HAL
open science

Modèle d'évaluation quantitative des risques liés au transport routier de marchandises dangereuses

Raphaël Defert

To cite this version:

Raphaël Defert. Modèle d'évaluation quantitative des risques liés au transport routier de marchandises dangereuses. Colloque "Risques d'accidents et risques environnementaux dans les transports routiers", Oct 2001, Besançon, France. ineris-00972234

HAL Id: ineris-00972234

https://ineris.hal.science/ineris-00972234

Submitted on 3 Apr 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MODELE D'EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES LIES AU TRANSPORT ROUTIER DE MARCHANDISES DANGEREUSES

APPLICATION AUX ETUDES COMPARATIVES DE RISQUES

Raphaël DEFERT

Ingénieur d'Etude, INERIS – BP 2 – 60 550 Verneuil-en-Halatte

Email : Raphael.Defert@ineris.fr

RÉSUMÉ. L'article présente le modèle EQR (Evaluation Quantitative des Risques), qui permet de produire des informations quantitatives sur les niveaux de risque dû au Transport de Marchandises Dangereuses (TMD) sur des itinéraires routiers donnés, certains d'entre eux pouvant comprendre des tunnels. Le nombre de morts a été retenu comme critère principal pour quantifier le risque. Pour déterminer le risque sociétal, le modèle trace des courbes F/N qui indiquent la fréquence annuelle F d'avoir N morts ou plus. Il calcule également le risque individuel pour les populations permanentes : fréquence annuelle du risque, pour une personne restant en permanence à un endroit donné, de mourir à cause du TMD considéré.

ABSTRACT. This study presents the QRA-model (Quantitative Risk Assessment), which is able to produce quantitative assessments on the levels of risk due to the road transports of dangerous goods through given routes and tunnels. Fatalities were retained as main criteria to assess the risk. To determine the global risk, the model plots curves F/N which indicate the annual frequency F to have N fatalities or more. It also calculates the individual risk for the permanent populations: annual frequency of the risk to die because of the Dangerous Goods, for a person remaining permanently at a given place.

MOTS-CLEFS : modèle EQR, Transport de Marchandises Dangereuses, Analyse Comparative, Scénarios, itinéraires routiers.

KEY WORDS: QRA-model, transportation of dangerous goods, Comparative Assessment, Scenario, Road routes.

Introduction

Les accidents survenus tant en France qu'à l'étranger, ainsi que les études d'évaluation des risques menées sur différents tunnels, ont montré que les conséquences des accidents de transport routier intervenant en milieu confiné peuvent être beaucoup plus importantes qu'à l'air libre. En particulier, les travaux menés dans le domaine des Marchandises Dangereuses montrent que, malgré une probabilité faible, de tels accidents pourraient entraîner des conséquences d'ampleur catastrophique, tant pour les usagers que pour les riverains du tunnel, du fait du comportement des substances mises en jeu.

L'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE) et l'Association Mondiale de la Route (AIPCR) ont lancé un programme de travail commun relatif au Transport de Marchandises Dangereuses (TMD) en tunnel routier. L'une des tâches de ce programme a été la mise au point d'un modèle d'Evaluation Quantitative des Risques (EQR) en vue de proposer des méthodes et réglementations harmonisées en ce qui concerne la traversée des tunnels routiers par des TMD. Cette tâche, réalisée par un consortium mené par l'INERIS et regroupant également W.S. Atkins (UK) et l'Institute of Risk Research de l'Université Waterloo (Ontario – Canada), a été partiellement cofinancé par l'Union Européenne.

1. Approche générale

L'objectif du modèle EQR est de permettre d'évaluer de manière quantitative les risques liés au Transport de Marchandises Dangereuses. La philosophie de cet outil consiste en un choix d'un nombre très limité de scénarios impliquant un nombre encore plus limité de Marchandises Dangereuses : le modèle évalue simultanément leurs conséquences et leurs probabilités d'occurrence. Ceci permet d'évaluer quantitativement le risque sociétal (si l'on dispose d'informations suffisamment précises sur la répartition des personnes susceptibles d'être exposées) et le risque individuel.

Une évaluation complète des risques dus au TMD exigerait la prise en compte de tous les états météorologiques possibles, de tous les accidents possibles avec tous les types de véhicules entièrement ou partiellement chargés, etc. Une telle évaluation est totalement impraticable et des simplifications ont été introduites. Le modèle développé est basé sur l'examen de 10 scénarios (Cf. Tableau 1) concernant un nombre restreint de Marchandises Dangereuses.

Le modèle EQR repose en fait sur une méthodologie comportant les spécifications suivantes :

- Choix d'un nombre restreint de Marchandises Dangereuses représentatives,
- Choix de quelques scénarios représentatifs impliquant ces marchandises et des conditionnements usuels,
- Identification des effets physiques de ces scénarios pour les tronçons à l'air libre et le tunnel,
- Evaluation de leurs effets physiologiques sur les usagers de l'itinéraire et sur les riverains,
- Prise en compte des possibilités de s'échapper ou de s'abriter,
- Détermination des probabilités que ces événements se produisent.

2. Le modèle EQR

2.1. *Les scénarios intégrés à l'EQR*

Pour l'air libre, des modèles existent pour calculer les conséquences physiques des scénarios. La prise en compte de possibilités d'évacuation et de mise à l'abri d'une part, l'utilisation d'équations de probit ([1]) d'autre part, permettent de calculer le pourcentage de morts et de blessés.

Les modèles utilisables à l'air libre pour calculer les conséquences des scénarios ne conviennent pas en général en tunnel et un traitement spécifique est nécessaire pour déterminer :

- les zones du tunnel qui sont affectées,
- les effets qui débordent du tunnel et créent des risques à l'extérieur.

Un outil spécifique appelé le « Pré-conditionneur » a été développé par W.S. Atkins à cet effet. En raison de la complexité des problèmes traités et du nombre de configurations de ventilation possibles (longitudinale, semi-transversale ou transversale, tunnels comportant un ou deux tubes), il utilise une modélisation simplifiée.

L'adoption de mesures appropriées aux tunnels (portant sur la circulation, le drainage des liquides inflammables, les dispositions pour la construction du tunnel, la surveillance, etc.) peut réduire la fréquence des accidents, leur gravité, les délais de détection. Certaines de ces mesures sont prises en compte dans le Pré-conditionneur et dans l'EQR. Il est ainsi possible d'explorer leur influence sur les courbes F/N et donc sur les niveaux de risque.

---

[1] Equation permettant, à partir de la connaissance des conséquences physiques d'un accident (concentration, rayonnement, etc.), d'en déduire les conséquences physiologiques.

Deux scénarios relatifs à des feux de poids lourds (PL) ne transportant pas de Marchandises Dangereuses ont été utilisés parce qu'ils représentent un risque sérieux en tunnel et que leur probabilité d'occurrence est plus élevée que celle de scénarios mettant en jeu des Marchandises Dangereuses.

Tableau 1 : ***Scénarios intégrés à l'EQR***

No. Scénario.	Description	Masse concernée	Diamètre de brèche (mm)	Débit de rejet (kg/s)
1	Feu de PL - 20 MW (pas de MD)	-	-	-
2	Feu de PL - 100 MW (pas de MD)	-	-	-
3	BLEVE ([2]) d'une bouteille de 50 kg de GPL	50 kg	-	-
4	Feu de nappe de supercarburant	28 tonnes	100	20,6
5	VCE ([3]) de supercarburant	28 tonnes	100	20,6
6	Rejet de chlore	20 tonnes	50	45
7	BLEVE d'une citerne de GPL	18 tonnes	-	-
8	VCE de GPL	18 tonnes	50	36
9	Feu torche sur une citerne de GPL	18 tonnes	50	36
10	Rejet d'ammoniac	20 tonnes	50	36

2.2. *Les courbes F/N*

En préalable, les notions suivantes sont définies :

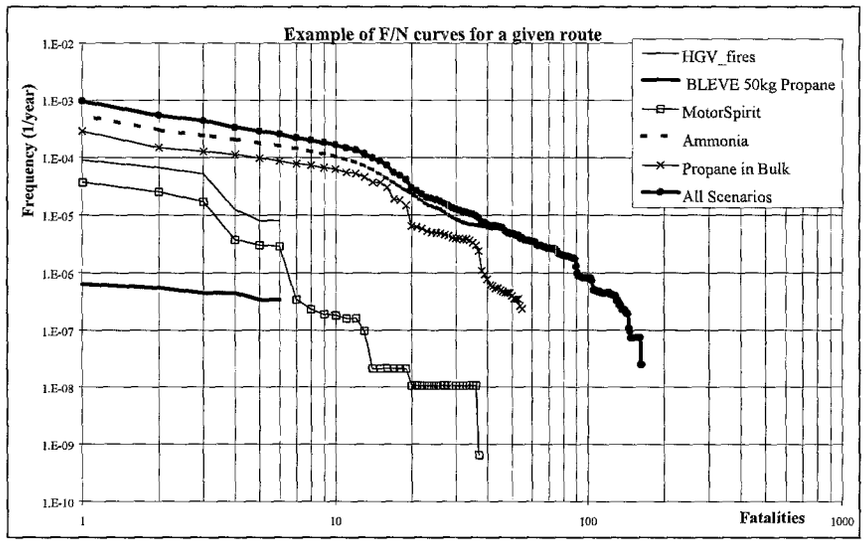
- ***Courbe fréquence/gravité*** **(ou courbe F/N) :** Courbe F(N) présentant la fréquence annuelle F d'occurrence d'un scénario susceptible de provoquer un effet (nombre de morts généralement) supérieur ou égal à N,
- ***Espérance mathématique*** **(EM) :** Nombre de morts par an, obtenu par intégration d'une courbe F/N. Pour un ensemble discret de points, cette intégration peut être ramenée à une somme : $EM = \sum_{i=1}^{\infty} F(N_i) * N_i$.

[2] BLEVE : Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion

[3] VCE : Vapour Cloud Explosion

Le risque se caractérise par deux aspects : probabilité d'occurrence et gravité. La gravité peut être exprimée par des nombres de morts, de blessés, la destruction des édifices et structures, les dommages à l'environnement. Le nombre de morts a été retenu comme critère principal pour quantifier le risque. Les nombres de blessés peuvent cependant également être calculés. Pour déterminer le risque sociétal, le modèle trace des courbes F/N qui indiquent la fréquence annuelle F d'avoir un accident produisant N morts ou plus (Figure 1). Il calcule également le risque individuel pour les populations permanentes : fréquence annuelle du risque, pour une personne restant en permanence à un endroit donné, de mourir à cause du TMD considéré. Les dommages aux structures sont estimés d'une manière semi-quantitative et ceux à l'environnement d'une façon qualitative.

Figure 1 : ***Exemple de courbes F/N***



3. Utilisation du modèle dans le cadre des Analyses Comparatives des Risques

3.1. *La réglementation*

Le 30 novembre 2000, une nouvelle circulaire (n° 2000-82), relative à la réglementation de la circulation des véhicules transportant des Marchandises Dangereuses dans les tunnels routiers du réseau national, a remplacé la circulaire du 12 mars 1976. Cette circulaire interministérielle vise à ce que les aspects de sécurité liés au Transport de Marchandises Dangereuses pouvant transiter par des tunnels routiers soient pris en compte d'une façon aussi globale que possible.

Elle impose que, préalablement à l'ouverture d'un tunnel à la circulation publique, il soit procédé à une analyse comparative des risques liés au passage des véhicules transportant des Marchandises Dangereuses, d'une part sur l'itinéraire comportant le tunnel, et d'autre part sur le ou les itinéraires alternatifs qui seraient utilisés en cas d'interdiction du tunnel.

L'analyse comparative des risques « Marchandises Dangereuses » a pour but d'évaluer en termes de probabilité d'occurrence et de gravité des conséquences, les risques engendrés par le transit des Marchandises Dangereuses. Elle doit permettre une comparaison des risques entre l'itinéraire comportant le tunnel et les itinéraires alternatifs, dans chacune des hypothèses envisageables d'interdiction ou d'autorisation des Transports de Marchandises Dangereuses. L'analyse doit reposer sur un modèle d'évaluation quantitative des risques qui doit fournir les mêmes types de résultats que le modèle EQR et présenter une fiabilité au moins équivalente.

Lorsque la seule comparaison des risques entre tunnel et itinéraires en milieu ouvert ne permet pas de mettre en évidence un itinéraire nettement plus sûr, d'autres critères de décision peuvent être pris en compte comme, par exemple : les conséquences d'une éventuelle fermeture temporaire du tunnel à la suite d'un accident impliquant des Marchandises Dangereuses, les coûts supplémentaires d'investissement et d'exploitation du tunnel induits par l'autorisation de ces transports, l'impact sur l'environnement des différentes solutions, la gêne ou les surcoûts imposés aux chargeurs et transporteurs par des mesures d'interdiction, et la proximité des services de secours.

3.2. *L'utilisation du modèle EQR*

Les indicateurs de risque produits par le modèle EQR sont utilisés pour contribuer à des décisions en matière de sécurité se fondant sur la comparaison de différents itinéraires possibles.

Le processus nécessite de rassembler auparavant des éléments précis sur :

- le tunnel, sa géométrie, sa ventilation (en régime normal et en cas d'incident),
- les flux de véhicules estimés ou constatés (TMD, PL, VL, bus,...),
- les taux d'accidents associés à chaque type d'itinéraire,
- les populations à l'extérieur de l'ouvrage,
- les conditions météorologiques,
- les dispositions prévues en cas d'accident et leur rapidité de mise en œuvre.

Une évaluation précise des flux de véhicules (TMD et autres) empruntant ou susceptibles d'emprunter le tunnel ou les itinéraires à l'air libre, est une condition indispensable à l'utilisation efficace du modèle EQR.

Le risque se caractérise globalement par deux aspects : probabilité d'occurrence des événements et gravité des conséquences. La gravité peut être exprimée par des pertes de vies humaines, des blessés, la destruction de bâtiments ou ouvrages, des dommages à l'environnement. Le nombre de décès a été retenu comme critère de gravité le plus pertinent.

L'adoption de mesures appropriées aux tunnels (dispositions constructives, drainage des liquides inflammables, exploitation, surveillance, etc.) peut réduire la fréquence des accidents, leur gravité, les délais de détection. Le modèle EQR permet d'explorer leur influence sur les courbes F/N, et de prendre des décisions plus pertinentes pour réduire les risques.

Conclusion

Les Marchandises Dangereuses, par leur nature même, font courir des risques aux usagers de la route et aux populations riveraines lorsqu'elles sont transportées. Les accidents dans lesquels les Marchandises Dangereuses jouent un rôle sont rares. Cependant, les conséquences des accidents peuvent être très graves et provoquer de nombreuses victimes.

Malgré cela, la vie économique nécessite l'acheminement des Marchandises Dangereuses par certains itinéraires. Pour pouvoir minimiser les risques de produire des victimes, il faut savoir les quantifier.

Un modèle a été développé spécifiquement pour ces besoins.

Une circulaire française récente, qui impose de quantifier les risques dus au TMD pour des itinéraires comportant un ou plusieurs tunnels et de les comparer avec des itinéraires alternatifs, propose l'utilisation de ce modèle.

4. Bibliographie

OECD/UE/PIARC., 2000 : *QRA model for transport of dangerous goods through road tunnels and open routes.*

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT – MINISTERE DE L'INTERIEUR, 2000 : Circulaire interministérielle n° 2000- 82 du 30 novembre 2000 relative à la réglementation de la circulation des véhicules transportant des marchandises dangereuses dans les tunnels routiers du réseau national.