologiques s'inscrivent parmi ces impacts potentiels. Parmi les projets visés par ces études, certains présentent des risques d'accidents technologiques dont l'importance n'est pas connue *a priori*. Aussi, il est nécessaire de connaître et de comprendre ces risques afin de les gérer adéquatement. Cette connaissance des risques permet l'intégration de l'aspect de la sécurité dans la conception de projet et sa considération lors de l'opération.

² Les astérisques (*) dans le texte indiquent que le mot ou groupe de mots précédent fait l'objet d'une définition et renvoient au glossaire placé en annexe du présent document.

³ Au Québec, l'évaluation environnementale repose sur deux grands principes :

- « 1. La protection de l'environnement et la conservation des ressources sont essentielles au maintien de la vie.
2. Le droit à un environnement de qualité doit être considéré comme une composante essentielle des droits de la personne, ce qui implique :
 - ◊ le droit à l'information du public ;
 - ◊ la responsabilité du public à participer ;
 - ◊ la reconnaissance que les inégalités entre les personnes de conditions sociales différentes ne doivent pas être accentuées par une dégradation de l'environnement. » (MEF, 1998).

Elle a pour objectifs de :

- « • prévenir la détérioration de la qualité de l'environnement et maintenir la diversité, la productivité et la pérennité des écosystèmes ;
- respecter la sensibilité des composantes humaines et biophysiques du milieu récepteur ;
- protéger la santé, la sécurité et le bien-être de la population ;
- s'engager dans le développement durable ;
- favoriser et soutenir la participation de la population dans l'appréciation des projets qui influencent son milieu de vie. » (MEF, 1998).

L'analyse de risques d'accidents technologiques majeurs porte sur les installations dont les risques pourraient causer des impacts, souvent soudains et immédiats, sur la population et les *éléments sensibles du milieu* *. Elle permet de connaître ces risques afin d'en planifier la gestion. Selon l'information disponible et le but recherché par la réalisation d'une analyse de risques d'accidents majeurs, l'analyse de risques peut être qualitative ou quantitative.

Analyse qualitative

L'analyse qualitative des risques permet d'identifier les *dangers* * ainsi que les *accidents* * potentiels et d'évaluer qualitativement les conséquences, les fréquences et les risques. Elle propose des méthodes visant à établir ce qui peut se passer d'anormal et quelles en sont les causes. Ces méthodes peuvent être appliquées tout au long du cycle de vie d'une installation. En plus de permettre l'identification des défaillances pouvant entraîner des accidents majeurs, ces méthodes peuvent permettre d'identifier les causes d'un incident et les équipements stratégiques pour la sécurité et l'intervention. À partir des résultats de l'analyse, les mesures de gestion des risques sont identifiées et implantées.

Les méthodes d'analyse qualitative des risques les plus fréquemment utilisées dans l'industrie chimique sont les suivantes :

- ◇ la revue de la sécurité ;
- ◇ la liste de contrôle ;
- ◇ le classement relatif ;
- ◇ l'analyse préliminaire des dangers et/ou des risques ;
- ◇ l'analyse « Et-si ? » ;
- ◇ l'étude HAZOP ;
- ◇ l'analyse des modes de défaillances et de leurs effets (FMEA) ;
- ◇ *l'arbre de défaillances* * ;
- ◇ *l'arbre d'événements* * ;
- ◇ l'analyse « causes-conséquences ».

On peut s'informer sur ces méthodes notamment dans le document *Guidelines for Hazard Evaluation Procedure* du Center for Chemical Process Safety (CCPS, 1992). À ces méthodes s'ajoutent des méthodes utilisant des indices de dangers ou de risques. Ces méthodes sont utilisées à des fins d'analyse initiale pour l'identification des opérations et procédés dangereux (Greenberg et Cramer, 1991).

Analyse quantitative

Le risque s'exprime mathématiquement en combinant l'importance des conséquences d'un événement indésirable (pour la population, les structures et l'environnement) et la fréquence de réalisation de cet événement.

L'analyse quantitative de risques d'accidents technologiques constitue un outil permettant de quantifier et d'analyser les conséquences, les fréquences et les risques. Elle se divise en cinq étapes principales (figure 1) :

1. l'identification des dangers * et des scénarios d'accidents ;
2. l'estimation des conséquences *;
3. l'estimation des fréquences *;
4. l'estimation des risques *;
5. l'évaluation des risques * qui permet de juger de la valeur de risque obtenue.

Une analyse de risques peut être plus ou moins élaborée, selon la nature des dangers et les résultats obtenus au fil des étapes.

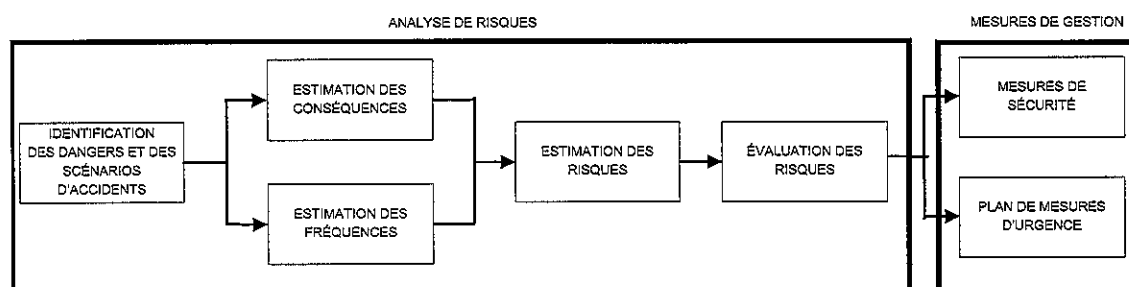


Figure 1 Analyse quantitative et gestion de risques technologiques

L'analyse quantitative de *risques* * permet de connaître la contribution de chaque composante d'un système au risque global de celui-ci. Elle permet aussi de comparer les effets de mesures de réduction de risques sur le risque global. Les efforts de réduction des risques peuvent ainsi être dirigés par exemple vers les composantes les plus à risque ou selon le rapport du coût sur la réduction du risque le plus avantageux.

Ces mêmes résultats peuvent aussi être utilisés de manière absolue pour valider l'atteinte d'un objectif en termes de niveau de risque. Il faut cependant souligner que les résultats obtenus, particulièrement les valeurs de fréquences et de risques, comportent beaucoup d'incertitude. Leur utilisation doit être faite avec prudence, en considérant l'incertitude associée.

À la lumière des résultats de l'analyse de risques, il est alors possible de mettre en place des mesures de gestion (figure 1) visant d'une part la *prévention* * et le contrôle des risques, et d'autre part la planification d'une intervention d'urgence appropriée. Aux mesures de gestion relevant du promoteur, s'ajoutent les mesures dont la responsabilité incombe à un tiers, notamment les municipalités et les MRC dont le territoire pourrait être affecté lors d'un accident.

Gestion des risques d'accidents et évaluation environnementale

La démarche de gestion des risques d'accidents prévue dans le cadre de l'évaluation environnementale des projets prévoit l'analyse quantitative des risques et l'identification de mesures de gestion des risques d'accidents technologiques majeurs. Ses objectifs sont :

- 1) Réduire les risques à la source.

Une meilleure connaissance des risques permet d'apporter des modifications au projet à l'étude (diminution de l'inventaire de *matières dangereuses* ^{*4}, modification de procédé, etc.).

- 2) Informer les autorités concernées.

La connaissance des risques permet aux autorités responsables de juger de l'acceptabilité environnementale du projet à l'étude en considérant la sécurité et les mesures de gestion proposées.

- 3) Informer le public.

La participation du public est une dimension essentielle de la procédure d'évaluation environnementale québécoise. Aussi, l'analyse de risques est un outil d'information publique qui doit être facilement accessible.

- 4) Planifier les mesures d'urgence en tenant compte des risques technologiques majeurs.

Le promoteur doit, en concertation avec les autorités publiques, développer des plans d'intervention pour les accidents aux conséquences majeures afin de préparer adéquatement les intervenants.

- 5) Permettre la considération des risques technologiques majeurs lors de la planification de l'occupation des sols.

Les accidents majeurs pourraient avoir des effets sur le milieu environnant. Lors de la planification de l'occupation des sols, l'autorité responsable (municipalité et MRC) devrait favoriser l'implantation d'usages compatibles aux risques identifiés. *« La prise en considération des sources de contraintes de nature anthropique dans la démarche de planification du territoire et la réglementation d'urbanisme vise à minimiser les impacts négatifs de certaines activités humaines actuelles ou projetées sur les personnes et les*

⁴ Le sens donné à *matières dangereuses* dans ce guide ne correspond pas à la définition contenue dans le Règlement sur les matières dangereuses du Québec. Le lecteur est invité à se référer au glossaire en annexe.

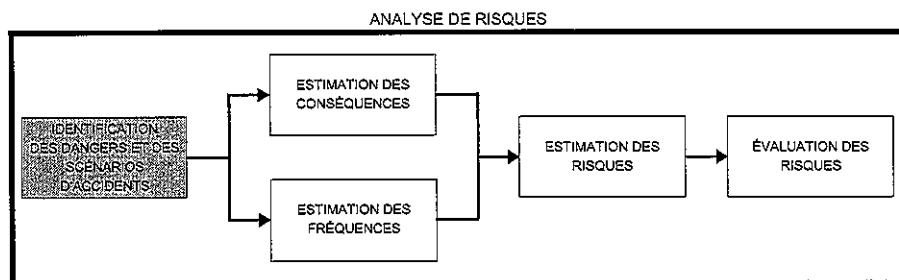
biens, tout en maintenant la volonté d'en favoriser l'expansion et le développement.»
(MAM, 1994).

À cet effet, le promoteur doit d'abord réaliser une analyse quantitative de risques dont le niveau de détail dépend des caractéristiques du projet à l'étude. En tenant compte des résultats de cette analyse, le promoteur doit présenter un programme de gestion de risques notamment les mesures de sécurité prévues ainsi qu'un plan des mesures d'urgence avec scénarios d'intervention minutés qui tient compte des scénarios d'accidents définis dans l'analyse de risques et des diverses situations possibles et probables.

Ce document porte sur la première étape d'un processus de gestion des risques soit l'analyse des risques. Les chapitres un à cinq de ce document présentent chacun une étape de la démarche d'analyse de risques d'accidents technologiques (figure 1). Les mesures de gestion des risques, qui découlent notamment des résultats de l'analyse de risques, ne sont pas traitées dans ce document.

Tout au long de ce document, des exemples sont donnés. Il importe de souligner que ces exemples ne sont pas limitatifs et que des situations autres que celles décrites peuvent survenir.

1 IDENTIFICATION DES DANGERS ET DES SCÉNARIOS D'ACCIDENTS



« L'analyse de risques d'accidents technologiques majeurs (dont les conséquences pourraient excéder les frontières du projet) repose sur la détermination des dangers (dangerosité des produits, défaillances des systèmes, sources de bris, etc.) à partir desquels des scénarios d'accidents sont établis.[...] Toutes les activités reliées au projet doivent être considérées (manutention, exploitation, transport, etc.). » (MEF, 1997).

L'identification des dangers et des scénarios d'accidents permet de recueillir l'information relative au projet à l'étude (installations, équipements, matières dangereuses, etc.) et au milieu dans lequel il sera situé. Cette étape consiste à identifier les dangers, identifier les éléments sensibles du milieu, réaliser la revue des accidents passés reliés à des entreprises ou des procédés similaires et établir les scénarios d'accidents.

1.1 IDENTIFICATION DES DANGERS

Le danger est une propriété intrinsèque d'une substance, d'un agent, d'une source d'énergie ou d'une situation qui peut entraîner des conséquences indésirables (OCDE, 1992).

L'identification des dangers vise à dresser l'inventaire des dangers liés à un projet, une installation, une activité. Elle fait appel à plusieurs sources d'information, dont notamment l'expérience, les codes en vigueur, les descriptions de procédés, les informations sur les matières dangereuses, etc. Les méthodes d'analyse qualitative présentées précédemment sont utilisées à cette fin.

Les dangers sont associés aux matières dangereuses nécessaires au projet, aux procédés et aux équipements ainsi qu'à la localisation géographique du projet.

Dangers liés aux matières dangereuses

Les matières dangereuses entreposées, manipulées, transportées, transformées, etc. dans le cadre des activités liées au projet étudié peuvent être à l'origine d'*accidents technologiques majeurs**.

Les matières dangereuses visées par ce guide d'analyse de risques technologiques majeurs diffèrent des matières dangereuses visées par le Règlement québécois sur les matières dangereuses. Ce règlement vise une saine gestion des matières dangereuses afin d'éviter une contamination de l'environnement. Pour sa part, une analyse de risques requiert la connaissance des matières dangereuses pouvant entraîner des situations accidentelles susceptibles de porter atteinte à la sécurité des personnes, à la qualité de l'environnement et à l'intégrité des structures. Cette différence fondamentale d'objectif entre la réglementation québécoise sur les matières dangereuses et le présent guide explique la définition différente du terme « matières dangereuses ». La définition retenue pour ce guide est présentée dans le glossaire à l'annexe 2.

Les dangers liés aux matières dangereuses découlent notamment des éléments suivants :

- les caractéristiques des matières : inflammabilité, toxicité, corrosivité, réactivité, etc. ;
- les quantités ;
- les incompatibilités entre matières dangereuses.

Les fiches signalétiques contiennent des informations essentielles à la connaissance des matières dangereuses. Ces fiches doivent être fournies dans l'étude d'impact. Il existe également une littérature spécialisée portant sur les caractéristiques de ces matières, par exemple le répertoire toxicologique de la CSST, la collection Enviroguide d'Environnement Canada et le *Pocket Guide to Chemical Hazards* du NIOSH américain.

La « Liste des matières dangereuses avec quantités seuils et concentrations de références toxicologiques retenues pour fins de gestion des risques d'accidents industriels majeurs »⁵, présentée à l'annexe 6, doit être utilisée. Elle a été réalisée en recoupant les informations des listes 1, 2 et 3 du Conseil canadien des accidents majeurs⁶, de l'*Environmental Protection Agency*⁷, l'*Occupational Safety and Health Administration*⁸, et *National Fire Protection Association*⁹.

⁵ Liste des matières dangereuses avec quantités seuils et concentrations de références toxicologiques retenues pour fins de gestion des risques d'accidents industriels majeurs (MSP, 1999). Cette liste contient 176 matières dangereuses avec quantités seuils.

⁶ Listes de substances dangereuses 1994 du Conseil canadien des accidents industriels majeurs (CCAIM, 1995). Les listes 1, 2 et 3 contiennent respectivement 36, 211 (incluant les 36 matières dangereuses de la liste 1) et 75 matières dangereuses.

⁷ *List of Regulated Toxic and Flammable Substances and Threshold Quantities for Accidental Release Prevention* de l'*Environmental Protection Agency* des États-Unis, 40 CFR part 68, 68.130 (EPA, 1996). Ces listes contiennent respectivement 77 et 63 matières dangereuses, pour un total de 140.

La liste de l'EPA et celles du CCAIM ont été établies pour fins de gestion des risques d'accidents technologiques majeurs. Aussi, elles ont été largement utilisées dans l'élaboration de la liste proposée ici. Puisque la liste de l'EPA a été adoptée par règlement alors que les listes du CCAIM découlent d'un consensus au sein des membres de cet organisme, la liste proposée dans ce guide inclut entièrement la première et partiellement les secondes. Les listes de l'OSHA et du NFPA ont été utilisées afin de déterminer la pertinence de retenir des matières dangereuses présentes dans les listes 2 et 3 du CAIM.

Aussi, la méthodologie utilisée et présentée à l'annexe 6 permet l'établissement d'une liste respectant la réglementation américaine, souvent connue de l'industrie, et intégrant des éléments additionnels ayant donné lieu à un consensus au sein d'un organisme canadien dédié à la gestion des risques technologiques. La liste ainsi obtenue contient 177 matières dangereuses pour lesquelles une quantité seuil est indiquée.

La présence sur le site d'une substance de la liste en quantité supérieure à la quantité seuil indiquée dans la liste indique un potentiel d'accidents majeurs et une analyse de risques doit être réalisée.

La présence sur un site de plusieurs matières dangereuses, chacune en quantité inférieure au seuil indiqué, doit aussi être considérée. En effet, un nombre élevé de matières dangereuses différentes et/ou en quantités proches des quantités seuils peut notamment justifier que l'on considère ces matières lors de l'analyse de risques d'accidents technologiques. Le critère suivant peut être utilisé :

$$\frac{q_1}{qs_1} + \frac{q_2}{qs_2} + \frac{q_3}{qs_3} + \dots + \frac{q_n}{qs_n} > 1$$

où

q_n = quantité de chaque matière dangereuse présente sur le site ;

qs_n = quantité seuil pour chaque matière dangereuse présente sur le site ;

n = nombre de matières dangereuses présentes sur la liste et sur le site.

D'autres matières, absentes de la liste citée précédemment, peuvent être à l'origine d'accidents majeurs, notamment à la suite de l'incendie de celles-ci (par exemple, les pneus). Ces matières doivent être identifiées ainsi que les accidents potentiels associés.

⁸ Liste des substances réglementées par l'OSHA (FR vol. 57, n°36, 24 février 1992).

⁹ Liste de substances du « Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, gases and volatils solids : NFPA-325, 1994 ».

Dangers liés aux activités et conditions d'opération de l'installation

Les activités peuvent être à l'origine de situations dangereuses, notamment la manutention, l'entreposage et le transport. Elles doivent être identifiées et le cas échéant mises en relation avec les matières dangereuses impliquées.

Les conditions d'opération peuvent être à l'origine de dangers ou augmenter le danger associé à des matières dangereuses. Par exemple, l'eau ne présente pas un danger en soi. Toutefois, si elle est utilisée sous forme de vapeur à haute pression, elle pourrait entraîner l'explosion des équipements la contenant. Il est important de considérer les conditions normales et anormales d'opération lors de l'identification des dangers.

Dangers externes

« L'étude présente une analyse sommaire des événements externes (CCPS, 1989a) susceptibles de provoquer des accidents technologiques majeurs sur l'emplacement du projet. Tant les éléments ou événements d'origine naturelle (inondations, séismes, etc.) qu'humaine (usine voisine, déraillement de train, écrasement d'avion, etc.) sont considérés. Ces informations sont intégrées dans la planification d'urgence. » (MEF, 1997).

Le milieu environnant peut contenir des sources de dangers (tableau 1) susceptibles d'engendrer des accidents sur le site de l'installation étudiée. Ces dangers doivent être considérés lors de l'analyse de risques technologiques afin d'en tenir compte dans le processus de réduction des risques, dans la planification de l'intervention d'urgence et dans le programme de gestion des risques et de la sécurité.

Ainsi, la présence d'usines, de rails, de réservoirs, etc. ainsi que le potentiel de catastrophes naturelles doivent être analysés afin de déterminer leur influence sur les fréquences d'occurrence d'accidents. Ces sources d'accidents peuvent être considérées de deux manières lors de l'analyse de risques.

Lorsque les fréquences d'occurrence des événements externes peuvent être estimées, l'analyse des événements externes peut être intégrée aux étapes d'estimation des fréquences et des risques présentées plus bas. Les événements externes sont alors considérés de la même façon que les événements internes causant les accidents technologiques majeurs.

TYPE	EXEMPLES
Phénomènes naturels	séismes inondations mouvements de terrain foudre précipitations abondantes
Sources ponctuelles	installations industrielles voisines aménagement hydrauliques en amont aéroports, pistes d'atterrissage
Sources linéaires	voies de circulation routière voies ferrées
Autres	malveillances attentats

Tableau 1 Dangers externes

Dans le cas contraire, il est possible de réaliser une analyse qualitative de l'influence de ces événements. Cette analyse complète l'analyse de risques en permettant la considération des événements externes ayant une influence sur les accidents technologiques potentiels. L'*American Institute of Chemical Engineers* propose une approche spécifique pour réaliser une analyse des événements externes (« External Events Analysis » dans CCPS, 1989a).

1.2 IDENTIFICATION DES ÉLÉMENTS SENSIBLES

« L'analyse de risques accorde une attention toute particulière aux éléments sensibles du milieu pouvant être affectés lors d'un accident d'une façon telle que les conséquences pourraient être importantes ou augmentées (quartiers résidentiels, hôpitaux, sites naturels d'intérêt particulier, zonage, etc.). »
(MEF, 1997).

Les éléments sensibles du milieu (tableau 2) sont des composantes du milieu susceptibles d'être affectées par les conséquences d'un accident. Le terme *récepteur* * (public ou environnemental) est aussi utilisé.

TYPE DE RÉCEPTEURS	EXEMPLES
Population	zones résidentielles et résidences isolées ; bâtiments institutionnels (écoles, hôpitaux, centres d'accueil, garderies) ; centres commerciaux et communautaires ; bâtiments à haute densité de population (tours, stades).
Structures et infrastructures	installations industrielles ; autoroutes, routes, voies ferrées ; lignes de transport d'électricité et postes de transformation ; stations d'épuration et de filtration des eaux ; éléments patrimoniaux (site archéologique connu et classé, arrondissement historique).
Éléments environnementaux	parcs et réserves écologiques ; habitats fauniques et floristiques ; zones agricoles ; milieux environnementaux particuliers (marais, forêts, plans et cours d'eau).

Tableau 2 Éléments sensibles du milieu

La présence d'éléments sensibles pourrait :

- augmenter le nombre d'individus potentiellement atteints (par exemple, un centre commercial) ;
- résulter en la destruction ou l'altération d'éléments de grande valeur du patrimoine humain ou naturel (par exemple, un bâtiment historique, une réserve écologique ou une érablière) ;
- alourdir la tâche des intervenants lors d'un accident (par exemple, l'évacuation d'un hôpital) ;
- occasionner d'autres accidents découlant du premier (effet domino) (par exemple, un réservoir atteint par l'onde de choc d'une première *explosion* *).

Ces éléments peuvent être cartographiés ou présentés sous forme de liste où est indiquée leur position géographique par rapport au site de l'installation étudié.

1.3 REVUE DES ACCIDENTS PASSÉS

« Un bilan des accidents passés (environ cinq ans) dans des usines identiques, ou à défaut, dans des usines comportant des procédés similaires, fournit des informations supplémentaires pour l'établissement des scénarios [d'accidents technologiques majeurs potentiels]. Toutes les activités doivent être considérées (manutention, exploitation, transport, etc.). » (MEF, 1997).

Une revue des accidents passés apporte un éclairage complémentaire quant aux défaillances, incidents et accidents susceptibles de survenir. La connaissance des accidents passés offre un point de comparaison concret à l'exercice d'identification des dangers et des scénarios d'accidents.

Le promoteur est invité à consulter les rapports d'accidents qui se sont produits dans des installations identiques ou similaires au projet étudié, les banques de données sur les accidents au travail et sur les accidents technologiques majeurs, dont quelques-unes sont présentées en annexe, les actes de colloques et d'ateliers ainsi que la littérature présentant des études de cas, notamment Lees (1980), Marshall (1987) et Kletz (1994).

1.4 SCÉNARIOS D'ACCIDENTS

1.4.1 Utilisation du scénario normalisé

« Si l'analyse démontre que le projet n'est pas susceptible d'engendrer des accidents technologiques majeurs, l'initiateur se contente d'utiliser les informations recueillies précédemment, dans le cadre de sa planification d'urgence.

De manière à démontrer l'absence de potentiel d'accidents technologiques majeurs, l'initiateur peut utiliser le concept de « scénario normalisé » [...] ou celui de « pire scénario » [...]. Si l'initiateur ne peut pas démontrer l'absence de potentiel d'accidents technologiques majeurs, il poursuit la démarche d'analyse de risques. Il considère en détail les dangers et les scénarios d'accidents qui en découlent afin d'établir les conséquences et les risques associés. » (MEF, 1997).

L'utilisation de *scénario normalisé**¹⁰ vise à estimer les conséquences maximales en termes de population touchée, de territoires affectés (distances) et de niveau d'impact (décès, blessures, contamination), afin d'établir si le projet à l'étude peut être à l'origine d'un accident majeur. La

¹⁰ Un scénario normalisé d'accident est un scénario d'accident dont les conséquences sont parmi les plus pénalisantes. Plusieurs paramètres définissant ce scénario sont fixés.

définition du scénario normalisé est présentée dans le glossaire (Annexe 2). Les paramètres de calculs du scénario de pire cas (*worst-case scénario*) définis par l'EPA s'appliquent. De plus, tout autre scénario, dont les conséquences seraient potentiellement plus grandes que celles des scénarios normalisés doit être considéré. En effet, les particularités du projet pourraient faire en sorte que les scénarios normalisés ne soient pas les scénarios entraînant les pires conséquences. Il peut être nécessaire de considérer notamment leur localisation afin d'établir si cela peut influencer les conséquences (par exemple, l'explosion d'un réservoir près de la limite de propriété pourrait entraîner des conséquences plus importantes pour le milieu environnant que celle d'un plus gros réservoir situé plus loin de ces limites).

Lorsque les conséquences maximales sont situées à l'intérieur du *site**, les caractéristiques liées au cas étudié n'amènent pas la matérialisation d'un scénario d'accident technologique majeur. Une analyse détaillée de risques d'accidents technologiques majeurs n'est donc pas nécessaire. Cependant, puisque des accidents potentiels peuvent avoir des conséquences importantes à l'intérieur des limites de l'installation, il est nécessaire de les gérer adéquatement à l'aide notamment de la mise en place de mesures de sécurité et d'une planification de l'intervention d'urgence.

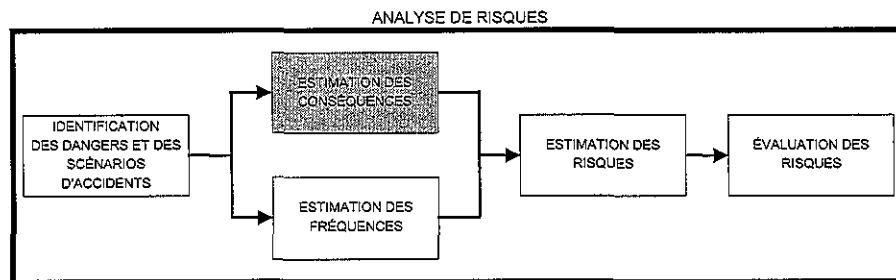
Lorsque les conséquences maximales atteignent l'extérieur du site, un potentiel d'accident majeur est présent. Il faut alors identifier des scénarios d'accidents plus plausibles et procéder à une analyse plus détaillée des accidents potentiels, des conséquences et des risques majeurs. Soulignons toutefois que si aucun élément sensible n'est présent sur le territoire affecté par les conséquences, il est possible de passer directement à l'étape de gestion des risques en utilisant les résultats associés aux scénarios définis précédemment. Dans ce cas, une attention particulière doit être portée à la planification subséquente de l'occupation des sols et des mesures d'urgence dans le cadre de la gestion des risques.

1.4.2 Élaboration des scénarios d'accidents

À partir des informations recueillies sur le projet, les matières dangereuses présentes, les quantités en cause et les accidents passés, l'élaboration des scénarios d'accidents permet d'établir la liste des événements anormaux susceptibles de survenir¹¹. Des méthodes qualitatives, développées au fil des ans, permettent l'identification des séquences d'événements menant à la matérialisation d'accidents technologiques majeurs. L'*American Institute of Chemical Engineers* (AiChe) souligne notamment le rôle joué par les méthodes HAZOP, FMEA, What-if, et les listes de contrôle lors de l'identification des dangers, des événements initiaux et des accidents qui en découlent.

¹¹ L'EPA (1996) et le MSP (1999) nomment ces scénarios d'accidents « scénarios alternatifs » (en anglais « *alternative scenario* »). Le terme « scénarios plausibles » est quelquefois utilisé.

2 ESTIMATION DES CONSÉQUENCES



« L'analyse de risques comprend alors l'estimation des conséquences liées aux scénarios d'accidents. Cette étape permet de connaître les zones à l'intérieur desquelles la sécurité des populations environnantes et l'intégrité de l'environnement naturel et humain pourraient être affectées, ainsi que la présence d'éléments sensibles identifiés précédemment. Ces informations sont retenues pour la planification d'urgence. » (MEF, 1997).

L'estimation des conséquences liées aux scénarios d'accidents retenus permet d'établir et de quantifier les impacts de ces événements sur le milieu environnant.

Les conséquences d'un scénario d'accident se définissent à l'aide de deux notions : les caractéristiques de l'accident et son impact. Les caractéristiques de l'accident sont celles pouvant générer un effet négatif sur les éléments sensibles du milieu. L'impact définit cet effet. Par exemple, lors d'un incendie (événement accidentel), la radiation thermique (caractéristique) entraîne des brûlures (impact) aux individus exposés.

Quatre types d'événements accidentels sont généralement considérés :

- les déversements ;
- les nuages toxiques ;
- les incendies ;
- les explosions.

Les conséquences (caractéristique et impact) de chaque accident potentiel sont quantifiées puis évaluées. Finalement, l'influence des effets domino sur les conséquences des accidents est analysée.

2.1 LES ACCIDENTS POTENTIELS

2.1.1 Les déversements

Un déversement a lieu lorsqu'il y a *perte de confinement** d'un *produit dangereux** liquide ou solide. Les caractéristiques d'un déversement (quantité, durée, localisation, etc.) sont fonction notamment de la nature du produit, des conditions de la perte de confinement (grosseur et localisation de la fuite, présence d'un bâtiment, etc.) et des caractéristiques du sol.

Un déversement peut entraîner notamment la contamination du sol et de l'eau, la destruction de la faune, de la flore, d'habitats terrestres et aquatiques, du milieu naturel ainsi que la perturbation d'activités humaines. Les caractéristiques du produit ainsi que le cheminement potentiel du déversement sont des informations importantes pour établir les impacts appréhendés sur le milieu récepteur. La présence d'un cours d'eau, d'un plan d'eau ou d'un réseau d'égouts à proximité doit être considérée puisqu'elle peut favoriser le déplacement du produit déversé et augmenter son rayon d'influence.

Un déversement peut aussi être à l'origine d'un nuage toxique, si le produit est toxique et volatil, d'un incendie ou d'une explosion si le produit est inflammable. Ces types d'accidents sont présentés plus bas.

2.1.2 Les nuages toxiques

Un nuage toxique est formé lorsqu'il y a perte de confinement d'un produit toxique gazeux à température et pression ambiantes (par exemple l'ammoniac) ou d'un produit toxique volatil (par exemple l'acide chlorhydrique). Il peut aussi être formé à la suite de la réaction entre des matières incompatibles dans un procédé découlant d'une perte de contrôle ou de l'introduction accidentelle d'une matière indésirable dans un procédé. Les caractéristiques du nuage toxique (dimensions, durée, localisation, etc.) sont fonction notamment de la nature des produits, des réactions, des conditions de perte de confinement (grosseur et localisation de la fuite, présence d'un bâtiment, etc.) et des conditions météorologiques. Des modèles de dispersion atmosphérique permettent de connaître les concentrations du nuage toxique en fonction de la distance et du délai écoulé, en tenant compte notamment des conditions météorologiques et de la topographie.

La zone d'impact d'un nuage toxique est définie à l'aide des concentrations à partir desquelles un effet indésirable sur la vie ou la santé serait observé. Ces concentrations et l'effet sur les récepteurs sont disponibles dans les fiches signalétiques et dans la littérature (par exemple AIHA, 1998 ; NIOSH, 1994 ; CCPS, 1989a ; etc.).

Le tableau 3 présente les *seuils d'effets** (concentrations à partir desquelles des effets pourraient être observés) recommandés pour l'estimation des conséquences menaçant la vie et pour la planification des mesures d'urgence, selon leur ordre de préférence. Ils proviennent principalement

d'organismes américains ayant la responsabilité d'établir des critères adaptés aux situations d'urgence. Un seuil d'effets différent de ceux indiqués au tableau 3 doit être justifié.

SEUILS D'EFFETS MENACANT LA VIE	SEUILS POUR LA PLANIFICATION D'URGENCE
ERPG-3 TEEL-3	ERPG-2 TEEL-2 AEGL* IDLH/10

Tableau 3 Seuils d'effets associés aux nuages toxiques

Un nuage toxique peut aussi résulter d'un incendie et être formé des produits de dégradation des produits enflammés. La connaissance des produits créés lors de la combustion est alors nécessaire. Cette composition varie selon la nature des matières en feu, entraînant une étape supplémentaire d'identification des composés générés lors de l'incendie. Notons que la littérature à ce sujet est encore restreinte (Smith-Hansen, 1994 ; Smith-Hansen et Jorgensen, 1992). Les fiches signalétiques peuvent contenir des informations concernant la nature des produits dangereux susceptibles d'être générés lors de la combustion du produit faisant l'objet de la fiche.

2.1.3 Les incendies

Un incendie résulte de l'inflammation d'une substance à l'intérieur de son confinement (feu de réservoir d'hydrocarbures) ou à la suite d'une perte de confinement (*feu de nappe* *, *feu en chalumeau* *). Outre la possibilité d'un nuage toxique discutée en 2.1.2, un incendie émet de la chaleur (radiation thermique) mesurée en kilowatts par mètre carré (kW/m^2). L'intensité des radiations thermiques est maximale au niveau de l'incendie et diminue en fonction de la distance. Les récepteurs exposés subissent alors des brûlures dont l'importance varie selon la distance de l'incendie, sa durée et la localisation des récepteurs (intérieur ou extérieur d'une structure).

Les zones d'impact sur les récepteurs sont définies à partir des radiations thermiques émises par l'incendie. Par exemple, après 40 secondes, un individu exposé à une radiation thermique de 5 kW/m^2 pourrait subir des brûlures au second degré (EPA, 1999; CCPS, 1989a). Ce niveau de radiation définit la zone où les individus pourraient subir des blessures sérieuses. Une radiation thermique de 13 kW/m^2 pourrait entraîner un décès en 30 secondes (Lees, 1980). Pour les boules de feu, une durée inférieure à 30 secondes explique qu'une radiation thermique de 25 kW/m^2 puisse être utilisée. Des formules et des abaques reliant l'intensité des radiations thermiques et les impacts sur les récepteurs sont disponibles dans la littérature. (CCPS, 1989a ; Lees, 1980 ; TNO, 1992b)

Le tableau 4 présente les seuils d'effets (radiations thermiques à partir desquelles des effets pourraient être observés) recommandés pour l'estimation des conséquences menaçant la vie et pour la planification des mesures d'urgence. Un seuil d'effets différent de ceux indiqués au tableau 4 doit être justifié.

SEUILS D'EFFETS MENACANT LA VIE	SEUIL POUR LA PLANIFICATION D'URGENCE
13 kW/m ² pour les feux autres que la boule de feu 25 kW/m ² pour la boule de feu	5 kW/m ²

Tableau 4 Seuils d'effets associés aux feux

2.1.4 Les explosions

Une explosion résulte de l'inflammation d'un mélange explosif, de la réaction violente entre deux matières ou de l'expansion très rapide d'une substance dans certaines conditions. Les poussières peuvent aussi être à l'origine d'explosions importantes (Eckhoff, 1991). Cette problématique existe notamment dans l'industrie de transformation du bois et de l'ameublement (Lodel, 1997), dans les stockages de produits organiques et dans l'industrie des poudres métalliques.

Les *surpressions* * qui résultent de l'onde de choc créée se calculent en livres par pouce carré (psi : *pound per square inch*) ou en millibars (mb). La surpression est maximale à proximité de l'explosion et diminue en fonction de la distance. Les récepteurs exposés subissent, selon leur nature, des effets mécaniques (par exemple, rupture de tympan ou lacérations cutanées pour la population, écroulement et éclatement de fenêtres pour les structures). L'importance de ces effets varie notamment selon la localisation des récepteurs, la distance de l'explosion et la présence à l'intérieur ou à l'extérieur d'une structure.

Les zones d'impact sur les récepteurs sont définies à partir des surpressions issues de l'explosion. Ainsi, un individu exposé à une surpression de 1 psi pourrait subir des blessures à cause de dommages aux structures, notamment l'éclatement de fenêtres ou la chute de débris (EPA, 1999). Ce niveau de surpression définit la zone où les individus pourraient subir des blessures sérieuses. Des dommages importants aux maisons, observés à des surpressions de l'ordre de 2 à 3 psig, pourraient entraîner des décès (ICChemE, 1994). Des formules et des abaques reliant les surpressions et les impacts sur les récepteurs sont disponibles dans la littérature. (CCPS, 1989a ; Lees, 1980 ; TNO, 1992b)

Le tableau 5 présente les seuils d'effets (surpressions à partir desquelles des effets pourraient être observés) recommandés pour l'estimation des conséquences menaçant la vie et pour la planification des mesures d'urgence reliées aux surpressions. Un seuil d'effets différent de ceux indiqués au tableau 5 doit être justifié.

SEUIL D'EFFETS MENACANT LA VIE	SEUIL POUR LA PLANIFICATION D'URGENCE
2 psi (g)	1 psi (g)

Tableau 5 Seuils d'effets associés aux surpressions

Les explosions confinées entraînent la projection de fragments qui, lorsqu'ils atteignent des récepteurs, peuvent entraîner des conséquences importantes. À cause du caractère aléatoire des fragments émis lors d'explosions confinées (nombre, forme, direction, etc.), il est difficile d'établir les points de chute des fragments. Il est cependant possible d'estimer la distance de projection maximale de débris à la suite d'observations découlant d'explosions confinées. Ainsi, l'*American Institute of Chemicals Engineers* estime que des débris pourraient être projetés jusqu'à la distance où une surpression de 0,3 psi serait observée (CCPS, 1989a). Cette distance permet de définir le territoire où des fragments pourraient être projetés.

2.2 CALCULS DES CONSÉQUENCES

La conséquence d'un scénario d'accident est établie en deux étapes : (1) les caractéristiques sont déterminées à partir de la modélisation de l'accident et (2) l'impact est établi en modélisant l'effet de ces caractéristiques sur les éléments sensibles du milieu.

La modélisation de l'accident permet de décrire les phénomènes physico-chimiques successifs (fuite, dispersion atmosphérique, inflammation, combustion) menant à l'accident et de calculer les caractéristiques de l'accident qui provoquent l'impact sur les éléments sensibles du milieu. Par la suite, la modélisation de l'impact sur les éléments sensibles du milieu permet d'établir comment les causes influenceront les éléments du milieu (picotements des yeux, intoxication, asphyxie, brûlures, lésions, blessures, décès, destruction matérielle, contamination, etc.). Le tableau 6 présente les accidents potentiels et les conséquences générées¹².

¹² Inspiré de Pitblado et Turney, 1996, page 50.

Les conséquences peuvent être calculées à l'aide de tables ou à l'aide de modèles mathématiques permettant la modélisation des accidents potentiels et de leurs conséquences. Plusieurs auteurs présentent les fondements théoriques de ces modèles (Pitblado et Turney, 1996 ; CCPS, 1989a ; Lees, 1980) et des approches de calculs tantôt simples, tantôt complexes (EPA, 1999 ; TNO, 1992a ; TNO, 1992b). Des logiciels permettent une automatisation de certaines approches de calcul, notamment le logiciel de l'EPA « RMP=Comp » disponible sur son site internet. S'ajoutent les logiciels commerciaux tels que Aloha et Phast. Le ministère de l'Environnement ne recommande pas un logiciel en particulier. Il est de la responsabilité du promoteur de démontrer que le logiciel utilisé permet d'effectuer adéquatement les calculs requis.

ACCIDENTS POTENTIELS	CONSÉQUENCES	
	CARACTÉRISTIQUES	IMPACTS
Déversement	quantité dangerosité	Contamination ; marée noire.
Nuage toxique	concentration toxique	décès par asphyxie ; blessures ; irritation ; croissance végétale moindre.
Incendie	radiation thermique	décès ; brûlures non létales ; destruction de la flore.
Explosion	surpression ; débris projetés	décès ; blessures aux tympans, aux poumons ; destruction de la flore ; dommages aux structures ; bris de fenêtres.

Tableau 6 Conséquences des accidents potentiels

2.3 EFFETS DOMINO

Les effets domino découlent de la proximité relative d'éléments pouvant occasionner une réaction en chaîne à la suite d'un premier événement accidentel. Un fragment issu de l'explosion d'un réservoir pourrait entraîner la perforation d'un réservoir sur un site voisin et provoquer ainsi l'émission d'un nuage toxique.

Il importe donc d'analyser les conséquences des accidents et leur influence sur les équipements adjacents afin d'évaluer le potentiel d'accidents en chaîne et d'adapter l'aménagement du territoire et les mesures de *protection* * et de prévention.

2.4 ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES

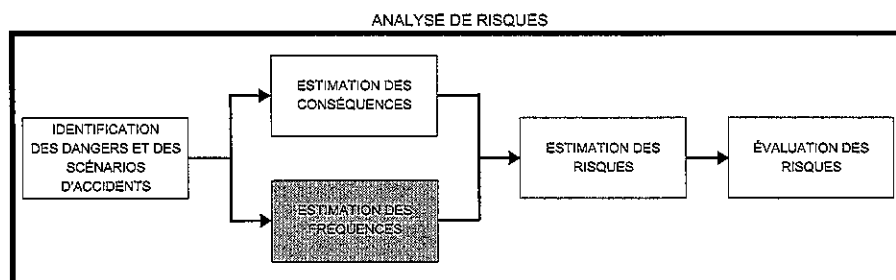
L'évaluation des conséquences permet l'identification des scénarios d'accidents problématiques et des équipements, procédures ou procédés impliqués. Ainsi, des modifications peuvent être apportées au projet afin de réduire les conséquences des accidents potentiels : la réduction des inventaires de matières dangereuses, la modification des substances et des procédés, le réaménagement des équipements, etc. De plus, la connaissance des conséquences permet de mettre en place des mesures de gestion touchant la prévention, la planification et l'intervention en cas d'urgence.

Les conséquences doivent être analysées en considérant l'utilisation des sols et les impacts potentiels en cas d'accident. Par exemple, la présence d'une résidence pour personnes âgées dans une zone où des conséquences sérieuses sur la santé (blessures) seraient observées en cas d'accident augmente les impacts potentiels puisque ces personnes sont généralement plus sensibles et plus difficiles à évacuer rapidement.

Les scénarios d'accidents dont les conséquences sont restreintes au site ne présentent pas de risque pour le milieu environnant. Il importe cependant de les gérer adéquatement dans un contexte de sécurité sur le site même.

Les scénarios d'accidents ayant des conséquences hors site sont à l'origine des risques pour le milieu environnant. Aussi, le *plan de mesures d'urgence** doit contenir des scénarios d'intervention qui considèrent les conséquences sur la santé (seuils pour la planification d'urgence des tableaux 3, 4 et 5). Pour ces scénarios, il peut aussi être souhaitable de calculer et analyser leur fréquence d'occurrence afin d'améliorer notamment la fiabilité des systèmes et contribuer à la réduction des risques d'accidents.

3 ESTIMATION DES FRÉQUENCES



«Lorsqu'il y a des éléments sensibles dans les zones pouvant être affectées, l'analyse comporte en plus une estimation des fréquences d'occurrence afin d'établir les risques liés au projet.» (MEF, 1997).

Le calcul de la fréquence d'occurrence permet d'établir la possibilité qu'un accident se produise et la possibilité que des éléments sensibles du milieu soient affectés par les conséquences découlant de cet accident. Ainsi, il faut d'abord établir la fréquence d'occurrence de l'événement accidentel et ensuite établir si des éléments sensibles du milieu peuvent ou non être touchés par les conséquences de l'accident.

3.1 FRÉQUENCE D'OCCURRENCE DE L'ACCIDENT

La fréquence d'occurrence d'un scénario d'accident dépend de la fiabilité des équipements impliqués et de la séquence d'événements générant l'accident¹³. La fréquence d'occurrence d'un scénario d'accident peut être disponible directement à la suite d'observations répétées de situations accidentelles et grâce à la tenue de données statistiques. Par exemple, la fréquence d'occurrence de la perte de confinement de réservoirs pressurisés est documentée (CCPS, 1989b). Lorsque la fréquence d'occurrence des scénarios d'accidents n'est pas directement disponible, il faut décomposer le scénario en événements dont la fréquence ou la probabilité * d'occurrence est connue. Pour ce faire, les méthodes des arbres de défaillances et d'événements sont souvent utilisées (CCPS, 1989a ; CCPS, 1992). Les taux de défaillances et probabilités d'occurrence utilisés dans ces arbres peuvent être trouvés dans la littérature spécialisée notamment en fiabilité des systèmes, sûreté de fonctionnement, taux d'accidents et risques (CCPS, 1989a ; CCPS, 1989b ; Cremer & Warner, 1982 ; NUREG, 1975 ; IEEE, 1983 ; HSC, 1991 ; Cox, 1990).

¹³ Exemple d'une séquence d'événements menant à un accident :

- 1) défaillance du système de refroidissement ;
- 2) augmentation de la température du réacteur ;
- 3) défaillance de l'alarme de haute température ;
- 4) emballement de la réaction ;
- 5) explosion du réacteur.

À la suite de l'évaluation des fréquences, il peut y avoir rétroaction afin d'apporter des modifications au projet. Les modifications apportées ont pour but de réduire la fréquence des accidents potentiels notamment en augmentant la fiabilité des équipements et des systèmes. Les changements d'équipements, l'ajout d'équipements de contrôle et d'alarme et leur redondance sont autant de mesures qui contribuent à la réduction des fréquences d'occurrence d'accidents.

3.2 PROBABILITÉ QU'UN RÉCEPTEUR SOIT TOUCHÉ

Lors d'un accident, le milieu environnant est touché à des degrés divers, notamment selon le type d'accident, la distance, les conditions météorologiques, les caractéristiques des éléments sensibles, etc.

Les déversements

Un déversement, issu de la perte de confinement d'un produit dangereux, affecte une partie du milieu environnant. Il peut être très localisé, par exemple le produit est peu mobile ou s'il est confiné par un bassin de rétention. Le déversement peut aussi être plus étendu, particulièrement si le produit atteint un cours d'eau, un plan d'eau ou un réseau d'égouts.

Les nuages toxiques

Un nuage toxique, issu de la perte de confinement d'un produit dangereux, d'un incendie ou d'une réaction non contrôlée, peut affecter le milieu environnant. La direction et l'intensité du vent ainsi que les conditions météorologiques influencent l'allure du panache toxique : direction, largeur, longueur. Les récepteurs sous le vent seraient exposés au nuage toxique ; la probabilité qu'un récepteur soit exposé au nuage est liée notamment à la rose des vents du site et aux conditions météorologiques.

Les incendies

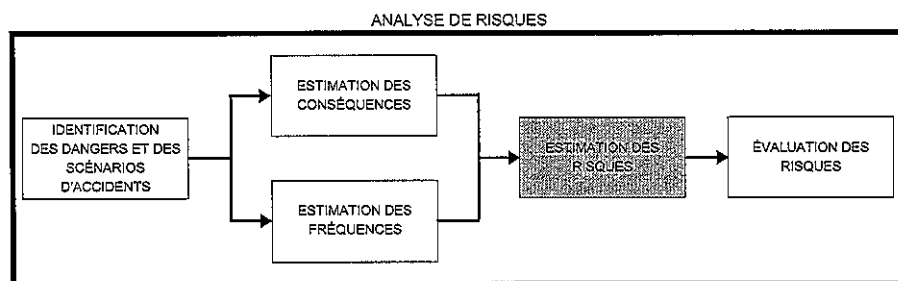
Les radiations thermiques issues d'incendies et d'explosions affectent tout le territoire environnant. Les éléments du milieu présents sur le territoire exposé à une radiation thermique dangereuse seraient affectés. D'autres facteurs peuvent être considérés s'ils sont clairement expliqués ; à titre d'exemple, pour les individus, être à l'intérieur d'un bâtiment peut apporter une protection et ainsi diminuer la probabilité d'être affectés par la chaleur.

Les explosions

Les surpressions issues d'explosions affectent tout le territoire environnant. Les récepteurs présents sur le territoire exposé à une surpression significative seraient affectés. D'autres facteurs peuvent être considérés s'ils sont clairement expliqués. À titre d'exemple, pour les individus, être à l'intérieur d'un bâtiment augmente la probabilité d'être affectés à la suite de l'écroulement de la structure (effet indirect des surpressions).

Les explosions confinées entraînent la projection de fragments qui, lorsqu'ils atteignent des récepteurs, peuvent entraîner des impacts importants. Dans ce cas, être à l'intérieur peut protéger des fragments projetés. À cause du caractère aléatoire des fragments émis lors d'explosions confinées (nombre, forme, direction, etc.), les fréquences et le risque associés aux fragments ont jusqu'à maintenant été peu quantifiés.

4 ESTIMATION DES RISQUES



«Lorsqu'il y a des éléments sensibles dans les zones pouvant être affectées, [...] les risques liés au projet [sont estimés]. Les risques ainsi estimés sont indiqués selon leur position géographique en fonction de l'emplacement du projet.» (MEF, 1997).

Le risque est l'effet combiné d'une fréquence d'occurrence d'un événement et des conséquences de cet événement. Le risque associé à une installation est la somme des risques de tous les événements accidentels qui ont pour origine cette installation.

Lors de l'estimation des risques associés à une installation, le risque peut être calculé pour chaque type de conséquences (décès, blessures irréversibles, perte d'habitats, etc.). La somme des risques de décès de tous les événements accidentels sera réalisée afin d'établir le risque de décès associé à l'installation. Il en est de même pour le risque de blessures irréversibles, puis le risque de perte d'habitats, etc. Puisque les barèmes de risques acceptables (voir chapitre 5) portent principalement sur les risques de décès, ce dernier est généralement calculé.

Il existe diverses façons d'exprimer mathématiquement le risque, notamment le risque individuel et le risque collectif (CCPS, 1989 ; Pitblado et Turney, 1996).

Le *risque individuel* est le risque annuel qu'a un élément du milieu situé à un endroit donné, de subir la conséquence considérée, généralement le décès. Ce risque est fonction de la conséquence, de la fréquence d'occurrence de l'accident et de la probabilité que l'élément du milieu soit affecté par cette conséquence. Par exemple, ce type de risque permet de connaître le risque de décès pour un individu au cours d'une année à cause de la présence d'une industrie, si cet individu reste au même endroit au cours de cette année. Le risque individuel peut être présenté mathématiquement comme suit :

Pour un scénario d'accident donné a , le risque individuel R à un endroit donné (x,y) est :

$$R_{a,x,y} = C_{a,x,y} \times F_a \times P$$

où

$R_{a,x,y}$, est le risque individuel aux coordonnées (x,y) causé par le scénario d'accident a ;

$C_{a,x,y}$ est la conséquence aux coordonnées (x,y) causée par le scénario d'accident a ;

F_a est la fréquence d'occurrence du scénario d'accident a ;

P est la probabilité que l'élément du milieu soit affecté par la conséquence (ce terme permet de tenir compte de situations particulières, par exemple, les individus à l'intérieur seront protégés des conséquences d'un incendie).

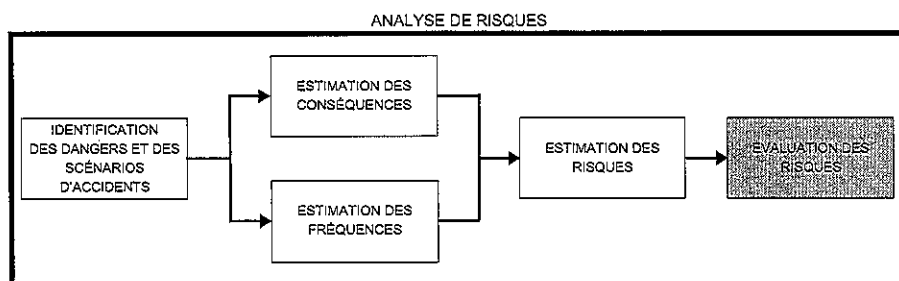
Le risque individuel total à un endroit donné (x,y) est la somme des risques individuels à cet endroit pour les n scénarios d'accidents identifiés, soit :

$$R_{x,y} = \sum_{a=1}^n R_{a,x,y}$$

La connaissance du risque individuel mis en relation avec le territoire potentiellement affecté permet d'évaluer les risques. Aussi, le risque individuel est souvent retenu dans les analyses de risques technologiques.

Le *risque collectif* est la relation entre la fréquence d'occurrence d'un accident et le nombre de personnes subissant l'impact (généralement le décès) de l'accident, dans une population donnée. Son calcul est complexe puisqu'il demande la connaissance de l'occupation des sols et des mouvements de population dans le temps (présence selon l'heure de la journée, selon le jour de la semaine, selon les saisons), afin d'établir le profil de la population exposée. Ce type de risque nous informe notamment de la probabilité qu'un accident à l'usine étudiée ait lieu au cours d'une année et occasionne le décès de plus de « x » individus (Jones, 1994 ; Pitblado, 1996).

5 ÉVALUATION DES RISQUES



« Les risques ainsi estimés sont indiqués selon leur position géographique en fonction de l'emplacement du projet. Une discussion quant aux risques est présentée. » (MEF, 1997).

L'évaluation des risques est l'étape où le jugement s'ajoute aux résultats de l'estimation des risques dans le processus de prise de décision.

Afin de guider l'évaluation des résultats de l'estimation des risques, il existe des barèmes de risques acceptables : niveaux de risques acceptables adoptés par des législations ou ceux proposés par des organismes soucieux de la gestion des risques. (HSE, 1989 ; CCAIM, 1994).

À cette comparaison avec des niveaux de risques, il faut ajouter la considération des valeurs de la population et sa perception du risque. Pour jauger cet aspect, le promoteur d'un projet peut recourir à des rencontres publiques afin de présenter et de discuter des dangers et des risques. De plus, la procédure québécoise d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement prévoit la tenue d'une séance d'information à l'intention du public sous la responsabilité du BAPE. À la demande du public, le ministre de l'Environnement peut mandater le BAPE afin de tenir des audiences publiques. Ces deux événements offrent au promoteur et au gouvernement l'occasion de mieux connaître notamment les valeurs et la perception de la population face aux risques technologiques du projet à l'étude.

La notion d'incertitude doit demeurer présente à l'esprit tout au long de l'évaluation des risques. Aucune analyse de risques ne fournit une valeur exacte et absolue des risques ; les résultats obtenus fournissent plutôt une indication du niveau de risques associé à l'installation et ses composantes. Aussi, l'utilisation des résultats de l'analyse de risques devrait viser l'amélioration de la sécurité en orientant les efforts de réduction des risques vers les composantes les plus à risque des systèmes et le développement de programmes de gestion et de contrôle des risques complets et appropriés.

L'essentiel de la démarche vise à réduire les risques à un niveau minimal et acceptable. Pour ce faire, des modifications peuvent être apportées au projet à l'étude afin de réduire les conséquences des accidents potentiels ou leur fréquence de réalisation. Les *risques résiduels* *, qui subsistent après la mise en œuvre de mesures de réduction des risques, doivent par la suite être gérés adéquatement.

CONCLUSION

Dans le cadre de l'évaluation environnementale des projets, l'analyse de risques d'accidents technologiques majeurs permet d'intégrer l'aspect de la sécurité dans la prise de décision gouvernementale quant à l'acceptabilité des projets soumis.

L'analyse de risques d'accidents technologiques majeurs s'inscrit dans un cheminement plus large de gestion des risques. Sa réalisation permet de connaître les accidents potentiels associés à l'implantation ou la présence d'une installation. La connaissance des conséquences et des risques pour les populations, l'environnement et les territoires environnants contribue à une meilleure gestion de ceux-ci par leur réduction, la mise en place de mesures de sécurité et d'atténuation, la mise sur pied d'une planification des mesures d'urgence et d'un programme de gestion de risques adapté à la nature des accidents potentiels majeurs identifiés. La communication des résultats de l'analyse de risques et du plan de mesures d'urgence aux municipalités concernées est recommandée et fait souvent partie des conditions de l'acte juridique d'autorisation émis par le gouvernement du Québec ou le ministère de l'Environnement du Québec selon le cas (certificat d'autorisation, décret d'autorisation, etc.).

ANNEXES

1. LISTE DES ACRONYMES ET UNITÉS
2. GLOSSAIRE
3. RÉFÉRENCES
4. QUELQUES BANQUES DE DONNÉES
5. QUELQUES ADRESSES INTERNET
6. LISTE DE MATIÈRES DANGEREUSES POUR FINS DE GESTION DES RISQUES D'ACCIDENTS TECHNOLOGIQUES MAJEURS

ANNEXE 1 LISTE DES ACRONYMES ET UNITÉS

AIChE	<i>American Institute of Chemical Engineers</i>
AIHA	<i>American Industrial Hygiene Association</i>
ACGIH	<i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>
AEGL	<i>Acute Exposure Guideline Levels</i>
BAPE	Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
BARPI	Bureau d'analyse des risques et des pollutions industrielles
BIT	Bureau international du travail
CEPPO	<i>Chemical Emergency Preparedness and Prevention Office</i> (États-Unis)
CCAIM	Conseil canadien des accidents industriels majeurs ¹⁴
CCPS	<i>Center for Chemical Process Safety</i> (États-Unis)
CMMI	Comité mixte municipal-industriel (MSP, 1999)
CSST	Commission de la Santé et de la Sécurité du travail du Québec
DOE	<i>Department of Energy</i> (États-Unis)
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i> (États-Unis)
ERPG	<i>Emergency Response Planning Guidelines</i>
FMEA	<i>Failure Modes and Effects Analysis</i>
HAZOP	<i>Hazard and Operability Study</i>
HSE	<i>Health and Safety Executive</i> (Royaume-Uni)
IDLH	<i>Immediately Dangerous to Life and Health</i>
MAM	Ministère des Affaires municipales du Québec
MEF	Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec
mg/m ³	milligramme par mètre cube
MRC	Municipalité régionale de comté (Québec)
MSP	Ministère de la Sécurité publique du Québec

¹⁴ Le CCAIM a cessé ses activités le 18 octobre 1999.

<i>NAC/AEGL Committee</i>	<i>National Advisory Committee for Acute Exposure Guideline Levels for Hazardous Substances</i>
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health (États-Unis)</i>
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
Ppm	<i>partie par million</i>
TCL ₀	<i>Toxical Concentration Low</i>
TEEL	<i>Temporary Emergency Exposure Limit</i>
TLV	<i>Threshold Limit Value</i>
TNO	<i>The Netherlands Organization of Applied Scientific Research</i>

ANNEXE 2 GLOSSAIRE

Accident	Tout événement imprévu et soudain qui cause, ou est susceptible de causer, des lésions à des personnes ou des dommages à des bâtiments, à des installations, à des matériaux ou à l'environnement. (OCDE, 1992)
Accident technologique majeur	Événement inattendu et soudain, y compris en particulier un déversement, une émission, un incendie ou une explosion de caractère majeur, dû à un développement anormal dans le déroulement d'une activité industrielle, entraînant un danger grave, immédiat ou différé, pour les travailleurs, la population ou l'environnement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'installation et mettant en jeu un ou plusieurs produits dangereux. (inspiré de BIT, 1991)
AEGL <i>Acute Exposure Guideline Level</i> Par NAC/AEGL Committee	Valeurs d'exposition maximales pour la population lors de situations d'urgence où l'exposition varie de moins d'une heure à huit heures. Trois AEGL sont développés pour chacune des quatre périodes d'expositions (30 minutes, une heure, quatre heures et huit heures). Chaque valeur correspond à un niveau de sévérité d'effets toxiques. L'EPA développe actuellement les AEGL pour plusieurs substances. Les AEGL proposés sont publiés dans le Federal Register américain.
AEGL-1	Concentration d'une substance dangereuse dans l'air à partir de laquelle la population exposée, incluant les personnes sensibles mais excluant les hypersensibles, pourrait éprouver un inconfort important. Les concentrations inférieures au AEGL-1 représentent un niveau d'exposition associé à la perception d'une odeur modérée, d'un goût ou d'autres irritations sensorielles.
AEGL-2	Concentration d'une substance dangereuse dans l'air à partir de laquelle la population exposée, incluant les personnes sensibles mais excluant les hypersensibles, pourrait développer des effets sérieux de longue durée ou irréversibles sur la santé ou nuisant à la capacité de fuir les lieux. Les concentrations inférieures au AEGL-2 mais égales ou supérieures au AEGL-1 représentent un niveau d'exposition pouvant provoquer un inconfort important.
AEGL-3	Concentration d'une substance dangereuse dans l'air à partir de laquelle la population exposée, incluant les personnes sensibles mais excluant les hypersensibles, pourrait développer des effets menaçant la vie ou entraînant la mort. Les concentrations inférieures au AEGL-3 mais égales ou supérieures au AEGL-2 représentent un niveau d'exposition pouvant provoquer des effets sérieux de longue durée ou irréversibles sur la santé ou nuisant à la capacité de fuir les lieux.

Analyse de risques d'accidents	Suite de méthodes permettant l'identification des dangers et des accidents potentiels ainsi que l'estimation et l'évaluation des conséquences, des fréquences et des risques.
Arbre de défaillances	Méthode d'analyse des dangers qui fait appel à la description par déduction des événements conduisant de la défaillance de composants à une situation dangereuse. (OCDE, 1992)
Arbre d'événements	Méthode d'analyse des dangers qui fait appel à la détermination par induction des mécanismes de perturbation ayant entraîné une situation dangereuse. (OCDE, 1992)
Conséquence	Mesure des effets prévus d'un accident. (CCPS, 1989a)
Danger	Désigne une situation matérielle comportant un potentiel d'atteinte à l'intégrité physique des personnes, de dommages pour les biens ou l'environnement ou d'une combinaison de ces atteintes. (BIT, 1991)
Élément sensible du milieu	Élément du milieu environnant qui pourrait être affecté lors d'un accident (synonyme de récepteur).
ERPG-1 <i>Emergency response planning guideline 3</i> Par l'AIHA	Concentration maximale d'une substance dangereuse dans l'air sous laquelle presque tous les individus peuvent être exposés jusqu'à une heure sans qu'il y ait d'effets sur la santé autres que des effets mineurs et transitoires ou sans que ces individus perçoivent une odeur clairement définie.
ERPG-2 <i>Emergency response planning guideline 3</i> Par l'AIHA	Concentration maximale d'une substance dangereuse dans l'air sous laquelle presque tous les individus peuvent être exposés jusqu'à une heure sans qu'il y ait d'effets sérieux et irréversibles sur la santé ou sans qu'ils éprouvent des symptômes qui pourraient les empêcher de se protéger.
ERPG-3 <i>Emergency response planning guideline 3</i> Par l'AIHA	Concentration maximale d'une substance dangereuse dans l'air sous laquelle presque tous les individus peuvent être exposés jusqu'à une heure sans qu'il y ait d'effets sur leur santé susceptibles de menacer leur vie.
Estimation des conséquences	Quantification des effets prévus des accidents.
Estimation des fréquences	Quantification de la possibilité qu'un accident se produise et que des éléments du milieu soient affectés.
Estimation des risques	Intégration mathématique de la conséquence et de la fréquence d'un accident potentiel.
Évaluation des risques	Jugement de valeur sur le poids du risque, établi d'après une analyse des risques tenant compte de tout critère pertinent. (OCDE, 1992)

Explosion	Dégagement d'énergie entraînant une discontinuité de la pression ou une onde de choc et une surpression importante. Une explosion peut être non confinée ou confinée. Dans ce cas, elle est susceptible d'entraîner la projection de fragments.
Feu de nappe	Feu résultant de l'inflammation d'une substance répandue sur le sol ou à l'intérieur d'un bassin de rétention.
Feu en chalumeau	Feu résultant d'une fuite sous pression d'un gaz et/ou d'un liquide.
Fréquence	Nombre d'occurrences ou d'observations d'un événement dans le temps.
Gestion des risques	Mesures prises pour garantir ou améliorer la sécurité d'une installation et de son fonctionnement. (OCDE, 1992)
Identification des dangers	Étape de l'analyse de risque au cours de laquelle l'inventaire des dangers est réalisé et à partir desquels les scénarios d'accidents sont élaborés.
IDLH <i>Immediately dangerous to life and health</i> Par NIOSH	Ces valeurs représentent les valeurs maximales de matières dangereuses auxquelles une personne peut être exposée pendant 30 minutes à la suite d'un bris d'un appareil de protection respiratoire à cartouche sans subir d'effets qui l'empêcheraient de quitter les lieux ou d'effets irréversibles pour la santé.
LDLo <i>Lethal Dose Low</i> Par l'AICGH	Dose léthale, la plus faible connue, ayant provoqué la mort. (Monet et al., 1998)
Matière dangereuse	Matière indiquée à l'annexe 6 <i>Liste de matières dangereuses</i> et toute autre matière susceptible d'entraîner des conséquences pour la population ou l'environnement à la suite d'un événement accidentel. Dans ce document, le terme produit dangereux est aussi utilisé. N.B. : La définition utilisée ici <u>ne correspond pas</u> à la définition de « matière dangereuse » de la Loi sur la qualité de l'environnement (Q-2, art.1, paragraphe 21) du gouvernement du Québec.
Perte de confinement	Défaillance ou bris du contenant d'une matière gazeuse, liquide ou solide, résultant en une émission ou un déversement.
Plan de mesures d'urgence	Plan élaboré sur la base des accidents potentiels identifiés dans l'installation ainsi que leurs conséquences, décrivant de façon précise et détaillée les mesures à prendre pour faire face à ces accidents et à leurs conséquences sur le site et hors site. (BIT, 1991)
Prévention	Ensemble des mesures, systèmes et équipements qui concourent à éviter que surviennent des accidents.

Probabilité	Grandeur par laquelle on mesure le caractère aléatoire (possible et non certain) d'un événement par l'évaluation du nombre de chances d'en obtenir la réalisation.
Produit dangereux	Dans ce document, ce terme a la même signification que matière dangereuse.
Protection	Ensemble des mesures, systèmes et équipements visant à réduire les conséquences d'un accident.
Quantité seuil	Quantité spécifiée pour chaque produit dangereux présent ou susceptible d'être présent dans une installation qui, si elle est dépassée, fait tomber l'installation dans la catégorie d'installations à risques d'accident majeur. (BIT, 1991)
Récepteur	Élément du milieu environnant qui pourrait être affecté lors d'un accident. (synonyme d'élément sensible du milieu)
Risque	Combinaison de la conséquence d'un accident et de sa fréquence d'occurrence.
Risque résiduel	Risque qui subsiste après la mise en œuvre de mesures de réduction des conséquences et des fréquences d'occurrence des accidents potentiels.
Scénario normalisé	<p>Perte de confinement de la plus grande quantité de matière dangereuse qui résulterait de la rupture d'un contenant ou d'une tuyauterie. Cette définition s'applique à la quantité maximale en tout temps dans un contenant ou un groupe de contenants interconnectés ou situés à l'intérieur de la zone d'impact d'autres contenants qui pourraient être impliqués dans une perte de confinement. [...] Dans le cas d'explosifs, il implique la masse totale d'explosifs. (MSP, 1999)</p> <p>Les autres paramètres de calculs définis par l'EPA s'appliquent lorsque pertinents : vitesse de vent de 1,5 m/s, stabilité F, délai d'émission ou d'évaporation, mesure de rétention, caractéristiques de la nappe, etc.</p> <p>La définition du « <i>worst-case scénario</i> » (pire scénario) de l'<i>Environmental Protection Agency</i> est disponible dans EPA, 1999, EPA, 1998 et EPA, CFR 40 part 68 ainsi que sur le site internet du <i>Chemical Emergency Preparedness and Prevention Office</i> de l'EPA (epa.gov/swercepp).</p>
Seuil d'effets	Concentration toxique, radiation thermique ou surpression à partir desquelles des effets sur la vie ou la santé pourraient être observés au sein de la population exposée.
Site	Espace géographique, défini par les limites de propriété, où sera situé le projet à l'étude.

TEEL <i>Temporary Emergency Exposure Limit</i>	Valeurs temporaires de niveaux d'exposition à des produits chimiques pour lesquels des ERPG n'ont pas été développés. (DOE, 1999)
TLV <i>Threshold Limit Value</i> Par l'ACGIH	Concentration limite moyenne d'un polluant (pondéré en fonction du temps) dans l'air inspiré en milieu industriel. (Monet et al., 1998)
TLV-Ceiling Par l'ACGIH	Concentrations qui ne doivent pas être dépassées à aucun moment lors de l'exposition professionnelle, même en valeur instantanée. (Monet et al., 1998)
TCL ₀ <i>Toxical Concentration Low</i> Par l'ACGIH	Concentration toxique, la plus faible connue, pour laquelle un effet toxique a été observé. (Monet et al., 1998)
Surpression	Pression supérieure à la pression atmosphérique associée à une onde de choc.

ANNEXE 3 RÉFÉRENCES

- AIHA. *Emergency Response Planning Guidelines Series*, Collection de recueils de cinq guides, chacun portant sur une matière dangereuse, publiés depuis 1988 par l'American Industrial Hygiene Association.
- BIT, 1991. *Prévention des accidents industriels majeurs*, Bureau International du Travail, Genève, ISBN 92-2-207101-8.
- CCAIM, 1995. *CCAIM Listes des substances dangereuses 1994*, Conseil canadien des accidents industriels majeurs, première édition, septembre, ISBN 1-895858-11-9.
- CCAIM, 1994. *Qu'est-ce que l'évaluation de risques ? Quelle est sa place dans le contexte municipal ?* dans CCAIM Nouvelles, Conseil canadien des accidents industriels majeurs, juin.
- CCPS, 1989a. *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*, Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, ISBN 0-8169-0402-2.
- CCPS, 1989b. *Guidelines for Process Equipment Reliability Data with Data Tables*, Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, ISBN 0-8169-0422-7.
- CCPS, 1992. *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, second Edition with Worked Examples*, Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, ISBN 0-8169-0491-X.
- Cox, A.W., F.P. Lees & M.L. Ang. 1990. *Classification of Hazardous Locations*, Inter-Institutional Group on the Classification of Hazardous Locations, publié par Institution of Chemical Engineers, UK, ISBN 0-85295-258-9.
- Cremer & Warner, 1982. *Risk Analysis of Six Potentially Hazardous Industrial Objects in the Rijnmond Area, A Pilot Study*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland.
- DOE, 1999. *ERPGs and TEELs for Chemicals of Concern : Rev.15 (January 4, 1999)*, Department of Energy Subcommittee on Consequence Assessment and Protective Actions, États-Unis, www.eh.doe.gov/web/chem_safety/teel.html.
- Eckhoff, Rolf K., 1991. *Dust Explosion in the Process Industries*, Butterworth-Heinemann.
- EPA, 1999. *Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis*, EPA 550-B-99-009, avril.
- EPA, 1998. *General Guidance for Risk Management Programs (40 CFR part 68)*, EPA 550-B-98-003, juillet.

- EPA, 40 CFR part 68. *CAA 112 (r) Risk Management Programs Rule*.
- Greenberg, Harris R. et Joseph J. Cramer, 1991. *Risk Assessment and Risk Management for the Chemical Process Industry*, Stone & Webster Engineering Corporation, Van Nostrand Reinhold, ISBN 0-442-23438-4.
- HSC, 1991. *Major Hazard Aspects of the Transport of Dangerous Substances : Report and Appendices*, Advisory Committee on Dangerous Substances, Health and Safety Commission, ISBN 0-11-885676-6.
- HSE, 1989. *Risk criteria for land-use planning in the vicinity of major industrial hazards*, Health and Safety Executive, Her Majesty's Stationery Office Books, Grande-Bretagne.
- IChemE, 1994. *Explosions in the Process Industries, Major hazards monograph*, seconde édition, Institution of Chemical Engineers, ISBN 0-85295-315-1.
- IEEE, 1983. *Guide to the Collection and Presentation of Electrical, Electronic, Sensing Component, and Mechanical Equipment Reliability Data for Nuclear Power Generating Stations*, IEEE Std 500-1984, The Institute of Electrical and Electronics Engineers inc.
- Jones, David, 1994. *Nomenclature for Hazard and Risk Assessment in the Process Industries*, second edition, Institution of Chemical Engineers, ISBN 0-85295-297-X.
- Kletz, Trevor. 1994. *Learning from Accidents*, 2^e édition, Butterworth-Heinemann.
- Lodel, R., 1997. *Guide de la sécurité contre l'incendie et l'explosion. Industries du bois et de l'ameublement*. Institut national de l'environnement industriel et des risques et Ministère de l'Environnement de France.
- Lees, Frank Pearson, 1980. *Loss Prevention in the Process Industries*, Butterworth-Heinemann, Grande-Bretagne.
- MAM, 1994. *Détermination des contraintes de nature anthropique*, Direction générale de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire du ministère des Affaires municipales du Québec, mars.
- Marshall, C.V., 1987. *Major Chemical Hazards*, Ellis Horwood Series in Chemical Engineering, Ellis Horwood ltd.
- MEF, 1998. *L'évaluation environnementale au Québec : Procédure applicable au Québec méridional*, Direction générale du développement durable du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, juillet 1995, mise à jour octobre 1998.
- MEF, 1997. *Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet industriel*, ministère de l'Environnement et de la Faune, gouvernement du Québec, janvier.

- MENV, 1999. *Recueil des documents pour l'élaboration d'un plan d'urgence*, document de travail, par P. Dézainde, S. Fagnant et S. Denis de la Direction régionale de Montréal du ministère de l'Environnement, 15 septembre 2000.
- Monet, Jean-Paul, Christian Moesh et Jean-Marc Hanna, 1998. *Exposition aux toxiques : Glossaire des acronymes*, dans *Préventique-Sécurité*, n° 42 novembre-décembre, pages 58 à 64.
- MSP, 1999. *Guide pour la création et le fonctionnement d'un comité mixte municipal-industriel (CMMI) sur la gestion des risques d'accidents industriels majeurs*, par Robert Lapalme du ministère de la Sécurité publique du Québec, 22 novembre.
- NIOSH, 1990. *NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards*, National Institute for Occupational Safety and Health, USA.
- NUREG, 1975. *Appendix III : Failure Data in Reactor Safety Study : An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants*, WASH-1400, U.S. Nuclear Regulatory Commission.
- OCDE, 1992. *ACCIDENTS CHIMIQUES Principes directeurs pour la prévention, la préparation et l'intervention, Orientation à l'intention des pouvoirs publics, de l'industries, des travailleurs et d'autres parties intéressées*, Organisation de coopération et de développement économiques, OCDE/GD (92) 43, Paris.
- Pitblado, Robin et Robin Turney, 1996. *Risk Assessment in the Process Industries*, Second Edition, Institution of Chemical Engineers, Royaume-Uni.
- Smith-Hansen, Lene et Klaus Haahr Jørgensen, 1992. *Combustion of Chemical Substances and the Impact on the Environment of the Fire Products. Microscale Experiments*, Risø-R-651(EN), Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark, décembre.
- Smith-Hansen, Lene, 1994. *Toxic Hazards from Chemical Warehouse Fires*, Risø-R-713(EN), Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark, novembre.
- TNO, 1992a. *Methods for the Calculation of Physical Effects*, CPR 14E, Seconde édition, Committee for the Prevention of Disaster, Pays-Bas.
- TNO, 1992b. *Methods for the Determination of Possible Damage to People and Objects from Release of Hazardous Materials*, CPR 16E, Première édition, Committee for the Prevention of Disaster, Pays-Bas.

ANNEXE 4 QUELQUES BANQUES DE DONNÉES

Systeme	Description sommaire	Organisme
VREN	Compilation des rapports d'accidents du travail soumis à la CSST.	CSST
NATES : National Analysis of the Trends in Emergency Systems	Compilation et analyse de l'information sur les déversements et autres types de pollution. www2.ec.gc.ca/ee-ue/trends/exsum_f.html	Division des urgences environnementales ; Environnement Canada
ARIP : Accidental Release Information Program	Collection d'information sur les accidents, les leçons tirées et diffusion de l'information pour prévenir les répétitions. www.epa.gov/swercepp/ds-epds.htm#arip	US EPA
Échange international d'accidents types mettant en cause des substances dangereuses	Recueil de fiches descriptives sur les accidents mettant en cause des substances dangereuses, dans des installations fixes et durant les opérations de transport dans les pays membres.	OCDE Compilé par Environnement Canada
ARIA : Base de données sur les accidents	Informatisation des rapports d'accidents produits dans le cadre de l'Échange international de l'OCDE et de toute autre information pertinente relative à des accidents industriels majeurs.	BARPI Ministère de l'Environnement de France
CEPPO's Accident Investigations	Recueil de rapports d'enquête sur des accidents majeurs aux Etats-Unis. www.epa.gov/swercepp/pubs/accsumma.html	U.S. Environmental Protection Agency (EPA)
ERNS : Emergency Response Notification System	Information sur la déclaration des déversements d'hydrocarbures et de matières dangereuses. www.epa.gov/ERNS/	Environmental Protection Agency (EPA)
FACTS : Failure and accidents Technical Information System	Inventaire d'information technique sur les accidents mettant en cause des marchandises dangereuses à travers le monde.	Netherlands Department of Industrial Safety ; TNO
MHIDAS Major Hazards Incident Data Services	Collection d'information sur les accidents aux fins d'évaluation du risque dans l'industrie et d'identification des contrôles appropriés.	Safety and Reliability Directorate

Le lecteur est invité à contacter l'organisme responsable afin d'obtenir les données souhaitées. Certaines bases de données sont gratuites, d'autres non. De plus, Internet peut s'avérer une source d'information intéressante quant aux accidents industriels majeurs.

ANNEXE 5 QUELQUES ADRESSES INTERNET

NOM	SIGLE	ADRESSE INTERNET (au 22 mars 1999)
<i>American Institute of Chemical Engineers</i>	AIChE	www.aiche.org
Bureau de la Sécurité des transports du Canada	BST	www.tsb.gc.ca
<i>Center for Chemical Process Safety</i>	CCPS	www.aiche.org/ccps/
Centre de sécurité civile de Montréal		services.ville.montreal.qc.ca/csc/
Commission de la Santé et de la Sécurité du travail	CSST	www.csst.qc.ca
Commission européenne : Seveso II	CCE	europa.eu.int/comm/environment/seveso/index.htm#1
Environmental Protection Agency (USA)	EPA	www.epa.gov
Federal Register	USA	www.access.gpo.gov/su_docs/aces/aces140.html
<i>Federal Emergency Management Agency (USA)</i>	FEMA	www.fema.gov
<i>Health Safety Executive (UK)</i>	HSE	www.hse.gov.uk
<i>Institute of Risk Research (Canada)</i>	IRR	irr.uwaterloo.ca
Ministère de l'Environnement du Québec		www.menv.gouv.qc.ca
Ministère de l'Environnement (France)		www.environnement.gouv.fr
<i>National Fire Protection Association (USA)</i>	NFPA	www.nfpa.org
<i>Occupational Safety & Health Administration (USA)</i>	OSHA	www.osha.gov
<i>Pipeline Risk Management (USA)</i>		ops.dot.gov
<i>Risk Management Program (US EPA)</i>	RMP	www.epa.gov/swercepp/acc-pre.html
<i>Risk World</i>		www.riskwold.com
<i>Society for Risk Analysis</i>	SRA	www.sra.org

ANNEXE 6 LISTE DE MATIÈRES DANGEREUSES POUR FINS DE GESTION DES RISQUES D'ACCIDENTS TECHNOLOGIQUES MAJEURS

« LISTE DES MATIÈRES DANGEREUSES
AVEC QUANTITÉS SEUILS ET CONCENTRATIONS DE RÉFÉRENCES TOXICOLOGIQUES
RETENUES POUR FINS DE GESTION DES RISQUES D'ACCIDENTS INDUSTRIELS MAJEURS »

Les acronymes et unités utilisés sont présentés au tableau des acronymes et unités au début du document. Les acronymes sont définis dans le glossaire à l'annexe 1.

MÉTHODOLOGIE

« La liste a été constituée selon la méthodologie suivante :

1. Les matières dangereuses prioritaires de la liste 1 du CCAIM.
2. La liste des substances toxiques et la liste des substances inflammables réglementées pour la prévention des déversements accidentels de l'EPA.
3. Les matières dangereuses présentes dans les listes 2 et 3 du CCAIM, lorsqu'elles sont également présentes dans la liste des substances réglementées par l'OSHA ou dans la liste des substances classées par la NFPA comme présentant un danger extrême du point de vue santé, inflammabilité ou réactivité (cote 4 du guide NFPA 325).

Les quantités seuils retenues pour chaque matière dangereuse proviennent dans l'ordre suivant de l'EPA, de l'OSHA et du CCAIM. »¹⁵

Les listes de l'EPA et du CCAIM ont été établies pour fins de gestion des risques d'accidents technologiques; c'est pourquoi elles ont été principalement utilisées dans l'élaboration de la liste proposée ici. La liste de l'EPA, visant 140 matières dangereuses, est une liste nord-américaine ayant fait l'objet d'un processus d'adoption législatif, contrairement aux listes du CCAIM qui découlent d'un consensus des membres de cet organisme. C'est pourquoi la liste proposée ici inclut entièrement la liste de l'EPA et ne reprend pas intégralement celles du CCAIM. À titre d'information, les listes 1 et 2 du CCAIM visent au total 211 matières dangereuses et la liste 3 ajoute 75 matières dangereuses.

¹⁵ MSP, 1999. *Guide pour la création et le fonctionnement d'un comité mixte municipal-industriel (CMMI) sur la gestion des risques d'accidents industriels majeurs*, par Robert Lapalme de la Direction de la sécurité publique du ministère de la Sécurité publique, 22 novembre.

Ainsi, toutes les matières dangereuses de la liste de l'EPA et de la liste 1 du CCAIM ont été retenues : aux 140 matières de la liste de l'EPA, s'ajoute 13 matières dangereuses nouvelles de la liste 1 du CCAIM, qui en compte au total 36. À ces 153 matières s'ajoutent 24 matières dangereuses présentes dans la liste 2 du CCAIM et retenues à cause de leur présence dans la liste de l'OSHA ou de leur dangerosité telle qu'établie par la norme NFPA-325. La liste ainsi obtenue vise 177 matières dangereuses.

Nous n'avons pas jugé bon d'inclure la liste de la Communauté Européenne de la Directive sur le contrôle des accidents industriels majeurs (96/82/EC) : la comparaison aurait été fort complexe puisque la directive européenne contient plusieurs listes, les unes nominatives, les autres par catégorie de matières dangereuses. Notre choix s'est concentré sur des listes nord-américaines.

**Liste des matières dangereuses avec quantités seuils
pour fins de gestion des risques d'accidents technologiques majeurs**

Substances	Quantité seuils (tonne métrique)	N ^o . CAS	N ^o . UN	Concentrations de référence toxicologiques	Inflam- mable	Sources
1-pentène 1,3-pentadiène trans-2-pentène	4.50	109-67-1 504-60-9 646-04-8	1108		X	EPA
2-Chloroéthanol	1.00	107-07-3	1135	IDLH= 7 ppm		EPA
2-Chloropropane	4.50	75-29-6	2356		X	EPA
2-Chloropropène	4.50	557-98-2	2456		X	EPA
Acétaldéhyde	4.50	75-07-0	1089	ERPG2= 200 ppm	x	EPA
Acétate de vinyle	6.80	108-05-4	1301	ERPG2= 75 ppm		EPA
Acétylène	4.50	74-86-2	1001		x	EPA
Acide chlorosulfonique	1.00	7790-94-5	1754	ERPG2= 2 ppm		CCAIM/NFPA
Acide nitrique (conc. 80 % ou plus)	6.80	7697-37-2	2031 2032	IDLH= 25 ppm		EPA
Acide peroxyacétique	4.50	79-21-0	2131			EPA
Acroléine	2.25	107-02-8	1092	ERPG2= 0.5 ppm		EPA
Acrylonitrile	9.00	107-13-1	1093	ERPG2= 35 ppm		EPA
Alcool allylique	6.80	107-18-6	1098	ERPG2= 15 ppm		EPA
Allène, propadiène	4.50	463-49-0	2200		X	EPA
Allylamine	4.50	107-11-9	2334			EPA
Aminoéthylène	4.50	151-56-4	1185	IDLH= 100 ppm TEEL= 2.3 ppm		EPA
Ammoniac, anhydre	4.50	7664-41-7	1005	ERPG2= 200 ppm		EPA
Ammoniaque (conc. 20 % ou plus)	9.10	7664-41-7	2073	ERPG2= 200 ppm		EPA
Arsine	0.45	7784-42-1	2188	IDLH= 3 ppm TEEL= 1 ppm		EPA
Benzène	10.00	71-43-2	1114	ERPG2= 150 ppm		CCAIM
Brome	4.50	7726-95-6	1744	ERPG2= 1 ppm		EPA
Bromotrifluoréthylène	4.50	598-73-2	2419		X	EPA
Bromure d'hydrogène anhydre	2.25	10035-10-6	1048	IDLH=30 ppm TLV= 3 ppm (CEILING) TCL _o = 5 ppm (IRR)		CCAIM/OSHA
Bromure de cyanogène	1.00	506-68-3	1889	TCL _o =1.4 ppm/10 MIN (IRR) Conc. intolérable: 20 ppm/1 min 8 ppm/10 min		CCAIM/NFPA
Bromure de méthyle	1.15	74-83-9	1062	IDLH= 2000 ppm		EPA
Butadiène	4.50	106-99-0	1010	ERPG2= 50 ppm OU 200 ppm ?	X	EPA
Butane	4.50	106-97-8	1011		X	EPA
Butényne (Vinyle acétylène)	4.50	689-97-4			X	EPA

Substances	Quantité seuils (tonne métrique)	N ^o . CAS	N ^o . UN	Concentrations de référence toxicologiques	Inflam- mable	Sources
Butylène (1-Butène)	4.50	25167-67-3 624-64-6 107-01-7 106-98-9 590-18-1	1012		X	EPA
Carburant d'automobile (essence)	50.00	86290-81-5	1203	TEEL= 200 ppm		CCAIM/NFPA
Cétène	0.05	463-51-4		TEEL= 1.5 ppm		EPA
Chlorate de sodium	10.00	7775-09-9	1495	LDLo= 214 mg/kg		CCAIM
Chlore	1.14	7782-50-5	1017	ERPG2 = 3ppm		EPA
Chloroformate d'isopropyle	6.80	108-23-6	2407			EPA
Chloroformate de n- propyle	6.80	109-61-5	2740			EPA
Chloroforme	9.10	67-66-3	1888	IDLH= 500 ppm TEEL= 1000 ppm		EPA
Chloroformate de méthyle	2.25	79-22-1	1238			EPA
Chloropicrine	0.22	76-06-2	1580	ERPG2= 0.2 ppm		CCAIM/OSHA
Chlorure d'arsenic ou trichlorure d'arsenic	6.80	7784-34-1	1560	IDLH= 5 mg/m ³		EPA
Chlorure d'acryloyle	2.25	814-68-6	NA 9188			EPA
Chlorure d'allyle	0.45	107-05-1	1100	ERPG2= 40 ppm		CCAIM/OSHA
Chlorure d'éthyle	4.50	75-00-3	1037	TEEL= 3800 ppm	X	EPA
Chlorure d'hydrogène (anhydre ou acide chlorhydrique > 30 %)	2.25 (anhydre) 6.8 (solution)	7647-01-0	2186 1789	ERPG2= 20 ppm		EPA
Chlorure de cyanogène	4.50	506-77-4	1589			EPA
Chlorure de méthyle	4.50	74-87-3	1063	ERPG2= 400 ppm		EPA
Chlorure de propenyl	4.50	590-21-6	1278		X	EPA
Chlorure de thionyle	0.11	7719-09-7	1836	TLV= 1 ppm (ceiling) 400-500 ppm IDL et 50-100 ppm conc. max permissible pour une expo. de 30-60 min.		CCAIM/OSHA
Chlorure de vinyle	4.50	75-01-4	1086	TEEL= 5 ppm	X	EPA
Chlorure de vinylidène	4.50	75-35-4	1303	TEEL=20 ppm	X	EPA
Crotonaldéhyde	9.10	4170-30-3 123-73-9	1143	ERPG2= 10 ppm		EPA
Cyanogène	4.50	460-19-5	1026	TEEL= 50 ppm	X	EPA
Cyanure d'hydrogène	1.14	74-90-8	1051	ERPG2= 10 ppm		EPA
Cyclohexane	50.00	110-82-7	1145	TEEL= 1300 ppm		CCAIM
Cyclohexylamine	6.80	108-91-8	2357	TEEL= 50 ppm		EPA
Cyclopropane	4.50	75-19-4	1027		X	EPA
Diborane	1.14	19287-45-7	1911	ERPG2= 1 ppm		EPA

Substances	Quantité seuils (tonne métrique)	N ^o . CAS	N ^o . UN	Concentrations de référence toxicologiques	Inflam- mable	Sources
Dichlorosilane	4.50	4109-96-0	2189		X	EPA
Dichlorure d'éthylène	50.00	107-06-2	1184	IDLH= 50 ppm TEEL= 50 ppm		CCAIM
Difluoréthane	4.50	75-37-6	1030		X	EPA
Difluoro-1,1 éthylène	4.50	75-38-7	1959		X	EPA
Diisocyanate de toluène 2,4-toluène diisocyanate 2,6-toluène diisocyanate	4.50	28471-62-5 584-84-9 91-08-7	2078	IDLH= 2.5 ppm TEEL= 1 ppm		EPA
Diméthylchlorosilane	2.25	75-78-5	1162	ERPG2= 5 ppm		EPA
Diméthyl-2,2 propane	4.50	463-82-1	2044		X	EPA
Diméthylamine anhydre	4.50	124-40-3	1032 1160	ERPG2= 100 ppm	X	EPA
Diméthylhydrazine	5.80	57-14-7	2382	IDLH= 15 ppm TEEL= 5 ppm		EPA
Dioxyde d'azote	0.11	10102-44-0	1067	IDLH= 50 ppm TEEL= 15 ppm		CCAIM/OSHA
Dioxyde de chlore Hydraté, gelé	0.45	10049-04-4	9191	ERPG2= 3 ppm		EPA
Dioxyde de soufre	2.25	7446-09-5	1079	ERPG2= 3 ppm		EPA
Épichlorhydrine	9.10	106-89-8	2023	ERPG2= 20 ppm		EPA
Éthane	4.50	74-84-0	1035 1961		X	EPA
Éther dichlorodiméthylque	0.45	542-88-1	2249	TEEL= 0.05 ppm		EPA
Éther éthylique	4.50	60-29-7	1155	IDLH= 1900 ppm TEEL= 500 ppm	X	EPA
Éther éthylvinyle	4.50	109-92-2	1302			EPA
Éther méthylique Monochloré	2.25	107-30-2	1239	TEEL= 1,8 mg/m ³		EPA
Éther méthylvinyle	4.50	107-25-5	1087		X	EPA
Éthérate diméthylque de trifluorure de bore	6.80	353-42-4	2965			EPA
Éthylacétylène	4.50	107-00-6	2452		X	EPA
Éthylamine	4.50	75-04-7	1036 2270	IDLH= 600 ppm	X	EPA
Éthylbenzène	50.00	100-41-4	1175	IDLH= 800 ppm TEEL= 125 ppm		CCAIM
Éthylène	4.50	74-85-1	1038 1962	TEEL= 50 mg/m ³	X	EPA
Éthylènediamine	9.10	107-15-3	1604	IDLH= 1000 ppm		EPA
Explosifs (Classe 1.1)	2.25					
Fer pentacarbonyle	1.14	13463-40-6	1994			EPA
Fluor	0.45	7782-41-4	1045	ERPG2= 7.5 ppm		EPA

Substances	Quantité seuils (tonne métrique)	N° CAS	N° UN	Concentrations de référence toxicologiques	Inflam- mable	Sources
Fluorure d'hydrogène anhydre, acide fluorhydrique	0.45	7664-39-3	1052 1790	ERPG2= 20 ppm		EPA
Fluorure de perchlore	2.25	7616-94-6	3083	IDLH= 100 ppm		CCAIM/OSHA
Fluorure de vinyle	4.50	75-02-5	1860	TEEL= 5 ppm	X	EPA
Formaldéhyde (solution)	6.80	50-00-0	2209	ERPG2= 10 ppm		EPA
Formiate de méthyle	4.50	107-31-3	1243	IDLH= 4500 ppm	X	EPA
Furanes	2.25	110-00-9	2389	TEEL= 0.43 ppm		EPA
Gaz naturel liquéfié (voir méthane)	4.50	8006-14-2	1074			CCAIM/NFPA
GPL	4.50	68476-85-7	1075	IDLH= 2000 ppm		EPA
Hydrazine	6.80	302-01-2	2029	IDLH= 80 ppm TEEL= 0.8 ppm		EPA
Hydrogène	4.50	1333-74-0	1049		X	EPA
Iodure de méthyle	3.40	74-88-4	2644	ERPG2= 50 ppm		CCAIM/OSHA
Isobutane	4.50	75-28-5	1969	TEEL= 3000 ppm	X	EPA
Isobutylène	4.50	115-11-7	1055		X	EPA
Isobutyronitrite	9.10	78-82-0	2284	ERPG2= 50 ppm		EPA
Isocyanate de méthyle	4.50	624-83-9	2480	ERPG2= 0.5 ppm		EPA
Isoprène	4.50	78-79-5	1218		X	EPA
Isopropylamine	4.50	75-31-0	1221		X	EPA
Mercaptan éthylique	4.50	75-08-1	2363	IDLH= 500 ppm TEEL= 10 ppm	X	EPA
Mercaptan méthylique	4.50	74-93-1	1064	ERPG2= 25 ppm		EPA
Mercaptan méthylique perchloré	4.50	594-42-3	1670	IDLH= 10 ppm		EPA
Mercure	1.00	7439-97-6	2809	IDLH= 10 mg/m ³ TEEL= 0,1 mg/m ³		CCAIM
Méthacrylate de 2- isocyanatoéthyle	0.05	30674-80-7	2478	ERPG2= 0.1 ppm		CCAIM/OSHA
Méthacrylonitrite	4.50	126-98-7	3079			EPA
Méthane	4.50	74-82-8	1971 1972	TEEL= 5000 ppm	X	EPA
Méthylacéthylène	4.50	74-99-7	1060	IDLH= 1700 ppm	X	EPA
Méthyl-2 butène-1	4.50	563-46-2	2459		X	EPA
Méthyl-3 butène-1	4.50	563-45-1	2561		X	EPA
Méthyl vinyl cétone	0.05	78-94-4	1251			CCAIM/NFPA/ OSHA
Méthylacroléine	0.45	78-85-3	2396			CCAIM/OSHA
Méthylamine	4.50	74-89-5	1061	ERPG2= 100 ppm	X	EPA
Méthylhydrazine	6.80	60-34-4	1244	TEEL= 0.5 ppm		EPA
Méthyltrichlorosilane	2.25	75-79-6	1250	ERPG2= 3 ppm		EPA
Monoxyde de carbone	10.00	630-08-0	1016	IDLH= 1200 ppm ERPG2= 350 ppm		CCAIM/NFPA

Substances	Quantité seuils (tonne métrique)	N°. CAS	N°. UN	Concentrations de référence toxicologiques	Inflam- mable	Sources
Naphta, naphte	50.00	8030-30-6	2553 1256	IDLH= 1000 ppm TEEL= 1000 ppm		CCAIM
Nickel-tétracarbonyle	0.45	13463-39-3	1259	IDLH= 2 ppm TEEL= 0.05 ppm		EPA
Nitrite d'éthyle	4.50	109-95-5	1194		X	EPA
Oléum (Acide sulfurique Fumant, Acide sulfurique avec du trioxyde de soufre en solution)	4.50	8014-95-7	1831	ERPG2= 10 mg/m ³		EPA
Oxychlorure de phosphore	2.25	10025-87-3	1818			EPA
Oxyde d'éthylène	4.50	75-21-8	1040	ERPG2= 50 ppm		EPA
Oxyde de dichlore	4.50	7791-21-1			X	EPA
Oxyde de diméthyle	4.50	115-10-6	1033		X	EPA
Oxyde de propylène	4.50	75-56-9	1280	IDLH= 400 ppm ERPG2= 250 ppm		EPA
Oxyde nitrique	4.50	10102-43-9	1660	IDLH= 100 ppm		EPA
Pentane (n-, Iso)	4.50	109-66-0 78-78-4	1265	IDLH= 15000 ppm	X	EPA
Pentène-cis (2-)	4.50	627-20-3			X	EPA
Perchlorate d'ammonium	3.40	7790-98-9	1442			CCAIM/OSHA
Peroxyde d'hydrogène	3.40	7722-84-1	2015	ERPG2= 50 ppm		CCAIM/OSHA
Phénol	10.00	108-95-2	1671 2821 2312	ERPG2= 50 ppm		EPA
Phosgène	0.22	75-44-5	1076	ERPG2= 0.2 ppm		EPA
Phosphine	2.25	7803-51-2	2199	ERPG2= 2.5 ppm		EPA
Phosphore	1.00	7723-14-0	1381 2447	IDLH= 5 mg/m ³ TEEL= 1mg/m ³ (RED) ET 3 mg/m ³ (JAUNE)		CCAIM/NFPA
Pipéridine	6.80	110-89-4	2401			EPA
Plomb tétraéthyle	1.00	78-00-2	1649	IDLH= 40 mg/m ³ LDLo= 1 gramme		CCAIM
Plomb tétraméthyle	4.50	75-74-1	1649	IDLH= 40 mg/m ³		EPA
Propane	4.50	74-98-6	1978	IDLH= 2100 ppm TEEL= 2100 ppm	X	EPA
Propionitrile	4.50	107-12-0	2404			EPA
Propylène	4.50	115-07-1	1077		X	EPA
Propylèneimine	4.50	75-55-8	1921	IDLH= 100 ppm TEEL= 51.5 ppm		EPA
Séléniure d'hydrogène	0.22	7783-07-5	2202	IDLH= 1 ppm		EPA
Silane	4.50	7803-62-5	2203		X	EPA
Stibine	0.22	7803-52-3	2676	IDLH= 5 ppm		CCAIM/OSHA

Substances	Quantité seuils (tonne métrique)	N°. CAS	N°. UN	Concentrations de référence toxicologiques	Inflam- mable	Sources
Sulfure d'hydrogène	4.50	7783-06-4	1053	ERPG2= 30 ppm		EPA
Sulfure de carbone	9.10	75-15-0	1131	ERPG2= 50 ppm		EPA
Sulfure de carbonyle	4.50	463-58-1	2204	TEEL= 25 ppm	X	EPA
Sulfure de méthyle	10.00	75-18-3	1164	ERPG2= 500 ppm		CCAIM/NFPA
t-Butylamine	10.00	75-64-9	1125			CCAIM/NFPA
Tétrachlorure de titane	1.14	7550-45-0	1838	ERPG2= 20 mg/m ³		EPA
Tétrafluoréthylène	4.50	116-14-3	1081	ERPG2= 1000 ppm	X	EPA
Tétrafluorure de soufre	1.14	7783-60-0	2418			EPA
Tétraméthylsilane	4.50	75-76-3	2749		X	EPA
Tétranitrométhane	4.50	509-14-8	1510	IDLH= 4 ppm TEEL= 1 ppm		EPA
Tétoxyde d'osmium	0.05	20816-12-0	2471	IDLH= 1 mg/m ³ TEEL= 0.00125 ppm		CCAIM/OSHA
Thiocyanate de méthyle	9.10	556-64-9				EPA
Toluène	50.00	108-88-3	1294	ERPG2= 300 ppm		CCAIM
Trichloronitrométhane (en mélange)	0.70	76-06-2	1583	ERPG2= 0,2 ppm		CCAIM/OSHA
Trichlorosilane	4.50	10025-78-2	1295	ERPG2= 3 mg/m ³	X	EPA
Trichlorure de bore	2.25	10294-34-5	1741			EPA
Trichlorure de phosphore	6.80	7719-12-2	1809	IDLH= 25 ppm		EPA
Trifluorochloroéthylène	4.50	79-38-9	1082	ERPG2= 100 ppm	X	EPA
Trifluorure de bore	2.25	7637-07-2	1008	IDLH= 25 ppm		EPA
Triméthylamine	4.50	75-50-3	1083 1297	ERPG2= 100 ppm	X	EPA
Triméthylchlorosilane	4.5	75-77-4	1298			EPA
Trioxyde de soufre	4.50	7446-11-9	1829	ERPG2= 10 mg/m ³		EPA
Xylènes	50.00	1330-20-7	1307	IDLH= 900 ppm TEEL=200 ppm		CCAIM

