

# **Ligne directrice générale relative au calcul des risques lors du transport de marchandises dangereuses par route**

Introduction aux principes de base de l'évaluation des risques  
pour le chapitre 1.9 de l'ADR

(Ce document a été adopté par le Groupe de travail des transports de marchandises dangereuses à ses 84<sup>ème</sup> et 85<sup>ème</sup> sessions en mai et octobre 2008.)

## **Table des matières**

1. Introduction
  - 1.1 Rappel des faits
  - 1.2 Objectifs et application de la ligne directrice
  
2. Définitions et prescriptions de base
  - 2.1 Définition des termes techniques
  - 2.2 Paramètres de base
  
3. Analyse du risque
  - 3.1 Introduction
  - 3.2 Définition de scénarios
  - 3.3 Données statistiques
  - 3.4 Modélisation des conséquences d'un accident
  - 3.5 Estimation du risque
  
4. Évaluation du risque
  
5. Gestion du risque
  
6. Références

## **1. Introduction**

### **1.1 Rappel des faits**

Le transport de marchandises dangereuses ne cessera d'augmenter du fait de la croissance simultanée des différentes régions économiques de l'Europe, et ce pour tous les modes de transport, en particulier pour le transport routier, d'où un risque supplémentaire non seulement pour les usagers de la route eux-mêmes mais aussi pour l'environnement immédiat (nature et population). Il faut donc procéder à des analyses appropriées des risques que présente le transport des marchandises dangereuses par route si l'on veut être en mesure d'évaluer ces risques.

Tous les types de transport de marchandises dangereuses par route sont réglementés par l'ADR, dont l'objectif est de garantir la sécurité du transport et de réduire le plus possible les risques d'accidents préjudiciables aux personnes et à l'environnement, au moyen de règles générales, techniques et organisationnelles applicables à l'emballage, au transport et à la manutention des marchandises dangereuses.

Au-delà de ces règles de sécurité, les autorités compétentes des États membres sont autorisées à appliquer certaines dispositions supplémentaires sur leur territoire là où il existe des risques particuliers. Ces dispositions font l'objet du chapitre 1.9 intitulé «Restrictions de transport par les autorités compétentes». Diverses raisons, notamment les graves accidents qui ont eu lieu dans des tunnels alpins en 1999 (Montblanc et Tauern) et en 2001 (Gotthard) – et qui n'ont d'ailleurs pas été causés par des marchandises dangereuses –, ont accru les préoccupations suscitées dans certains pays membres de l'Union européenne par le transport des marchandises dangereuses sur les réseaux transeuropéens, notamment dans les tunnels routiers [1].

Dans un premier temps, des renseignements plus détaillés sur les domaines d'application en dehors des tunnels et les prescriptions pertinentes ont été énoncés au chapitre 1.9.3 de l'ADR:

- a) Conditions ou restrictions de sécurité supplémentaires concernant certaines structures spéciales telles que ponts, installations de transport combiné ou de transbordement;
- b) Dispositions concernant des zones présentant des risques particuliers (par exemple les zones résidentielles);
- c) Dispositions spéciales précisant l'itinéraire à suivre ainsi que les endroits où s'arrêter ou stationner dans des conditions particulières (conditions atmosphériques extrêmes, troubles civils, etc.) et
- d) Restrictions concernant le transport de marchandises dangereuses certains jours de la semaine.

Dans tous les cas susmentionnés, contrairement au transport ferroviaire, les autorités compétentes ne sont pas tenues de justifier la nécessité des mesures qu'elles prennent. Toutefois, aux termes du paragraphe 1.9.4, toutes les Parties contractantes à l'ADR doivent être informées des dispositions supplémentaires visées aux alinéas *a* et *d* du paragraphe 1.9.3 appliquées par une Partie contractante sur son territoire.

On accorde une attention spéciale aux tunnels routiers en raison notamment de la gravité des conséquences que peuvent avoir, dans ces tunnels, les accidents mettant en jeu des marchandises dangereuses (pertes en vies humaines, embouteillages, déviation par des itinéraires présentant des risques plus élevés, etc.). C'est pourquoi le paragraphe 1.9.5 de l'ADR (intitulé «Restrictions dans les tunnels») définit plusieurs catégories de tunnels, en partant de l'hypothèse qu'il existe dans les tunnels trois dangers principaux dus aux marchandises dangereuses, à savoir:

- Les explosions;
- Les fuites de gaz toxique ou de liquides toxiques volatils;
- Les incendies.

En outre, les tunnels sont répartis en cinq catégories (A à E) en fonction de l'importance des restrictions auxquelles ils sont soumis, la catégorie A n'étant soumise à aucune restriction.

Si possible, la classification requise devrait être effectuée sur la base d'analyses de risques. Toutefois, la présente ligne directrice ne porte pas sur l'évaluation des risques dans les tunnels routiers; des définitions concernant cette question figurent déjà dans la Directive 2004/54/CE du 29 avril 2004 [1]. La présente ligne directrice a quant à elle pour objet le champ d'application des restrictions visées aux alinéas a, b et d du paragraphe 1.9.3 de l'ADR.

## **1.2 Objectifs et application de la ligne directrice**

L'objectif de la ligne directrice est de parvenir à une approche plus uniforme de l'évaluation des risques du transport de marchandises dangereuses par route dans les Parties contractantes à l'ADR et de rendre ainsi comparables les différentes évaluations. La ligne directrice devrait être une référence pour l'évaluation des risques dans des situations où le risque lié au transport de marchandises dangereuses doit être pris en considération.

L'application de l'ADR a permis, en général, d'atteindre un haut niveau de sécurité intrinsèque. L'ADR ne pouvant toutefois pas garantir une sécurité absolue, il subsistera toujours un certain niveau de risque. C'est pourquoi plusieurs États européens ont déjà adopté leurs propres méthodes d'évaluation des risques ainsi que leurs propres critères d'acceptation des risques. Ces méthodes et critères découlent généralement de l'application, à l'échelle nationale, de la Directive du Conseil 96/82/CE concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses (Directive Seveso II [2]), qui exclut de son domaine d'application des activités telles que le transport de substances dangereuses et le séjour intermédiaire à l'extérieur des établissements.

En général, les réglementations et les méthodes courantes nationales concernant l'évaluation et le contrôle des risques liés au transport de marchandises dangereuses par route soit ont une portée très générale, si on les compare aux réglementations et méthodes relatives au transport ferroviaire, soit portent sur des questions très précises telles que la collision des véhicules routiers avec des ouvrages d'art [3], le transport de marchandises dangereuses dans les tunnels [4] ou tel ou tel tronçon de route bien précis [5].

Il n'existe pas à l'heure actuelle de recommandations harmonisées concernant l'évaluation des risques liés au transport de marchandises dangereuses par route. Il existe un

seul instrument de base, qui porte sur les tunnels routiers: il s'agit de la Directive 2004/54/CE [1], qui ne définit toutefois expressément aucune méthode d'évaluation des risques même si elle prévoit une harmonisation en 2009. C'est donc aux États membres de l'UE qu'il incombe de définir une méthode appropriée et de faire rapport sur cette question.

C'est pourquoi l'objectif de cette ligne directrice n'est pas de prescrire ou de définir de nouveaux modèles de calcul des risques ou de nouveaux critères pour les risques tolérables (voir définition au paragraphe 2.1). Elle a pour but de créer un cadre indépendant pour l'analyse et l'évaluation des risques et pour l'évaluation des mesures de sécurité correspondantes conformément au chapitre 1.9 de l'ADR. Elle vise uniquement à définir les prescriptions fondamentales et à recommander les méthodes fondamentales. Étant donné que l'acceptation d'une évaluation des risques dépend largement des données de base qu'on utilise et des hypothèses et restrictions qu'on juge nécessaires, on devrait s'efforcer d'aboutir à une transparence absolue à toutes les étapes de la procédure. La ligne directrice porte essentiellement sur les aspects qui devraient être pris en considération pour une analyse des risques, c'est-à-dire les données fondamentales et les objectifs de qualité tels qu'ils sont définis au chapitre 1.9.3 de l'ADR. Des instructions détaillées sur les méthodes d'évaluation des risques outrepasseraient le cadre du présent document. Une nouvelle version de la ligne directrice pourra être élaborée par l'autorité compétente si des modifications importantes sont apportées aux règlements internationaux et si des progrès substantiels sont enregistrés dans les domaines scientifique et technique.

## **2. Définitions et prescriptions de base**

### **2.1 Définition des termes techniques**

Lorsqu'on aborde la question des risques, il faut tout d'abord définir quelques termes techniques afin que tout le monde comprenne la présente ligne directrice de la même manière. Les définitions des termes utilisés dans la présente ligne directrice s'inspirent des définitions données dans le Guide 73 de l'ISO/CEI «Management du risque – Vocabulaire – Principes directeurs pour l'utilisation dans des normes» [6] et dans le Guide 51 de l'ISO/CEI «Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans des normes» [7], à appliquer aux normes relatives à la sécurité. En général, les risques peuvent être de différentes natures, par exemple politique, financière, technique ou médicale et positifs ou négatifs. Dans la présente ligne directrice, le mot «risque» se rapporte uniquement à la sécurité du transport. C'est pourquoi on a donné la préférence aux définitions des termes concernant le risque figurant dans le Guide 51 ISO/CEI, qui sont le plus expressément en rapport avec la sécurité. La liste ci-après a été complétée par des définitions concernant la gestion des risques extraites du Guide 73 ISO/CEI. Les commentaires sur les définitions données dans les Guides 51 et 73 apparaissent entre parenthèses.

**Risque:** combinaison de la probabilité (entre 0 et 1) d'occurrence d'un dommage et de la gravité de ce dommage («combinaison» signifie généralement «produit», tandis que des facteurs supplémentaires, tels que l'**aversion du risque**, font partie de l'**évaluation du risque**).

**Dommage:** blessure physique ou atteinte à la santé des personnes, ou encore atteinte aux biens ou à l'environnement.

**Appréciation du risque:** ensemble du processus d'analyse du risque et d'évaluation du risque.

**Analyse de risque:** utilisation systématique des informations disponibles pour identifier les phénomènes dangereux (sources potentielles de dommage) et pour estimer le risque.

**Estimation de risque:** processus utilisé pour affecter des valeurs à la probabilité et aux conséquences d'un risque.

**Évaluation du risque:** processus fondé sur l'analyse du risque pour décider si le risque tolérable est atteint.

**Critères de risque:** paramètres de référence permettant d'apprécier l'importance du risque.

**Traitement du risque:** mise en œuvre des mesures décidées concernant la réduction du risque.

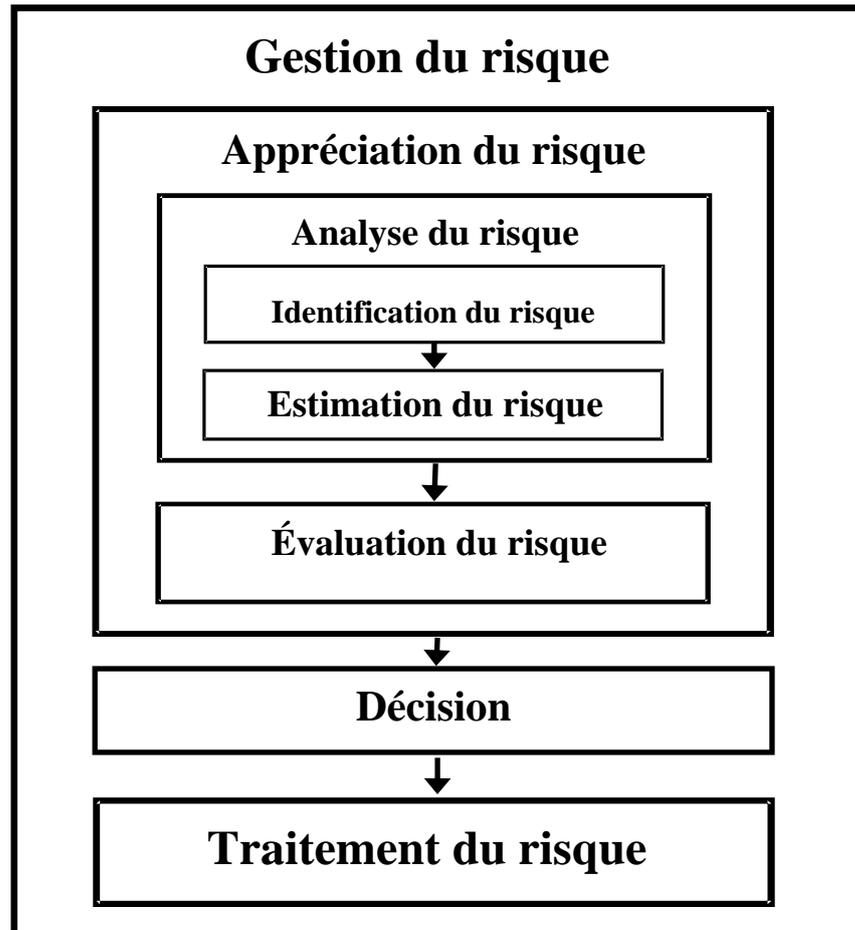
**Gestion du risque:** processus global comprenant l'appréciation du risque, la décision, le traitement du risque et la maîtrise du risque (voir fig. 1).

**Critères de décision** couvrent notamment le traitement du risque et intègrent des risques et des considérations sociales, économiques et/ou politiques (définition supplémentaire ne figurant pas dans les Guides 51 ou 73 de l'ISO/CEI).

**Décision:** processus de sélection des mesures de traitement du risque sur la base des critères de décision (définition supplémentaire ne figurant pas dans les Guides 51 ou 73 de l'ISO/CEI).

**Risque tolérable:** risque qui est accepté lors de la phase de décision sur la base des critères de décision et qui, dans un contexte donné, est fondé sur les valeurs admises par la société.

La figure 1 donne un aperçu des relations entre les processus de gestion du risque définis ci-dessus. Étant donné que la présente ligne directrice porte essentiellement sur l'appréciation du risque, les processus de traitement du risque et tous les processus de gestion du risque qui suivent, tels que l'acceptation du risque et la communication relative au risque, n'apparaissent pas dans la figure 1.



**Figure 1:** Relations entre les processus de gestion du risque

Le processus d'évaluation du risque repose sur des critères de risque qui n'ont, à ce jour, pas encore été normalisés à l'échelle internationale. Les critères actuellement utilisés pour l'évaluation du risque qui ont été élaborés par consensus à l'échelle nationale ne doivent pas être mentionnés dans la présente ligne directrice. Toutefois, si celle-ci traite du processus d'évaluation des risques, c'est pour rendre compréhensible l'ensemble du processus d'appréciation du risque. Pour l'évaluation du risque, on a besoin, au minimum, des définitions suivantes:

**Risque pour l'individu:** risque pour une personne de subir un dommage (également appelé «risque lié à un lieu» (définition ne figurant pas dans les Guides 51 ou 73 de l'ISO/CEI).

**Risque pour la collectivité:** risque pour toutes les personnes susceptibles d'être impliquées de subir un dommage (fonction de densité de probabilité FDP des risques pour l'individu ou intégrale de cette FDP (définition ne figurant pas dans les Guides 51 ou 73 de l'ISO/CEI).

**Risque externe:** risque de dommage causé aux personnes qui n'interviennent pas dans le transport ou risque d'atteinte aux biens qui ne font pas partie du système de transport ou de l'infrastructure (aussi appelé «risque aux tiers», par opposition au **risque interne**) (définition ne figurant pas dans les Guides 51 ou 73 de l'ISO/CEI).

**Perception du risque:** manière dont une partie prenante considère un risque, compte tenu de ses préoccupations.

**Partie prenante:** toute personne, tout groupe ou tout organisme susceptible d'influer sur un risque, d'être affecté par un risque ou de se sentir affecté par un risque. Remarque: le décideur est également une partie prenante.

**Aversion pour le risque:** facteur supplémentaire utilisé dans l'évaluation du risque pour tenir compte de la perception négative que l'on peut avoir d'événements qui risquent fort de causer des dommages ou dont l'homme ne peut empêcher la survenance, ou qui présentent des risques inconnus, etc. (voir le commentaire ci-dessous, la définition ne figurant pas dans les Guides 51 ou 73 de l'ISO/CEI).

Il convient de noter qu'en définissant le risque comme étant le produit d'une probabilité et d'un dommage, on peut obtenir la même valeur de risque pour un événement à probabilité élevée et à dommage faible que pour un événement à faible probabilité et à dommage important bien que la perception du risque puisse être différente. Pour tenir compte de la variabilité de la perception du risque, on utilise, pour évaluer le risque, un facteur supplémentaire appelé «aversion pour le risque» (voir sect. 4). En fonction de la perception du risque, l'appréciation du risque peut également être limitée au risque externe.

## 2.2 Paramètres de base

La présente section comprend quelques éléments essentiels de l'évaluation du risque lié au transport de marchandises dangereuses par route, qui sont indépendants des éléments spécifiques de l'ensemble du processus.

**Quantification du risque:** contrairement au RID, l'ADR ne fait pas obligation à l'autorité compétente d'apporter la preuve que les mesures supplémentaires visées au chapitre 1.9.3 sont nécessaires. Toutefois, dans certains cas, il peut être utile de fournir des renseignements sur le niveau de risque que présente tel ou tel itinéraire de transport.

C'est le cas par exemple lorsqu'il s'agit de choisir des itinéraires alternatifs suite à des restrictions concernant l'itinéraire ou la situation, conformément au chapitre 1.9.3.

1. Lorsqu'aucun itinéraire alternatif comparable n'est disponible, toute restriction ou mesure prescrite devrait être justifiée conformément au principe énoncé dans les directives concernant l'appréciation quantitative du risque pour ce qui est du niveau de risque tolérable utilisé dans l'État membre (il peut s'agir des principes ALARA (niveau le plus bas que l'on peut raisonnablement atteindre) et ALARP (niveau le plus bas que l'on peut atteindre dans la pratique) appliqués sur le plan national, du principe de l'immobilisation (GAME) ou des critères de risque ou de décision).

2. Lorsque des itinéraires alternatifs sont utilisés, l'analyse du risque devrait apporter la preuve que ces itinéraires sont plus intéressants au regard des éléments de risque, à savoir:

a) Généralement, sur la base d'une comparaison qualitative des itinéraires, s'il est évident que les restrictions proposées améliorent sensiblement la sécurité;

b) Dans les autres cas, sur la base d'une comparaison quantitative des risques inhérents aux itinéraires alternatifs.

**Structure des processus d'appréciation du risque:** le processus d'appréciation du risque comprend deux parties (voir fig. 1). La première partie est l'analyse du risque à laquelle il faut procéder pour quantifier un certain risque relatif aux domaines d'application visés aux alinéas *a*, *b* et *d* du chapitre 1.9.3 d'une manière aussi objective et précise que possible (voir ci-dessous commentaires sur l'incertitude). Cette partie «scientifique» (analyse du risque) est suivie d'une évaluation du niveau de risque calculé. Si le niveau de risque se situe au-dessous du niveau de risque tolérable, le processus de gestion du risque n'exige aucune autre mesure. Dans le cas contraire, il faut engager le processus de prise de décisions et procéder au traitement du risque.

**Analyse d'incertitude:** l'analyse du risque est toujours liée à des incertitudes d'origines diverses (voir sect. 4). Pour pouvoir utiliser l'analyse du risque comme base pour une évaluation du risque, on doit accorder une attention particulière au calcul par dérivation (ou du moins à une estimation) des degrés d'incertitude. Dans les cas où un risque analysé (estimé) se situe très en dessous du niveau de risque tolérable, les degrés d'incertitude ont peu d'importance, à condition qu'ils restent faibles par rapport à la marge de tolérabilité. Pour un intervalle d'incertitude qui couvre nettement plus qu'une zone de classification du risque (par exemple zones tolérable/inacceptable; voir également sect. 4), il est recommandé soit de réduire encore, autant qu'il est raisonnablement possible de le faire, le degré d'incertitude de l'analyse soit de démontrer que les mesures sont adéquates compte dûment tenu des degrés d'incertitude qui ont été établis.

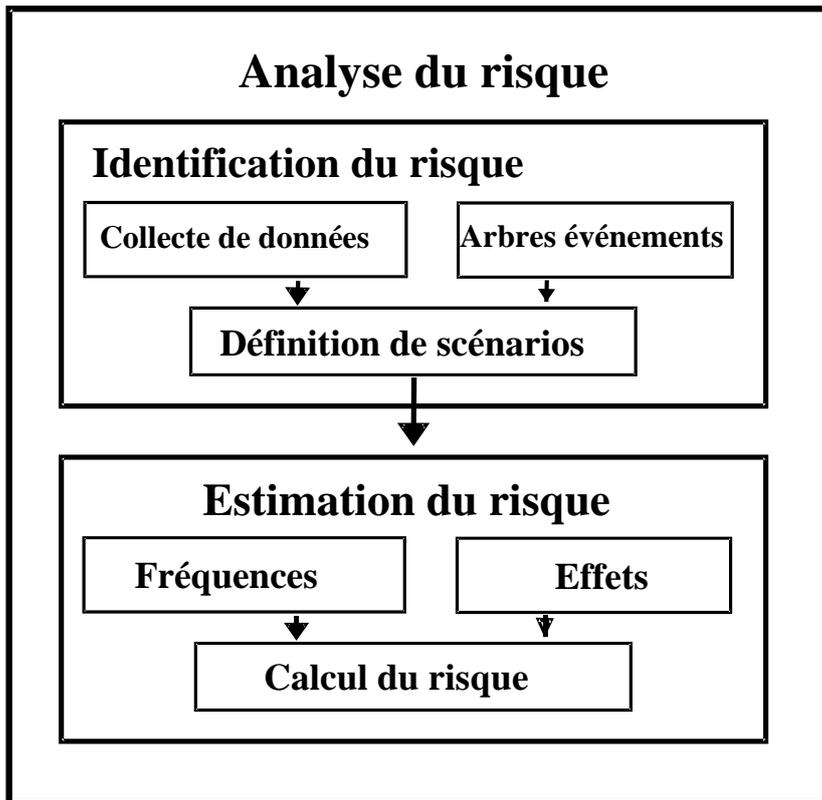
**Comparaison des risques:** lorsque l'on compare les risques présentés par deux itinéraires alternatifs sur la base d'un outil d'estimation, le degré d'incertitude de cet outil revêt une importance moindre. En effet, dans ce cas, il importe davantage de pouvoir estimer si un bénéfice significatif est obtenu en empruntant l'un ou l'autre de ces itinéraires que d'établir une valeur absolue du niveau de risque. Dans ce cas, l'outil d'estimation du risque peut ne contenir que les éléments d'estimation pour lesquels le degré d'incertitude est faible et qui sont pertinents pour estimer les risques que présentent les itinéraires concernés. Les autres paramètres d'estimation du risque, notamment ceux présentant trop d'incertitude, devraient alors être pris en considération dans les critères de risque qui ne sont pas estimés par l'outil qui entre en jeu dans la décision de gestion du risque qui doit être prise.

**Informations requises:** les documents utilisés pour l'appréciation du risque devraient soit donner des informations détaillées sur tous les processus cités dans la section 3.5 soit renvoyer à des documents officiels ou disponibles sur demande contenant ces informations. Sans documents transparents et détaillés sur le processus d'appréciation du risque, la documentation sur le risque ne saurait être compréhensible.

### **3. Analyse du risque**

#### **3.1 Introduction**

Le résultat de l'analyse du risque en tant que partie du processus d'appréciation du risque (voir fig. 2) consiste en des informations sur le risque pour les individus et le risque pour la collectivité, que présente la situation de transport examinée. L'analyse du risque doit permettre d'établir les probabilités de scénarios d'accident et les conséquences qui pourraient découler de ces scénarios. C'est pourquoi les paragraphes suivants traitent des principaux aspects de la définition des scénarios, de l'analyse des statistiques et de l'analyse des conséquences.



**Figure 2:** Diagramme des éléments d'une analyse du risque

La présente ligne directrice vise à répondre aux besoins découlant des caractéristiques nationales du transport de marchandises dangereuses par route. Il est recommandé à tous les États membres de l'ADR de l'utiliser même s'il existe des différences importantes entre ces États, qu'il s'agisse par exemple du relief (plat ou montagneux), du climat (température et vent), de la politique nationale en matière de transport et de circulation, de l'importance respective du trafic marchandises et du trafic voyageurs ou encore de la densité de population. La situation peut aussi varier grandement d'un pays à l'autre en ce qui concerne les caractéristiques techniques des véhicules transportant des marchandises dangereuses ou l'infrastructure, par exemple l'état du réseau routier.

Du fait de ces différences, il est difficile de définir en détail les méthodes de calcul à utiliser pour l'analyse du risque. C'est pourquoi on s'en tiendra à des recommandations générales.

### 3.2 Définition de scénarios

Pour ne pas être débordé par le grand nombre de scénarios d'accidents potentiels, la première étape d'une analyse du risque consiste à réduire ce nombre en ne conservant qu'un nombre raisonnable de scénarios de base fondés notamment sur une répartition des substances dangereuses en différents groupes.

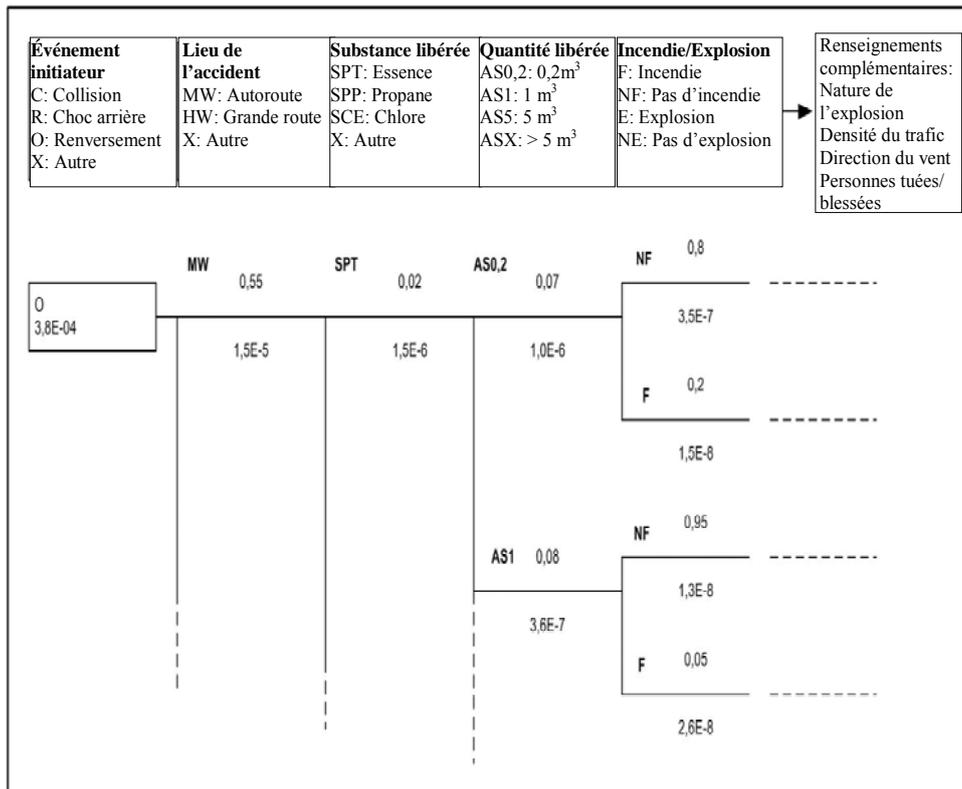
Chaque composé ou matière se caractérise par des propriétés chimiques et physiques propres (inflammable, explosive, réaction avec d'autres matières, toxique, radioactif, état d'agrégat, ...). Si les conséquences d'un incident mettant en jeu une marchandise dangereuse dépendent avant tout des propriétés des composants de cette marchandise, l'environnement peut aussi influencer sur ces conséquences (la température par exemple). Pour éviter d'avoir à

décrire des milliers de composés, il est recommandé de procéder à une classification rigoureuse en groupes. La classe (ADR) et le numéro d'identification du danger se prêtent tous deux à la classification et à la constitution de groupes.

Il convient de ne pas regrouper les substances mères d'une manière trop approximative afin de réduire l'incertitude de l'analyse du risque et disposer d'une base fiable pour l'évaluation du risque. En outre, lors de la constitution des groupes de substances, il faudrait tenir compte du déroulement possible des événements d'un scénario d'accident, notamment des conséquences qui pourraient être fonction d'autres paramètres et circonstances. En conséquence, la classification des scénarios et celle des substances devraient aller de pair.

La structure qui se prête le mieux à la classification des scénarios d'accidents et au calcul du risque lui-même est l'arbre d'événements établi à partir de l'arbre des causes qui précise la fréquence d'occurrence des événements primaires dans un cadre systématique comprenant les éléments événement de base, lieu de la fuite, quantité qui s'est échappée, etc. Une telle structure simplifie les calculs car elle permet d'avoir une bonne vue d'ensemble et indique clairement la séquence des opérations de calcul. La figure 3 donne un exemple d'arbre d'événements. Pour optimiser la classification d'un scénario d'accident au moyen de l'analyse par arbre d'événements, il convient aussi de prendre en considération les fréquences absolues de tous les scénarios. La présente section porte essentiellement sur les aspects liés à la structure de l'arbre d'événements; la question de la déduction des valeurs quantitatives pour les probabilités conditionnelles à l'intérieur de l'arbre est traitée à la section 3.3.

L'analyse du risque devrait aussi inclure l'influence des services d'urgence. Dans certains cas, les conséquences réelles d'un accident, c'est-à-dire le nombre de morts, sont atténuées par l'intervention efficace des services d'urgence comme l'illustrent les deux exemples suivants: la prévention d'un BLEVE chaud (lors d'un scénario domino menaçant) et l'évacuation bien organisée d'une zone où une fuite de gaz toxique s'est produite. Lors de l'analyse d'un scénario d'accident, l'appréciation de l'état de préparation des services d'urgence est donc un paramètre à prendre en considération.



**Figure 3:** Exemple d'une partie d'un arbre d'événements pour un véhicule citerne routier transportant des liquides inflammables. Les quantités indiquées sont arbitraires.

Les aspects suivants doivent être pris en considération dans les analyses, au moyen d'arbres d'événements, du transport de marchandises dangereuses par route (soit pour la définition des scénarios, soit pour l'analyse des risques elle-même):

**Véhicules et trafic:** il convient de rassembler des données sur les marchandises et les véhicules, afin d'obtenir des informations sur les embranchements possibles de l'arbre d'événements et sur la probabilité d'événements et de scénarios:

- Types de marchandises transportées;
- Types de véhicules et de citernes;
- Mesures de sécurité spécifiques et moment où le transport a lieu (jour/nuit).

**Réseau routier:** il est évident que l'infrastructure doit être prise en considération dans l'analyse des risques même si celle-ci porte essentiellement sur le véhicule et le transport. L'infrastructure comprend l'ensemble des composantes du réseau routier, y compris les jonctions avec d'autres modes de transport (passages à niveau, tunnels, ponts, installations de sécurité, conduites, etc.). Il est donc recommandé d'inclure un examen de l'infrastructure et d'indiquer en quoi celle-ci contribue au risque. À cet égard, il y a lieu de mentionner les dispositions particulières concernant le passage dans les tunnels, qui font l'objet du chapitre 1.9.5 de l'ADR. Les données ci-après doivent également figurer parmi les informations à fournir:

- Type de route (espace découvert, terrain plat, déclivité, densité de population dans les zones résidentielles, pont, circulation à sens unique, véhicules venant en sens inverse, etc.);
- Limitations de vitesse;
- Installations de sécurité (par exemple glissières de sécurité, feux tricolores, passages supérieurs);
- Tunnels;
- Passages à niveau.

**Événement initiateur:** pour une évaluation des risques dans le cadre du chapitre 1.9.3 de l'ADR, seuls sont pris en considération les accidents majeurs (et les incidents susceptibles d'entraîner des accidents majeurs). Les scénarios pertinents sont les suivants:

- Collision;
- Choc arrière;
- Retournement;
- Collision avec d'autres objets (animaux, trains aux passages à niveau);
- Incendie (un incendie doit, au même titre qu'une explosion ou un rejet de substances toxiques, être considéré comme la conséquence d'autres événements initiateurs);
- Défaillance soudaine de la citerne.

Dans un contexte particulier, les conséquences d'événements tels que actes de vandalisme, actes de terrorisme, tempêtes, tremblements de terre et inondations peuvent aussi s'avérer importantes (voir 1.9.3 c) de l'ADR). La plupart des scénarios susmentionnés ne nécessitent pas d'explications supplémentaires. Le scénario «défaillance soudaine de la citerne» recouvre toute une série d'incidents caractérisés par le rejet soudain du contenu de la citerne, dû à une surpression provoquée par la violation des règlements concernant le remplissage, ou à la corrosion, la fragilité ou la fatigue du matériau dont est fait la citerne, etc.

**Scénario pour le rejet de substances:** en cas d'accident, l'étendue finale du dommage dépend dans une large mesure de la réponse à la question de savoir si l'emballage de la marchandise dangereuse a résisté au choc ou non. À cet égard, des détails mineurs concernant la situation locale particulière peuvent s'avérer décisifs. Pour un scénario donné, il faut combiner de manière appropriée études de cas et tests en laboratoire et/ou à l'air libre (voir aussi par. 3.4). S'il est impossible de prévoir tous les cas de fuite de substances pour chaque situation d'accident donnée, on peut, dans la pratique, établir des scénarios représentatifs et admis par tous (détermination générale et statistique des conditions dans lesquelles se produit la fuite). Dans ce cas, les scénarios ainsi définis sont alors considérés comme des scénarios «tests» permettant aux États parties à l'ADR d'apprécier les conséquences de façon simplifiée et éventuellement normalisée. En cas de fuite de substances, il faut faire la différence entre fuite continue et fuite spontanée:

- Fuite immédiate/continue;
- Fuite complète/partielle.

### **3.3 Données statistiques**

Pour chaque type d'accident ou de scénario, une fréquence générale des accidents doit tout d'abord être établie sur la base d'études de cas nationales appropriées en tenant compte de la fréquence de l'événement initiateur et des probabilités conditionnelles des ramifications de l'arbre des défaillances. Cette tâche nécessite un nombre important de données concernant l'accident, afin de couvrir toutes les ramifications des scénarios, même lorsque le nombre de scénarios a été déjà réduit par la constitution de groupes. Pour obtenir des informations statistiquement pertinentes concernant les fréquences et les probabilités conditionnelles, les exigences augmentent encore eu égard au nombre d'accidents.

Le nombre d'accidents dans le cadre du transport de marchandises dangereuses est plutôt faible; c'est heureux pour l'homme et la nature, mais cela limite la signification statistique des fréquences d'accidents et des probabilités conditionnelles à l'intérieur des ramifications de l'arbre d'événements. Il est par conséquent fortement recommandé de tenir compte des données suivantes lorsqu'on utilise des données statistiques dans le cadre d'une analyse du risque:

- Informations provenant de banques de données accidentologiques internationales; et
- Données accidentologiques relatives au transport de marchandises en général.

Il faut vérifier que ces statistiques sont applicables à un scénario donné de transport de marchandises dangereuses et établir le bien-fondé des hypothèses retenues pour leur utilisation.

L'harmonisation des méthodes utilisées pour enquêter et faire rapport sur les accidents dans le cadre du chapitre 1.8.5 de l'ADR permettra d'améliorer la base sur laquelle reposent les statistiques accidentologiques et les analyses détaillées du déroulement des accidents. Il faudrait à cet égard, d'une part, tenir compte des différences systématiques entre les statistiques accidentologiques nationales dues aux différences concernant les routes, les véhicules, la quantité de fret, les seuils minimaux utilisés pour la définition des accidents ainsi que d'autres paramètres et, d'autre part, accorder une attention particulière à l'évolution des statistiques accidentologiques sur le long terme due à l'amélioration des niveaux de sécurité.

Des analyses physiques, numériques ou statistiques concernant le comportement de colis lors de l'impact peuvent également servir de sources d'information adéquates en ce qui concerne les probabilités conditionnelles de l'arbre d'événements. Dans la mesure du possible, l'utilisation d'estimations d'experts devrait être évitée, afin de mettre en place une base de données objectives et fiables pour l'analyse des risques et de garantir la transparence du contrôle de qualité.

Pour procéder à l'analyse statistique des données d'accidents, on doit également connaître le nombre de kilomètres parcourus ventilés par année, par marchandise transportée, par type d'itinéraire, etc., afin de pouvoir en déduire des fréquences pour chaque scénario d'accident. Des informations concernant le nombre de personnes blessées ou tuées ventilées

de manière similaire sont requises pour évaluer le niveau de risque de l'ensemble du transport de marchandises dangereuses et pour vérifier la plausibilité d'une estimation du risque pour un endroit donné.

### **3.4 Modélisation des conséquences d'un accident**

L'arbre d'événements présenté à la figure 3 se termine par la fuite et, s'il y a lieu, le brûlage de la principale substance, l'essence. Pour déduire les dommages (par exemple personnes tuées ou blessées), il est nécessaire de poursuivre la construction de ramifications possibles de l'arbre d'événements. Les facteurs qui influent sur la probabilité conditionnelle d'une séquence donnée d'événements suite à la fuite de substances dangereuses dépendent du lieu de l'accident et de ses environs.

Les informations pertinentes sont les suivantes:

- Densité de la population à proximité de l'itinéraire (en fonction de l'heure);
- Densité de la circulation et probabilité d'embouteillage (en fonction de la saison et de l'heure);
- Nature et fonction des bâtiments et autres infrastructures situés alentour;
- Accessibilité des infrastructures pour les services d'urgence;
- Conditions atmosphériques (statistiques concernant les vents et les températures);  
et
- Topographie.

Certains paramètres ne sont pertinents que pour certains scénarios (par exemple statistiques concernant le vent en cas de fuite de substances gazeuses toxiques) tandis que d'autres sont nécessaires dans tous les cas. Deux éléments géographiques (topologiques) sont d'une importance capitale: premièrement, la distance entre le lieu de l'accident et les zones habitées et, deuxièmement, la densité de la population aux alentours avec un quadrillage approprié à la zone où l'impact peut être important (par exemple résolution de 25 x 25 m jusqu'à 100 x 100 m).

On examine la nature des bâtiments afin d'évaluer la protection contre un incendie ou une explosion. On recense les différents types de bâtiments, notamment en recueillant des informations sur leur utilisation (zones résidentielles/industrielles/commerciales, écoles, hôpitaux, etc.), en vue d'évaluer le nombre de personnes qui y sont présentes.

Les scénarios susceptibles d'avoir un impact sur les personnes et l'environnement sont les suivants:

- Explosion;
- Incendie (gerbe de feu ou feu en nappe);
- Dispersion de substances toxiques dans l'atmosphère; et
- Contamination de l'eau et du sol.

Pour déduire les conséquences d'un accident, on doit dans un premier temps utiliser des modèles numériques ou analytiques pour évaluer les effets physiques de chaque scénario (radiations, pression, concentration de matières toxiques, impact de débris). On trouvera des modèles et des équations appropriés dans les ouvrages cités dans les notes [8] et [9]. Les modèles utilisés pour l'évaluation du risque devraient être préalablement vérifiés et comparés à des scénarios réels ou à des modèles types.

Le degré de simplification inhérent aux modèles physiques influe sur la validité et la précision du processus d'évaluation des risques. C'est pourquoi il convient de veiller à ce que le choix des modèles ainsi que le nombre et la qualité des paramètres à inclure dans l'analyse physique soient compatibles avec le niveau de précision requis pour l'évaluation des risques (voir sect. 4).

En règle générale, quatre types de préjudice ou de dommage devraient être examinés:

1. Personnes tuées pendant ou peu après l'accident;
2. Personnes blessées;
3. Dommages aux structures et aux bâtiments importants;
4. Pollution de l'environnement liée à la perte de la cargaison.

S'agissant des décès et des blessures, les dommages causés aux personnes doivent être estimés au moyen de modèles statistiques et physiologiques fondés sur les effets physiques estimés. Dans le cadre de ces modèles, des chiffres concernant la probabilité d'une blessure ou d'un décès sont attribués à des effets physiques tels que l'exposition à des radiations ou à des gaz toxiques (par exemple [9] et [10]). Dans certains de ces modèles, il subsiste une trop grande incertitude qui dépend du type de conséquences (par exemple fonctions probit pour la toxicité). C'est pourquoi dans l'analyse des risques, une part considérable du niveau d'incertitude a son origine dans l'évaluation du préjudice.

L'application de méthodes objectives et transparentes ainsi que la prise en compte réaliste de paramètres atténuateurs, tels que la fuite ou la protection offerte par un immeuble, sont indispensables à une analyse des risques adéquate. Le recours systématique à des hypothèses pessimistes, par exemple, va à l'encontre des buts visés par une analyse du risque, surtout si celle-ci est menée pour établir un niveau absolu de risque à comparer à un seuil déterminé. Dans le cas de l'approche comparative (avec un outil donné), ceci a moins d'importance puisque l'on s'attache plus aux avantages d'un itinéraire par rapport à un autre itinéraire. Dans tous les cas, la prise en compte et l'examen des degrés d'incertitude font partie du processus d'évaluation du risque.

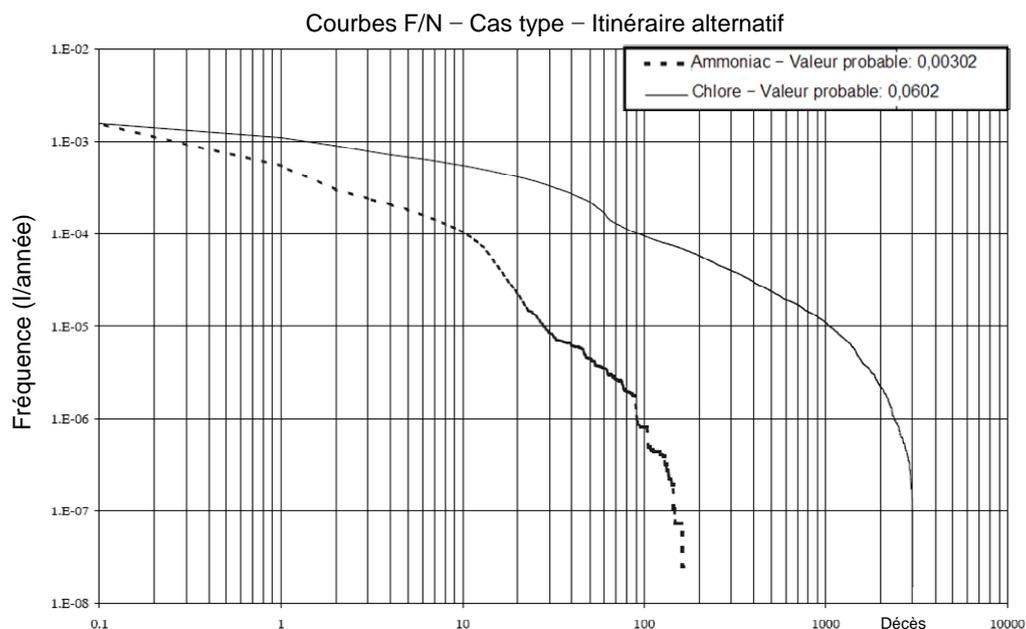
### **3.5 Estimation du risque**

Le processus d'estimation du risque comprend l'application de l'arbre d'événements et des modèles physiques et physiologiques pour l'endroit examiné. Des valeurs calculées/estimées des risques pour l'individu ou la collectivité sont attribuées à tous les scénarios d'accident potentiels sur la base de données locales spécifiques concernant la capacité de transport de marchandises dangereuses et l'itinéraire emprunté. Conformément à la définition simplifiée donnée au paragraphe 2.1, le risque est le produit du dommage et de la probabilité. Toutefois, présenter le risque comme une probabilité unique de dommage (par exemple probabilité d'une personne tuée par année) ne constitue pas une pratique courante

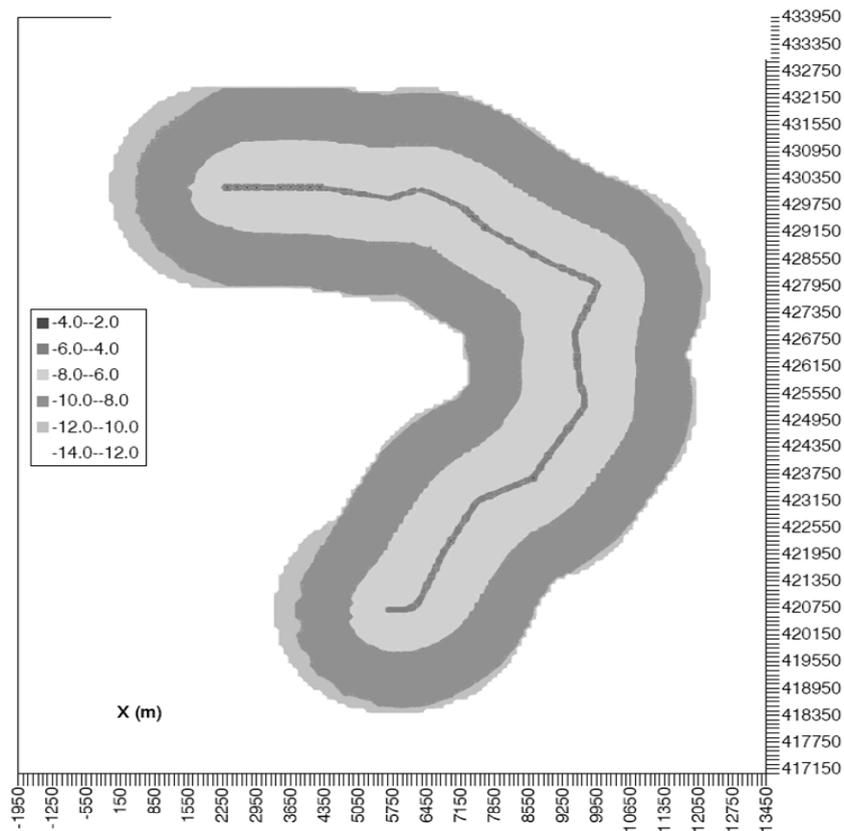
dans une analyse du risque. Le risque est normalement considéré comme la fréquence probable d'un dommage (par exemple fréquence de décès) soit dans un contexte spatial soit comme une distribution statistique du niveau de dommage (voir ci-dessous).

Pour pouvoir procéder à une évaluation systématique du risque, l'itinéraire à examiner doit être divisé en différentes sections d'une longueur normalisée, pour que les valeurs du risque puissent être comparées avec les critères de risque. La longueur de référence généralement utilisée pour calculer les risques (par année) est comprise entre 100 m et 1 km. Lorsqu'on examine les itinéraires alternatifs, on évalue le risque total pour la collectivité de chaque itinéraire à des fins de comparaison. Dans ce cas, le risque d'un itinéraire rapporté à une longueur de référence n'apporte pas d'indication supplémentaire utilisable.

Le risque pour l'individu est généralement présenté au moyen de lignes de risque ISO (par exemple personnes tuées par année et longueur de l'itinéraire) sur une carte de la zone examinée, afin de donner des informations sur la répartition géographique du risque indépendamment de la répartition réelle des densités de population. Le risque pour la collectivité est représenté par une courbe montrant la relation entre le dommage (par exemple nombre de personnes tuées) et la fréquence (F) (souvent appelée courbe F-N). Dans ce cas, la répartition des densités de population doit être prise en compte. Des exemples pour les deux types de risque sont présentés dans les figures 4 et 5.



**Figure 4:** Exemple de courbe FN représentant le risque que présentent pour la collectivité les substances principales ammoniac et chlore dans un tunnel routier (extrait de [11])



**Figure 5:** Exemple d'un graphique avec les courbes de risque ISO de la répartition géographique du risque pour l'individu (exposants pour  $10^n$ /année, extrait de [11])

#### 4. Évaluation du risque

Actuellement, une Partie contractante à l'ADR peut définir librement les valeurs à atteindre en ce qui concerne le niveau de sécurité ainsi que les mesures à prendre en cas de non-respect de ces valeurs, à condition de ne pas enfreindre les réglementations internationales. À ce jour, il n'existe pas de méthode uniforme d'évaluation des risques découlant du transport de marchandises dangereuses.

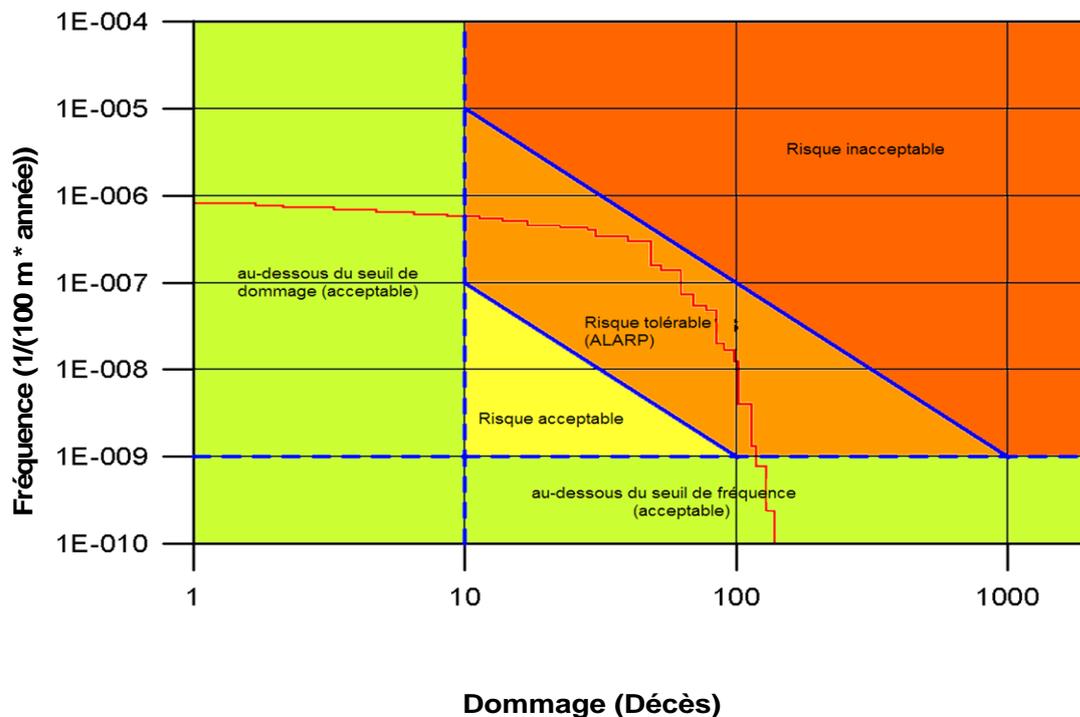
Actuellement, les méthodes d'évaluation du risque varient selon les Parties contractantes à l'ADR à cause de paramètres spécifiques (voir point 3.1). Ces différences portent sur:

- Le type de risque évalué (individuel, collectif, environnemental);
- Le degré et la forme de l'acceptation et les limites de tolérabilité;
- Les domaines/les catégories d'acceptation et de tolérabilité.

Pour chaque type de risque, il faut disposer d'un critère de risque pour pouvoir déterminer si un risque est tolérable ou non. Ces critères de risque devraient être comparés aux critères de risque correspondant à des risques de type comparable (par exemple risques émanant d'installations industrielles soumises aux dispositions de la Directive Seveso-II [2]).

D'après le principe ALARP (as low as reasonably practicable – ramener de manière raisonnable le risque à un niveau aussi faible que possible) qui est appliqué au Royaume-Uni, lorsque l'analyse d'un risque situe ce risque dans la zone «inacceptable», ledit risque doit être traité. Si le risque se situe dans la zone adjacente «tolérable» caractérisée par des valeurs de risque inférieures, des mesures sont prises conformément au principe ALARP et s'il se situe dans la zone «acceptable» caractérisée par un risque insignifiant (résiduel), aucune mesure n'est exigée de l'autorité compétente.

Contrairement à la méthode précédente, la méthode d'évaluation des risques aux Pays-Bas ne comprend pas de zone ALARP ou de zone de transition entre la zone acceptable et la zone inacceptable mais elle tient compte, pour les risques collectifs, d'une aversion pour le risque additionnelle différenciée due à la perception différente que l'on a du risque selon qu'il s'agit d'un événement à faible probabilité et à dommage important ou d'un événement à probabilité élevée et à dommage peu important [12]. Il est aussi possible de restreindre l'évaluation du risque aux dommages importants et de ne pas tenir compte des accidents à très faible probabilité (fig. 6).



**Figure 6:** Exemple de graphique FN pour un risque collectif avec zones possibles pour l'évaluation des risques (présentation du principe avec échelle arbitraire)

On peut utiliser le principe français GAMAB (globalement au moins aussi bon) comme principe d'évaluation dans le cadre d'une analyse qualitative des risques. En application de ce principe, un itinéraire alternatif ne peut être retenu que s'il est globalement au moins aussi bon que l'itinéraire existant (principe de l'immobilisation).

Dans les paragraphes précédents, différentes sources d'incertitude possibles (statistiques d'accidents, modèles physiques ou physiologiques, paramètres locaux dépendant du temps) ont été présentées. Pour évaluer utilement le risque sur la base de critères de risque définis, il est extrêmement important de chercher à réduire le plus possible l'incertitude. Lorsque des mesures restrictives sont prévues, il est notamment recommandé de procéder à une analyse transparente et à une explication de l'incertitude à l'intérieur du processus d'évaluation si l'on veut que ces mesures soient comprises et acceptées.

## **5. Gestion du risque**

Grâce aux informations qu'elle fournit, l'évaluation du risque permet de déterminer si la situation analysée présente ou non un risque tolérable. Cette évaluation est indépendante de la phase d'analyse du risque. Si l'on dispose de documents appropriés concernant l'évaluation du risque, on peut donner une description de la nature des mesures conforme au chapitre 1.9.3 de l'ADR. Toutefois, la documentation devrait aussi contenir des informations sur le choix des mesures et en particulier sur la définition des critères de décision extérieurs à l'estimation du risque elle-même.

Une solution simple consiste à appliquer les mêmes méthodes et modèles pour la comparaison de l'efficacité des différentes mesures possibles que pour l'estimation du risque. L'efficacité des mesures tient notamment à des facteurs tels que le potentiel de réduction du risque et les coûts occasionnés aux parties prenantes. Plus les mesures seront justifiées plus elles auront de chances d'être acceptées.

Il est conseillé de revoir régulièrement le processus de gestion du risque pour tenir compte des modifications concernant le contexte et le processus.

## **6. Références**

- [1] Directive 2004/54/CE du Parlement européen et du Conseil, du 29 avril 2004, concernant les exigences de sécurité minimales applicables aux tunnels du réseau routier transeuropéen, Journal officiel de l'Union européenne L 167 du 30 avril 2004
- [2] Directive 96/82/CE du Conseil du 9 décembre 1996 concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses, Journal officiel L 010, P. 0013 – 0033, 14 janvier 1997
- [3] Richtlinie: Anprall von Strassenfahrzeugen auf Bauwerksteile von Kunstbauten, Bundesamt für Straßen ASTRA, Bern 2005
- [4] Risikoanalyse zum Transport gefährlicher Güter im Trogtunnel Cherbourger Straße, BIS Bremerhavener Gesellschaft für Investitionsförderung und Stadtentwicklung mbH, Schlussbericht, Dezember 2006
- [5] Transportrisikoanalyse Strasse Basel-Landschaft, Vorlage 98/64 vom 31. März 1998
- [6] Guide ISO/CEI 73: 2002, Management du risque – Vocabulaire – Principes directeurs pour l'utilisation dans les normes

- [7] Guide ISO/CEI 51: 1999, Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes (Version allemande: DIN 820-120:2001)
- [8] Methods for the calculation of physical effects due to releases of hazardous materials (liquids and gases), Yellow Book, 3rd edition, Committee for the Prevention of Disasters, CPR 14E, The Hague, 1997
- [9] Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapor Cloud Explosions, Flash Fires, and BLEVES, Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, New York, 1994
- [10] Methods for determining possible damage to people and subjects, Green Book, 2<sup>nd</sup> edition, Committee for the Prevention of Disasters, CPR 16E, The Hague, 2000
- [11] Cassini, P., Hall, R. et Pons, P. Transport des marchandises dangereuses dans les tunnels routiers, Modèle d'évaluation quantitative du risque (Version 3.60), Manuel de référence. OCDE/AIPCR/UE (CD-ROM), février 2003.
- [12] IPO Risk Calculation Methodology – Background Document, The Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Den Haag, 1997