

Guide des dossiers de sécurité des tunnels routiers

Fascicule 3

Les analyses des risques liés au transport
des marchandises dangereuses

Décembre 2018



VERSION MISE À JOUR
2018

Le Guide des dossiers de sécurité des tunnels routiers

Pour chaque tunnel du réseau routier d'une longueur supérieure à 300 mètres, un dossier de sécurité doit être établi et soumis au préfet. La réglementation définit les procédures d'instruction de ce dossier.

Tous les acteurs ayant une responsabilité dans la sécurité du tunnel (maître d'ouvrage, exploitant, services d'intervention et de secours, préfecture) doivent participer à l'élaboration de ce dossier qui, une fois constitué, contient des éléments essentiels de l'exploitation de l'ouvrage en toutes circonstances.

C'est à l'intention de tous ces services et aussi des maîtres d'œuvre et des bureaux d'études que le **guide des dossiers de sécurité** est rédigé.

Le **guide des dossiers de sécurité** comprend les **cinq fascicules** suivants, parus ou à paraître :

- **fascicule 1** : La place du dossier de sécurité dans la démarche de sécurité (à paraître);
- **fascicule 2** : Tunnels en exploitation «de l'état des lieux à l'état de référence» (juin 2003);
- **fascicule 3** : Les analyses des risques liés au transport des marchandises dangereuses (2005, actualisé 2018);
- **fascicule 4** : Les Études Spécifiques des Dangers (ESD) (septembre 2003);
- **fascicule 5** : Le plan d'intervention et de sécurité (PIS) (octobre 2006).

Contexte réglementaire

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Textes applicables à tous les tunnels de plus de 300 m<ul style="list-style-type: none">– Chapitre VIII du titre I^{er} du CVR:<ul style="list-style-type: none">- Partie législative : articles L.118-1 à L.118-4- Partie réglementaire : sections 1 à 3 | <ul style="list-style-type: none">• Textes complémentaires applicables aux tunnels de l'État de plus de 300 m<ul style="list-style-type: none">– Annexe 2 de la circulaire 2000-63 (IT 2000)– Circulaire n° 2006-20– Circulaire du 12 juin 2009 |
| <ul style="list-style-type: none">• Textes complémentaires applicables à tous les tunnels de plus de 500 m sur le RTE<ul style="list-style-type: none">– Chapitre VIII du titre I^{er} du CVR:<ul style="list-style-type: none">- Partie législative : article L.118-5- Partie réglementaire : section 4• Arrêté du 08/11/2006 modifié par l'arrêté du 09/11/2007• Art 3 de l'arrêté du 18/04/2007 | <ul style="list-style-type: none">• Réglementation TMD<ul style="list-style-type: none">– Accord européen dit «ADR»¹ qui régit le transport international routier de marchandises dangereuses, mis à jour tous les deux ans– Arrêté du 29 juin 2009 modifiant l'arrêté TMD– Arrêté du 25 juin 2009 modifiant l'arrêté du 24 novembre 1967 relatif à la signalisation des routes et autoroutes |

¹ ADR : Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route.

Fascicule 3

Les analyses des risques liés au transport des marchandises dangereuses

Introduction

Les accidents impliquant des marchandises dangereuses (notamment toxiques, inflammables, explosives) sont très rares. Mais ils sont susceptibles de provoquer des catastrophes plus importantes en tunnel qu'à l'air libre. C'est pourquoi le choix du régime de circulation des marchandises dangereuses (TMD) ne peut se faire qu'après une évaluation objective des risques.

Dans une première version du fascicule parue en décembre 2005, la démarche adoptée consistait à évaluer les risques pour les personnes (usagers et populations riveraines) prioritairement à partir de la mortalité des accidents directement liée à la marchandise dangereuse. La mortalité était évaluée au moyen d'un logiciel, dit logiciel EQR (Évaluation Quantitative des Risques). Lorsque le tunnel présentait un enjeu du point de vue des TMD, cette évaluation était conduite pour chacun des itinéraires possibles (itinéraire du tunnel et éventuels itinéraires alternatifs) en considérant dans chaque cas que tous les TMD empruntaient l'itinéraire considéré. Puis, les résultats obtenus pour chaque itinéraire étaient comparés entre eux.

Au 1^{er} janvier 2010, la réglementation relative au transport de marchandises dangereuses (TMD) a évolué, rendant ainsi nécessaire une modification de la méthode préconisée en 2005. Cette modification, explicitée dans le présent document, intègre en outre le retour d'expérience de dix années d'application de la méthode.

Deux évolutions majeures en résultent. D'une part, la méthode qui reposait principalement sur une logique binaire (marchandises dangereuses autorisées ou interdites dans l'ouvrage) permet à présent d'adopter des solutions intermédiaires (autorisation de certains types de TMD dans le tunnel). D'autre part, l'analyse est maintenant systématiquement multicritères alors qu'auparavant elle ne l'était que si le risque de mortalité ne permettait pas de conclure seul.

Le présent fascicule décrit cette démarche d'une manière opérationnelle. Il présente également les différentes mesures susceptibles de diminuer le risque en tunnel si des TMD doivent l'emprunter : mesures de prévention (visant à réduire la probabilité d'un accident) et de protection (visant à limiter les conséquences si un accident survient néanmoins).

Le lecteur intéressé trouvera dans les annexes des compléments et des justifications sur la démarche adoptée.

Par commodité d'abréviation, le terme «bureau d'études» désignera dans la suite du propos une entité publique ou privée à même de réaliser tout ou partie de l'analyse des risques liés aux TMD. Une telle entité est à même d'impliquer des personnels formés à l'application de la méthode décrite et à l'utilisation de ses outils. Ces personnels doivent, individuellement ou en équipe, disposer des connaissances et de l'expérience suffisante pour comprendre les fondements théoriques, interpréter correctement les résultats et proposer une évaluation des risques pertinente au maître d'ouvrage.

Ce fascicule a été discuté et présenté à la Commission Nationale d'Évaluation de la Sécurité des Ouvrages Routiers (CNESOR).

La problématique des transports de marchandises dangereuses (TMD)

1.1. Les TMD et leur réglementation générale

En France, le trafic des TMD représente en moyenne 5% du trafic des poids lourds. Il existe une grande variété de matières dangereuses et par conséquent de risques à prendre en compte.

Le tableau ci-dessous montre leur classification internationale ainsi que des exemples d'étiquettes apposées sur les marchandises (d'autres étiquettes sont aussi utilisées pour certaines classes selon les dangers présentés par la marchandise).

	1. Matières et objets explosibles		5.1. Matières comburantes 5.2 Peroxydes organiques
	2. Gaz		6.1 Matières toxiques
	3. Liquides inflammables		6.2 Matières infectieuses
	4.1 Matières solides inflammables, matières autoréactives et matières explosives désensibilisées		7 Matières radioactives
	4.2 Matières sujettes à l'inflammation spontanée		8 Matières corrosives
	4.3 Matières qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables		9 Matières et objets dangereux divers

Classification des matières dangereuses et exemples d'étiquettes

Les données statistiques montrent que les TMD ont comparativement moins d'accidents que les autres poids lourds (sans doute en raison d'une meilleure formation des conducteurs et d'un entretien plus soigné des véhicules). La gravité moyenne des accidents est du même ordre (rapport du nombre d'accidents corporels au nombre total d'accidents, rapport du nombre de morts au nombre d'accidents corporels, etc.). Au total il y a donc relativement peu d'accidents impliquant des TMD (de l'ordre de 200 par an en France sur l'ensemble du réseau routier) ; ceux-ci provoquent une dizaine à une vingtaine de décès par an. Il s'agit majoritairement d'accidents de la circulation pour lesquels la marchandise dangereuse n'intervient ni comme cause ni comme facteur aggravant.

Toutefois, même si les accidents impliquant la marchandise dangereuse transportée sont heureusement très rares, un certain nombre de matières sont susceptibles de produire des accidents très graves : explosions dues à des gaz ou à des liquides inflammables, incendies violents, rejets de gaz toxiques, etc. En France, en 1997, la collision à un passage à niveau à Port-Sainte-Foy entre un train et un camion-citerne transportant des hydrocarbures, a ainsi entraîné la mort de 13 personnes. En Europe occidentale, au cours des dernières décennies, l'accident le plus grave impliquant un transport routier de marchandises dangereuses est celui de Los Alfaques (Espagne), le 12 juillet 1978, qui fit 216 tués à la suite de l'explosion d'une semi-remorque citerne de propylène sur une route longeant un camping.

En raison des dangers présentés par les matières transportées, les TMD font l'objet d'une réglementation particulière, définie au niveau international. Celle-ci est constituée par l'ADR¹, élaboré dans le cadre de la Commission économique pour l'Europe des Nations Unies (CEE-ONU à Genève). Cet accord international réactualisé tous les deux ans a été rendu obligatoire dans l'Union européenne aussi bien pour les transports à l'intérieur des États que pour les transports internationaux. La réglementation française² reprend donc l'ADR, dont elle complète et précise certaines prescriptions.

La réglementation attribue à chaque matière un numéro à quatre chiffres, dit «numéro ONU», et établit une classification des marchandises dangereuses selon leurs risques (cf. tableau ci-avant). La réglementation fixe les prescriptions techniques et les règles d'utilisation concernant les contenants (emballages, citernes, conteneurs,...). Elle définit les règles relatives à l'homologation des véhicules, qui sont soumis à des prescriptions spécifiques (circuits électriques, freinage, extincteurs,...) allant au-delà du Code de la route, et le contenu de leur visite technique annuelle. Elle impose des procédures d'expédition (marquage et étiquetage des colis, placardage et signalisation orange des conteneurs, des citernes mobiles, des véhicules, documentation, etc.). La réglementation ADR traite aussi de la formation des intervenants, et notamment des conducteurs routiers, ainsi que de l'organisation des entreprises en matière de sécurité des transports (les entreprises devant, par exemple, faire appel à un conseiller à la sécurité qualifié). Les conditions de chargement et de déchargement sont aussi réglementées, et les obligations de sécurité respectives des intervenants dans la chaîne de transport (transporteur, chargeur, etc.) sont précisées par les textes.

Pour tenir compte, lorsque le contexte l'exige, de l'existence de vulnérabilités locales particulièrement importantes, la réglementation permet d'édicter des interdictions locales sur certains itinéraires.

Depuis le 1^{er} janvier 2010 une signalisation spécifique doit être utilisée pour les tunnels routiers. Elle est présentée au chapitre 1.4.

¹ Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route.

² Arrêté du 29/05/2009 relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres, dit «arrêté TMD».



Illustration 1 : Exemple de signalétique de transport de marchandise dangereuse :
étiquette verte (gaz), étiquette jaune (matière comburante solide ou liquide),
plaque orange (n° ONU indiquant l'oxygène liquide)

1.2. Spécificités des tunnels pour les TMD

Les conséquences des accidents impliquant des marchandises dangereuses peuvent être aggravées en tunnel en raison du confinement de l'ouvrage. Les dangers majeurs susceptibles de provoquer un nombre important de victimes en tunnel, et éventuellement de causer des dégâts sévères à l'infrastructure, sont principalement les suivants :

- **explosions pour lesquelles deux niveaux peuvent être distingués :**
 - explosions «très importantes», comme celle d'une citerne de GPL³ chauffée par un incendie (explosion due à l'expansion violente des vapeurs provenant du gaz liquéfié en ébullition, suivie d'une boule de feu),
 - explosions «importantes», comme celle d'une citerne contenant un gaz liquéfié non inflammable chauffée par un incendie (explosion due à l'expansion violente des vapeurs provenant du gaz liquéfié en ébullition, sans boule de feu) ;
- **relâchements importants de gaz toxique :** un tel relâchement peut être dû à une brèche sur une citerne contenant un gaz toxique ou un liquide toxique volatil. Il peut entraîner le décès des personnes situées à proximité de la fuite, mais aussi dans les zones où le courant d'air va pousser les gaz, y compris à l'extérieur du tunnel ;
- **incendies violents :** l'incendie d'une citerne d'essence, par exemple, produit des quantités considérables de fumées, de gaz toxiques et de chaleur (voir l'annexe C du fascicule 4 sur les études spécifiques de dangers). Selon le type de tunnel, il peut être très difficile de protéger les usagers présents dans le tunnel des effets d'un tel incendie et le nombre de victimes peut alors être important.

³ Gaz de pétrole liquéfié.

L'aggravation des conséquences par rapport à l'air libre justifie donc que l'on se pose la question du choix des marchandises dangereuses dont le transport est autorisé dans l'ouvrage. Mais l'existence d'un itinéraire alternatif entièrement à l'air libre ne peut pas, à elle seule, conduire à interdire un tunnel à toutes les marchandises, principalement pour les raisons suivantes :

- il peut exister sur l'itinéraire alternatif des zones de population dense où certains types d'accidents de TMD sont susceptibles d'avoir des conséquences catastrophiques, l'itinéraire passant par le tunnel traversant au contraire des zones peu habitées ;
- l'itinéraire alternatif peut être plus accidentogène que l'itinéraire empruntant le tunnel ; ce dernier peut même avoir été créé, entre autres raisons, pour offrir un itinéraire présentant des caractéristiques bien meilleures sur le plan de la sécurité routière.

De plus, les conséquences des accidents impliquant un certain nombre de marchandises dangereuses (matières corrosives par exemple) ne sont pas aggravées par le confinement.

C'est donc sur une comparaison des risques que doit se fonder le choix des marchandises dont le transport est autorisé en tunnel. Ces comparaisons sont délicates car :

- les catastrophes en cause ont des probabilités d'occurrence très faibles ;
- le nombre de victimes de ces catastrophes est à la fois extrêmement faible en moyenne annuelle (très inférieur au nombre de victimes d'accidents de la route) et susceptible d'être élevé si un accident exceptionnel survient ;
- la répartition des victimes entre usagers et riverains varie selon que l'itinéraire est à l'air libre ou en tunnel.

Pour éviter que le régime des TMD ne soit choisi de manière arbitraire, l'emploi de la méthode décrite dans ce fascicule est préconisé.

1.3. Principe de circulation des TMD en tunnel

1.3.a. Fondement

Le principe de circulation des TMD en tunnel se fonde sur l'hypothèse qu'il existe dans les tunnels trois dangers principaux susceptibles de faire de nombreuses victimes ou d'endommager sérieusement la structure (cf.1.2.) :

- a) les explosions graves, parmi lesquelles on distingue les explosions «très importantes» et les explosions «importantes» ;
- b) les fuites importantes de gaz toxique ou de liquide toxique volatil ;
- c) les incendies importants.

L'ordre dans lequel ces dangers figurent ci-dessus correspond à la fois à des conséquences décroissantes en terme de gravité et à une efficacité croissante des mesures possibles de protection. Les cinq catégories de tunnels définies par l'ADR ont été établies sur la base de cette hiérarchisation.

1.3.b. Catégories de tunnels

Une restriction au passage des TMD dans un tunnel ne peut réglementairement se faire qu'en affectant au tunnel l'une des cinq catégories décrites dans le tableau 1.1. ci-après.

Catégorie A	Aucune restriction aux TMD
Catégorie B	Interdiction aux TMD susceptibles de provoquer une explosion très importante
Catégorie C	Interdiction aux TMD susceptibles de provoquer une explosion très importante, une explosion importante ou une fuite toxique importante (gaz ou liquide volatil)
Catégorie D	Interdiction aux TMD susceptibles de provoquer une explosion très importante, une explosion importante, une fuite toxique importante ou un incendie important
Catégorie E	Interdiction à tous les TMD (sauf numéros ONU 2919, 3077, 3082, 3291, 3331, 3359 et 3373) ⁴

* Les n°ONU 2919, 3077, 3082, 3291, 3331, 3359 et 3373 sont en outre autorisés.

Tableau 1.1. : Catégories de tunnels au sens de l'ADR

Le choix de la catégorie détermine de manière précise les TMD autorisés dans le tunnel et ceux qui ne le sont pas. Aucune dérogation ni aucune modification à la liste des TMD autorisés/interdits dans un tunnel d'une catégorie donnée, ne sont prévues.

Il est en revanche possible d'appliquer à certains ou à tous les TMD empruntant un tunnel des mesures d'exploitation spécifiques pour réduire les risques. Ces dispositions sont précisées dans le chapitre 5.

⁴ 2919 matières radioactives transportées sous arrangement spécial, non fissiles ou fissiles exceptées
 3077 matière dangereuse du point de vue de l'environnement, solide
 3082 matière dangereuse du point de vue de l'environnement, liquide
 3291 déchet d'hôpital non spécifié
 3331 matières radioactives transportées sous arrangement spécial, fissiles,
 3359 engin de transport sous fumigation
 3373 matière biologique, catégorie B

1.3.c. Codes de restriction des marchandises dangereuses en tunnel

La réglementation prévoit que chaque marchandise dangereuse reçoit également un des 4 codes de restriction en tunnel décrit dans le tableau 1.2. ci-après.

Code B	Marchandise présentant un risque d'explosion «très importante»
Code C	Marchandise ne présentant pas le risque correspondant au code B mais présentant un risque d'explosion «importante» ou de fuite toxique importante
Code D	Marchandise ne présentant pas les risques correspondant au code B ou C mais présentant un risque d'incendie important
Code E	Marchandise ne présentant pas les risques correspondant au code B ou C ou D
Aucun code	Cinq matières dangereuses ne présentent pas de spécificités en tunnel vis-à-vis de l'air libre en termes de conséquence d'accident impliquant leur libération. Elles portent respectivement les numéros ONU 2919, 3291, 3331, 3359 et 3373.

Tableau 1.2. : Codes de restriction des marchandises dangereuses en tunnel

Le code de restriction des TMD est déterminé par le transporteur selon les règles de l'ADR à partir des codes des marchandises transportées. Ce code figure dans les documents de bord. Il n'est pas affiché à l'extérieur du véhicule. Il peut aussi dépendre de la quantité ou de l'emballage des marchandises transportées.

Pour déterminer le code de restriction de son chargement, le transporteur se base sur le code de restriction de chaque matière qui figure dans le tableau A du chapitre 3.2. de l'ADR (entre parenthèses dans la colonne 15). Dans ce tableau, le code d'une matière peut comporter :

- **une seule lettre**, qui s'applique alors quels que soient la quantité et l'emballage ;
- **deux lettres séparées par un nombre** : dans ce cas la première lettre s'applique lorsque la masse nette totale transportée (en kg) est supérieure à ce nombre, et la seconde dans le cas contraire (ainsi B1000C signifie que le code de restriction en tunnel est B s'il est transporté plus de 1 000 kg de la matière considérée, et qu'il est C sinon) ;
- **deux lettres séparées par une barre oblique (/)** : dans ce cas la première lettre s'applique lorsque la matière est transportée en citerne ou en vrac, et la seconde dans le cas contraire (ainsi D/E signifie que le code de restriction en tunnel est D si la matière est transportée en citerne ou en vrac et E dans le cas contraire) Lorsque plusieurs matières différentes sont transportées dans le même véhicule, c'est le code le plus restrictif qui s'applique à l'ensemble.

Il est à noter que les restrictions en tunnel, tout comme celles à l'air libre, ne s'appliquent qu'aux véhicules que l'ADR soumet à l'obligation de signalisation à l'extérieur des véhicules (plaques orange). Sont ainsi exclues les matières transportées en petites quantités ou éventuellement en petits emballages. En outre, la réglementation ADR ne s'applique pas aux matières utilisées pour propulser le véhicule.

1.3.d. Principe de circulation

Un TMD peut circuler uniquement dans les tunnels dont la catégorie se situe avant son code de restriction dans l'ordre alphabétique. Par exemple, un TMD de code C peut uniquement circuler dans les tunnels de catégorie A et B. Les cinq matières de faible danger qui n'ont pas de code de restriction en tunnel (cf.1.3.c.) sont ainsi autorisées dans tous les tunnels. Le tableau 1.3. explicite ce principe.

Catégorie de tunnel	Codes de restriction des TMD autorisés
A	B, C, D, E*
B	C, D, E*
C	D, E*
D	E*
E	TMD sans code de restriction en tunnel (numéros ONU 2919, 3077, 3082, 3291, 3331, 3359 et 3373)

* Les n°ONU 2919, 3077, 3082, 3291, 3331, 3359 et 3373 sont en outre autorisés.

Tableau 1.3. : Correspondance entre catégorie de tunnel et code de restriction des TMD

Il est de l'obligation du transporteur de s'assurer que l'itinéraire qu'il compte emprunter ne comporte que des tunnels dont la catégorie autorise le passage de la marchandise dont il a la charge.

1.3.e. Textes de référence

Depuis le 1^{er} janvier 2007, l'ADR comporte des prescriptions particulières pour les tunnels; celles-ci ont été modifiées le 1^{er} janvier 2009. Les principales dispositions de l'ADR relatives aux tunnels se trouvent :

- à l'annexe A, partie 1, chapitre 1.6., § 1.6.1.12. ;
- à l'annexe A, partie 1, chapitre 1.9., § 1.9.5. – Restrictions dans les tunnels (qui contient les dispositions relatives aux catégories de tunnels);
- à l'annexe A, partie 3, chapitre 3.2., § 3.2.1. et surtout tableau A (qui donne, entre autres, le code de restriction en tunnel de chaque matière);
- à l'annexe B, partie 8, chapitre 8.6. - Restrictions à la circulation des véhicules transportant des marchandises dangereuses dans les tunnels routiers (qui contient notamment les dispositions relatives aux codes de restriction en tunnel des marchandises).

Les dispositions de l'ADR relatives aux tunnels sont d'application obligatoire depuis le 1^{er} janvier 2010 dans tous les ouvrages routiers souterrains ouverts à la circulation publique, quelle que soit leur longueur et quel que soit leur maître d'ouvrage.

1.4. Signalisation

La réglementation des TMD en tunnel requiert une signalisation appropriée des catégories. Un arrêté du 25 juin 2009 a introduit celle-ci dans l'arrêté du 24 novembre 1967 modifié relatif à la signalisation des routes et des autoroutes et dans l'instruction interministérielle sur la signalisation routière du 13 août 1977 modifiée (IISR).

Les tunnels de catégorie A n'appellent aucune signalisation particulière puisqu'il n'y a pas de restriction aux TMD. Les autres tunnels doivent faire l'objet d'une pré-signalisation et d'une signalisation en position :

- la **pré-signalisation** doit être assurée au moyen du nouveau **panneau C117** auquel est adjoint un panonceau (appelé M11c1) qui porte une lettre indiquant la catégorie du tunnel. Le panneau C117 est implanté en amont (à une distance qui correspond à environ 6 secondes de parcours) du dernier point de choix précédant le tunnel. Il peut être précédé par un panneau identique placé plus en amont ; celui-ci est alors complété à la fois par le panonceau M11c1 indiquant la catégorie du tunnel et par un panonceau indiquant la distance séparant le panneau du dernier point de choix (panonceau M1) ;
- la **signalisation en position** est implantée au dernier point de choix avant le tunnel et est constituée du **panneau B18c** complété par un panonceau M11c1 indiquant la catégorie du tunnel. Cet ensemble peut être répété sur la voie d'accès du tunnel si des possibilités de demi-tour sont présentes. Il est alors implanté au droit de l'aire de retournement. L'illustration 2 représente ces panneaux.

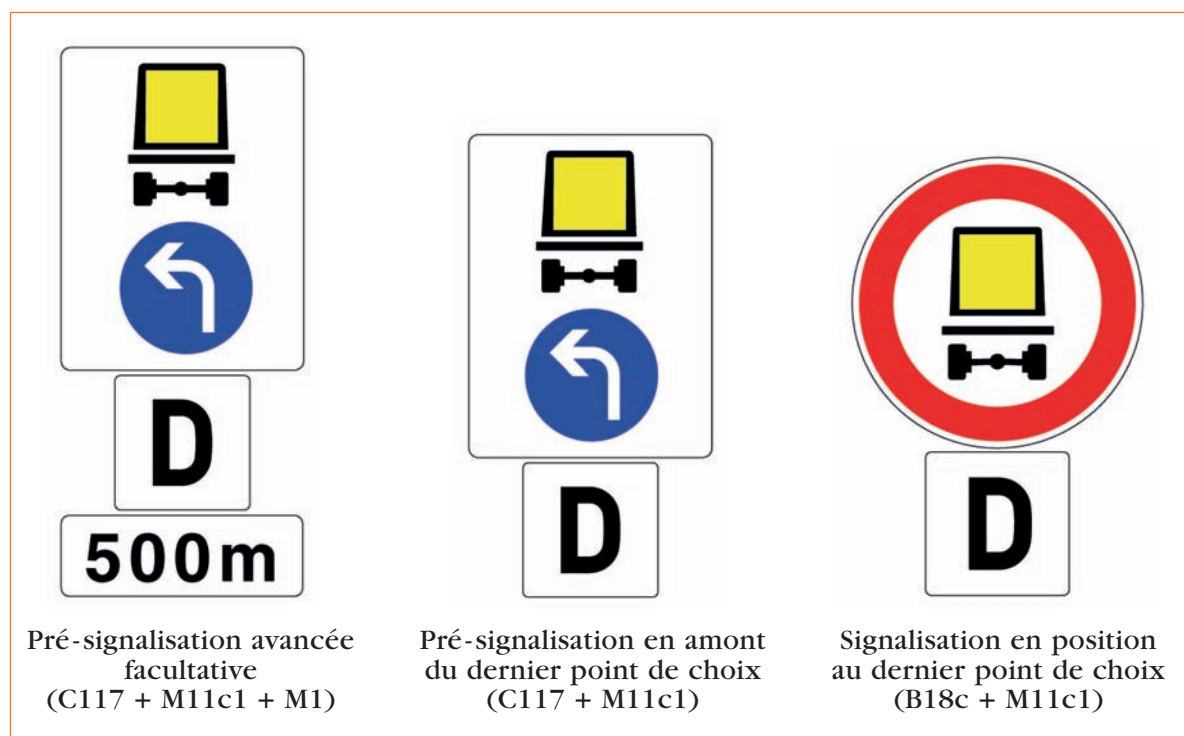


Illustration 2 : Exemples de présignalisation et de signalisation d'un tunnel de catégorie D

Comme antérieurement, les itinéraires de contournement doivent être signalés conformément aux dispositions prévues à l'article 49-1 «Itinéraire catégoriel de contournement» de l'IISR, qui est inchangé. Sur l'itinéraire de contournement, les panneaux de signalisation de direction comportent le symbole SC12 existant, sans ajout d'un panonceau M11c1 (cf. illustration 3).



Illustration 3 : Exemple de signalisation avec symbole SC12 sur l'itinéraire de contournement

Notes

Notes

[illegible]

Principes de l'analyse des risques liés au TMD

La question à laquelle doit répondre l'analyse des risques se pose dans les termes suivants :

Quelle catégorie choisir pour le tunnel afin de réduire autant que possible le risque global lié au TMD sur l'ensemble formé par l'itinéraire comportant l'ouvrage étudié et les autres itinéraires possibles?

La méthode décrite dans le présent fascicule se limitera à donner des éléments d'appréciation du risque permettant d'éclairer ce choix.

Elle consiste à comparer les cinq catégories de tunnel (A à E) en termes de risque lié au TMD. Lorsque le tunnel est de catégorie A, le transport de toutes les marchandises dangereuses y est autorisé. S'il est de catégorie E, aucune marchandise ne peut transiter dans l'ouvrage⁵ et les TMD devront emprunter des itinéraires alternatifs. Les trois autres (B à D) conduisent à une répartition des marchandises dangereuses entre l'itinéraire comportant le tunnel et le ou les itinéraires alternatifs éventuels. La méthode décrite dans le présent fascicule s'appuie sur une approche différente de celle présentée dans la version de 2005 où seuls les itinéraires étaient comparés (celui comportant le tunnel avec le ou les itinéraires alternatifs).

2.1. Examen de la nécessité d'une analyse des risques

Une analyse des risques liés aux TMD n'est pas nécessaire dans les cas suivants :

- tunnels nouveaux de plus de 300 m situés sur un itinéraire interdit par ailleurs aux TMD ;
- tunnel existant de plus de 300m interdits aux TMD et qu'on n'envisage pas d'autoriser dans le futur.

En tout état de cause, une analyse des risques liés aux TMD doit être faite :

- au moment de l'élaboration du dossier préliminaire de sécurité d'un tunnel nouveau ;
- au moment de l'élaboration du premier dossier de sécurité d'un tunnel en exploitation de plus de 300m ;
- au moment de l'actualisation du dossier de sécurité pour le renouvellement de l'autorisation d'exploiter, dans l'un ou l'autre des cas suivants :
 - les conditions de trafic et/ou d'urbanisme ont évolué significativement,
 - le retour d'expérience ou d'éventuelles circonstances particulières sont de nature à remettre en cause le régime TMD,
 - l'analyse de risque liée au TMD est antérieure à la première version du fascicule 3 (décembre 2005) et ne convient plus, par exemple parce qu'elle repose sur une ancienne version du modèle QRA et/ou parce qu'elle comporte trop d'insuffisances vis-à-vis de la méthode préconisée dans cette première version,
 - en ce qui concerne les tunnels en service partiellement autorisés aux TMD avant le 1^{er} janvier 2010, la catégorie A, B, C, D ou E avait été choisie «à dire d'expert».

Dans tous ces cas, la nouvelle analyse de risques doit intégrer le principe des catégories de marchandises dangereuses, même si la précédente ne l'intégrait pas.

⁵ Exception faite de certaines marchandises ne présentant pas de risque additionnel spécifique en tunnel (cf. 1.3.c.).

2.2. Place de l'analyse des risques

Pour un tunnel en projet, il est conseillé d'étudier le régime TMD dès le stade de l'étude préalable d'ouvrage d'art (EPOA) pour argumenter un choix très en amont. Ce choix est à confirmer au stade du projet d'ouvrage d'art (POA, ou selon les cas de l'avant-projet d'ouvrage d'art - APOA), qui doit obligatoirement comporter l'analyse des risques TMD. En effet, l'obligation de certains aménagements (par exemple caniveau à fente continue de recueil des liquides dangereux, dimensionnement de la ventilation, etc.) dépend du régime TMD retenu.

Avertissement :

La réalisation de l'analyse des risques liés au TMD doit se baser sur la variante de tunnel finalement retenue à l'issue de la première phase de l'APOA. Même s'il est tentant d'utiliser cette méthode pour comparer des variantes de conception du tunnel entre elles, cette démarche n'est pas conseillée. En effet, la méthode n'est pas adaptée pour une recherche d'optimisation des mesures de réduction du risque, ni pour l'analyse comparative des systèmes de ventilation-désenfumage. En outre, au-delà de ces limites, une telle approche serait très incomplète dans la mesure où elle n'intégrerait pas les autres facteurs de risques notamment les incendies non liés au TMD.

L'analyse des risques TMD doit être réalisée avant l'étude spécifique des dangers (ESD), de façon que cette dernière puisse s'appuyer sur un choix déjà validé du régime de passage des TMD. En outre, si l'analyse des risques TMD met en évidence que des marchandises dangereuses autres que les hydrocarbures liquides contribuent de manière importante au risque TMD, on doit examiner l'opportunité de prendre en compte dans l'ESD des événements déclencheurs mettant en jeu ces marchandises (cf. fascicule 4 – études spécifiques des dangers).

L'analyse des risques TMD commence en tout état de cause par une analyse détaillée du trafic TMD du tunnel, actuel ou prévisionnel, diligentée par le maître d'ouvrage (cf. sous partie *ad-hoc* de l'étude de situation explicitée en Annexe A).

2.3. Les critères de l'analyse des risques

2.3.a. Risque de mortalité des accidents de type «M»⁶

La mortalité des usagers empruntant le réseau routier ou se trouvant à proximité est un élément d'appréciation fondamentale du risque de circulation des marchandises dangereuses. Or, un accident impliquant un transport de marchandise dangereuse peut provoquer la mort d'un usager dans deux cas de figures.

En premier lieu, si l'accident entraîne la libération de la marchandise dangereuse transportée, l'usager et/ou les riverains peuvent être victimes des conséquences de cette libération (cf. 1.3.a.). Ce sont les accidents dit de type «M».

En second lieu, il peut s'agir d'un accident de la route susceptible d'entraîner des blessures graves ou des décès sans libération de la marchandise dangereuse. Ce sont les accidents de type C⁷.

Les accidents dit de type «M» ont une probabilité d'occurrence très faible mais des conséquences qui peuvent être très importantes et avoir un impact sociétal significatif. Les accidents de type «C» ont une probabilité d'occurrence beaucoup plus élevée avec des conséquences moins importantes. Le caractère moins grave des accidents de type «C» ne compense pas leur occurrence plus importante. Le risque de mortalité des accidents de type «C» est ainsi nettement supérieur à celui des accidents de type «M».

De ce fait, si le risque de mortalité était évalué sans distinguer les accidents de type «M» et de type «C», les accidents de type «M» seraient non discriminants et l'impact sociétal spécifique qu'ils peuvent susciter ne serait alors pas pris en compte. Les risques de mortalité liés aux accidents de type «M» et aux accidents de type «C» sont donc analysés séparément. Ce traitement séparé donne implicitement un poids plus important aux accidents susceptibles de provoquer un grand nombre de morts et traduit ainsi une aversion au risque vis-à-vis de ce type d'accidents.

En conséquence de ce qui précède, le premier critère d'évaluation du risque est le risque de mortalité des accidents de type «M» c'est-à-dire entraînant la libération de la marchandise dangereuse.

2.3.b. Risque de mortalité des accidents de type «C»

Pour les mêmes raisons que celles développées au 2.3.a., le second critère d'évaluation des risques est le risque de mortalité des accidents de type «C» c'est-à-dire n'entraînant pas la libération de la marchandise dangereuse.

⁶ Le risque d'accidents majeurs doit être pris en compte, même si leur probabilité d'occurrence est très faible. Dans le modèle EQR, les probabilités conditionnelles qu'un accident matériel de véhicule TMD dégénère en un des 13 scénarios graves retenus sont en moyenne de 2/1000 à l'air libre et de 5/1000 en tunnel.

On constate, sur la base de l'accidentologie de la période 1987-1997, que si les accidents corporels de type «M» représentent environ 40% des accidents corporels impliquant les TMD, leur gravité (nombre de blessés et de tués) est très voisine de celle des accidents de type «C». Cela peut s'expliquer par le fait que, sur la période considérée, la plupart des accidents avec libération de la matière dangereuse sont restés d'ampleur limitée.

⁷ Dans la suite du propos, la lettre C peut faire référence au type d'accidents mais aussi à la catégorie d'un tunnel ou au code d'une marchandise dangereuse selon l'ADR.

2.3.c. La vulnérabilité des itinéraires vis-à-vis des accidents de TMD

La prise en compte de la vulnérabilité conduit à intégrer pour chacun des itinéraires étudiés, les enjeux (principalement environnementaux, économiques et urbanistiques) relatifs :

- à la présence de sites naturels (notamment les cours d'eau) susceptibles d'être endommagés (par exemple par un incendie) ou concernés par une pollution accidentelle en cas de déversement de matière dangereuse ;
- à la présence d'ouvrages (ponts, tunnels), de bâtiments (monuments historiques), de sites industriels, etc., susceptibles de subir des dégâts lors d'un accident de TMD ;
- à la présence de concentrations de populations pouvant être impacté par les nuisances liées à l'accident ou à sa gestion (hors enjeu de mortalité objet des deux critères explicités respectivement aux 2.3.a et 2.3.b) comme, par exemple, des nuisances sonores ou olfactives et des mesures de restriction d'accès à leur domicile ;
- aux contraintes qui apparaîtraient en cas de fermeture prolongée des tunnels situés sur les différents itinéraires étudiés (longueur et durée du détour imposé, conséquences économiques locales par exemple si des industries sont pénalisées par un approvisionnement plus long des marchandises dangereuses, etc.) ;
- aux contraintes relatives à la viabilité, notamment hivernale (neige, verglas), des différents itinéraires, et aux risques naturels (inondation, avalanches, chutes de pierre, glissements de terrain, feux de forêts, etc.) qui peuvent les affecter, ces contraintes pouvant par exemple complexifier la gestion d'un accident de TMD ;
- à l'éloignement des services de secours.

Cette liste n'est pas exhaustive. Il y a lieu de noter que la mortalité des populations riveraines ou des usagers n'est pas à prendre en compte car relève des deux critères précédents (cf. 2.3.a. & 2.3.b.).

2.3.d. Les implications économiques de la décision

Indépendamment des risques liés aux accidents, qui font l'objet des trois critères précédents, le régime TMD choisi a des implications à caractère économique tant pour le maître d'ouvrage que pour les transporteurs et chargeurs. Il convient de prendre en compte ces impacts, notamment :

- les coûts supplémentaires d'investissement et d'exploitation du tunnel induits par l'autorisation des TMD ;
- les coûts liés aux mesures complémentaires à prévoir pour la protection de l'environnement (par exemple la pollution et les nuisances sonores) du fait du trafic additionnel dû aux TMD,
- les surcoûts imposés aux chargeurs et transporteurs par des mesures de restrictions, par exemple si elles imposent un ou des itinéraires alternatifs plus longs éventuellement plus contraignants (par exemple forte densité de circulation, congestion aux heures de pointe etc.).

2.4. Un modèle d'évaluation quantitative des risques d'accidents de type «M»

L'évaluation du risque de mortalité des accidents de type «M» est réalisée au moyen du modèle d'évaluation quantitative des risques (EQR)⁸. Ce modèle étant susceptible d'évolutions, c'est la version agréée par le CETU au moment de l'étude qui doit être utilisée⁹. Le modèle EQR ne permettant pas de distinguer les catégories D et E, elles seront regroupées dans une seule catégorie D/E pour cette évaluation.

Le modèle peut être acquis auprès de l'AIPCR. Cette association, ainsi que le CETU, peuvent indiquer des organismes susceptibles de fournir une assistance technique ou une formation aux utilisateurs. En raison de sa complexité, le modèle doit nécessairement être utilisé par des personnes compétentes en matière d'analyses de risques ayant attentivement lu la documentation fournie et formées à son utilisation par un expert. Les futurs utilisateurs doivent ainsi acquérir une très bonne connaissance du modèle ainsi que de ses limites.

Le modèle EQR quantifie les deux aspects du risque : la probabilité d'occurrence des événements et la gravité de leurs 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. Bien que le modèle fournisse des éléments sur tous ces aspects, seuls les résultats concernant les décès sont utilisés dans la démarche ici décrite.

Une évaluation complète des risques d'accidents de type «M» exigerait l'étude de tous les scénarios d'accident susceptibles de se produire. Elle examinerait donc toutes les conditions météorologiques possibles, tous les types d'accidents possibles avec tous les types de véhicules entièrement ou partiellement chargés, éventuellement en infraction, etc. Une telle évaluation étant totalement irréaliste, des simplifications ont été introduites.

Le modèle est basé sur la démarche suivante :

- choix d'un nombre restreint de marchandises dangereuses représentatives ;
- choix de quelques scénarios d'accident graves, représentatifs et impliquant ces marchandises, ceux-ci pouvant se produire en n'importe quel point de l'itinéraire ;
- détermination des probabilités que ces événements se produisent ;
- évaluation des effets de ces scénarios sur les usagers de l'itinéraire et sur les riverains.

L'exploitation la plus simple des résultats effectuée par le modèle consiste, pour chaque scénario d'accident étudié, à multiplier le nombre de morts qu'il entraîne par sa probabilité d'occurrence annuelle, puis à faire la somme pour tous les scénarios : cette moyenne pondérée est appelée «espérance mathématique», notée «EM». L'EM représente donc le nombre moyen annuel de décès dus à des accidents faisant intervenir une marchandise dangereuse¹⁰.

⁸ Le modèle a été développé et mis au point par l'INERIS (France), WS-Atkins (Royaume-Uni) et IRR (Canada) dans le cadre d'un projet de recherche conjoint de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économique) et de l'AIPCR (Association mondiale de la route) avec une participation financière de l'Union Européenne.

⁹ Au moment de la parution du présent fascicule, il s'agit de la version 4.04.

¹⁰ L'EM résulte de la sommation de nombreux événements possibles impliquant pour certains peu de morts et pour d'autres des morts très nombreux, mais avec des probabilités d'occurrence beaucoup plus faibles. Deux remarques peuvent être faites :

- deux événements dont l'un fait dix fois plus de morts que l'autre mais avec une probabilité dix fois plus faible ont le même poids dans l'EM ;
- si un événement a une probabilité annuelle de 1/1000, la probabilité d'avoir cet accident reste la même tous les ans, qu'il y ait eu ou non un tel accident l'année précédente. S'il y en a eu un, cela ne veut évidemment pas dire que le suivant ne se produira que dans mille ans. Tout ce qu'on peut affirmer, c'est que sur une durée très longue, le nombre d'accidents de ce type divisé par la durée se rapprochera de 1/1000 (il serait égal à 1/1000 sur une durée infinie).

Le modèle fournit aussi des résultats permettant une analyse plus détaillée. Il trace en effet des courbes F/N qui indiquent la fréquence annuelle F d'avoir un accident produisant N décès ou plus. Ces courbes peuvent être obtenues globalement pour l'itinéraire ou par type de marchandise transportée. Elles permettent :

- d'apprécier la part des accidents entraînant de nombreuses victimes sur chaque itinéraire, et/ou pour chaque catégorie de marchandises dangereuses ;
- de comparer les différentes courbes entre catégories mais cette comparaison n'est vraiment significative que si la différence entre les EM pour chaque catégorie est significative ;
- d'identifier la contribution à l'EM globale de chaque type de marchandise ou d'accident.

Plus de détails sur le modèle EQR et son utilisation sont fournis en Annexe B.

2.5. Une évaluation des risques en deux phases

La méthode comporte deux phases, dont le déroulement est détaillé respectivement dans les chapitres 4 et 5. La première phase prend la forme d'une analyse simplifiée, dont les résultats déterminent l'utilité d'approfondir ou non l'évaluation des risques par la seconde phase.

Les deux phases nécessitent l'utilisation du modèle EQR, mais avec une quantité de données plus importante dans la seconde.

2.5.a. Phase 1 : Évaluation du risque intrinsèque du tunnel et détermination de l'existence ou non d'itinéraires alternatifs

Cette première phase ne demande qu'un recueil restreint de données (caractéristiques du tunnel, de son trafic y compris TMD et quelques données météorologiques). Le maître d'ouvrage valide ces données et fait réaliser le calcul de l'espérance mathématique de mortalité des accidents de type «M» pour la catégorie A (aucune restriction aux TMD dans le tunnel), au moyen du modèle EQR. Cette espérance mathématique est appelée risque intrinsèque.

Si le risque intrinsèque est faible, on considère que le tunnel ne constitue pas un point singulier en matière de risques TMD et n'est donc pas un critère amené à intervenir dans le choix du régime TMD de l'itinéraire. Il est alors inutile de pousser plus avant l'analyse des risques TMD.

Si le risque intrinsèque du tunnel n'est pas faible, on recherche s'il existe un ou plusieurs itinéraires alternatifs pour les TMD. Dans certains cas exceptionnels, il n'en existe pas et l'itinéraire par le tunnel s'impose. L'analyse se concentre dans ce cas sur les mesures à prendre pour limiter le risque (cf. chapitre 5). S'il existe au moins un itinéraire alternatif, on passe à la deuxième phase.

2.5.b. Phase 2: Comparaison des différentes catégories

Cette deuxième phase n'est réalisée que si les conclusions de la première phase montrent qu'elle est nécessaire. Elle demande un important recueil de données complémentaires qui concernent l'itinéraire comportant le tunnel et chacun des itinéraires alternatifs. Elle implique de faire intervenir un bureau d'études spécialisé. Elle permet d'abord de mieux comprendre et caractériser le risque TMD lié à chaque catégorie possible du tunnel. Ces catégories sont ensuite comparées afin de faire émerger celle présentant le niveau de risque le plus faible. Le niveau de risque de chaque catégorie possible dépend de la répartition des TMD entre les différents itinéraires (celui comportant le tunnel et les itinéraires alternatifs) mais aussi des caractéristiques de ces itinéraires.

Cette deuxième phase comporte deux étapes.

La première prend la forme d'une étude de situation. Cette étude débute par le choix des différents itinéraires alternatifs susceptibles d'être empruntés par les TMD. Elle se poursuit ensuite par l'étude de chacun de ces itinéraires et de celui comportant le tunnel. Cette étude doit permettre aux bureaux d'études et aux parties prenantes d'avoir une meilleure connaissance de ces itinéraires et de leurs enjeux. Elle fournit aussi les données d'entrée nécessaires à la deuxième étape.

La deuxième étape consiste d'abord à analyser, évaluer et comparer les catégories possibles du tunnel selon 4 critères de risque identifiés au 2.3. Les catégories possibles du tunnel sont : A, B, C, D/E. Rappelons que D et E sont regroupées car ne peuvent être distinguées dans l'évaluation du risque de mortalité des accidents de type M (cf. 2.4). Cette deuxième étape est conclue par une analyse multicritère destinée à faire émerger la (éventuellement les) catégorie(s) la (les) plus appropriée(s) au regard de l'ensemble des critères. Elle éclaire le MOA dans son choix final de la catégorie du tunnel. Si cette catégorie n'est pas la catégorie A, les études réalisées doivent permettre d'identifier l'itinéraire à signaler aux transporteurs pour le passage des marchandises interdites dans l'ouvrage.

L'illustration 4 présente un logigramme qui précise les tâches à mener, les intervenants et les décisions à prendre par le maître d'ouvrage.

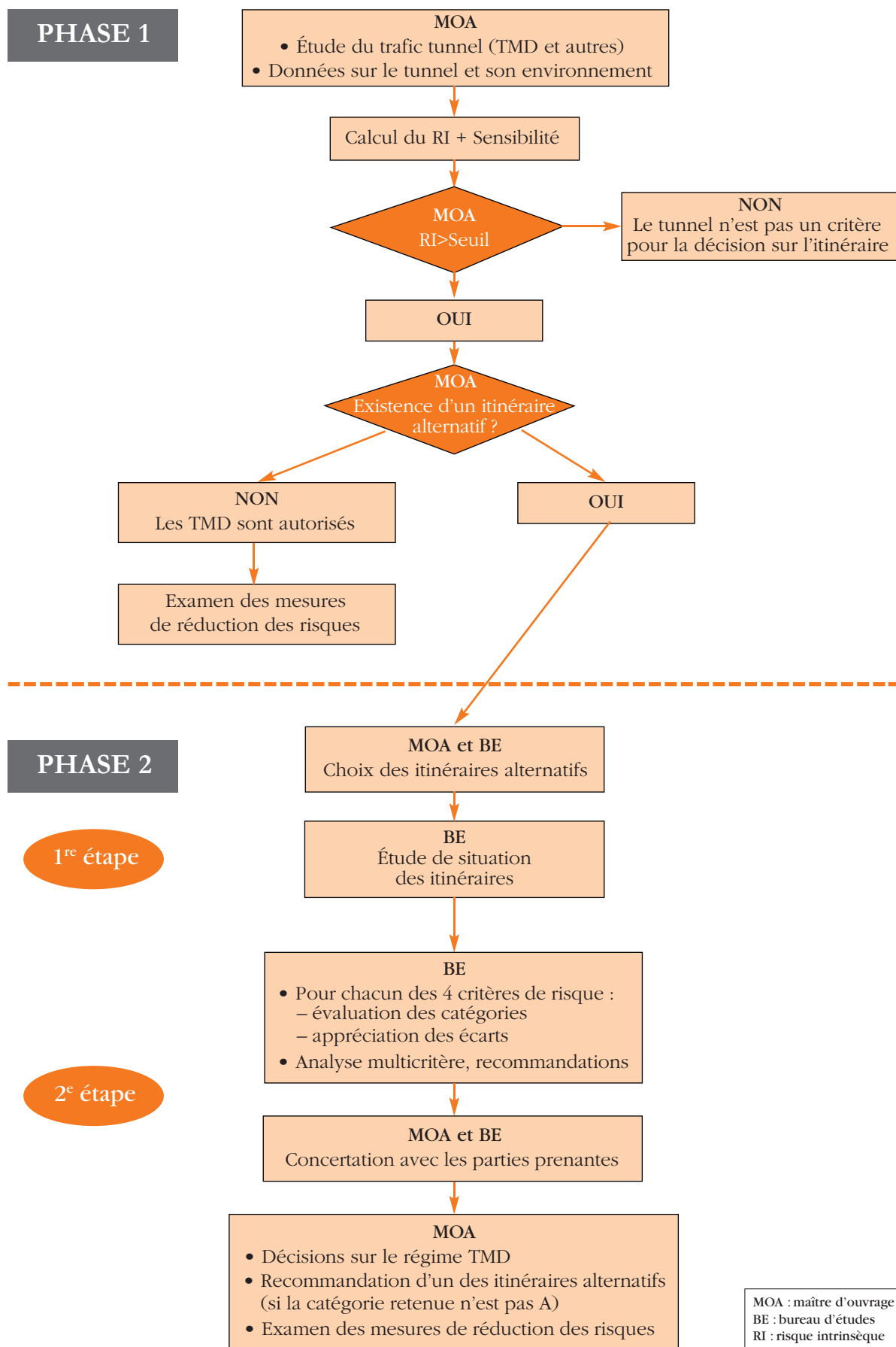


Illustration 4 : Logigramme de la méthode

Déroulement de la phase 1 (évaluation du risque intrinsèque, détermination de l'existence d'un itinéraire alternatif)

Avant toute étude comparative de risques entre les différentes catégories possibles, il importe de savoir si les enjeux de cette comparaison sont suffisamment importants pour qu'elle soit entreprise.

On procède donc à l'évaluation du risque intrinsèque (RI) qui correspond à l'EM des accidents de type «M» survenant dans le tunnel considéré de catégorie A. Il est calculé au moyen du logiciel EQR.

Le calcul du RI, à partir des données rassemblées et validées par le maître d'ouvrage, est effectué par un organisme compétent qui fournit le résultat au maître d'ouvrage. Ce résultat est accompagné d'une étude de sensibilité faisant varier la valeur des paramètres les plus importants notamment le trafic TMD (doublement) et le trafic tout véhicule (30%, éventuellement davantage si le contexte local ou national le justifie). Des informations sur la façon de réaliser le calcul sont données dans la documentation fournie avec le logiciel EQR.

Le RI est ensuite comparé à un seuil indicatif fixé à $1/1000^{11\&12}$.

Si le RI est inférieur à ce seuil, on considère que le passage des TMD dans le tunnel entraîne des risques limités dans l'absolu et que l'existence du tunnel ne doit pas influencer sur la réglementation des TMD à mettre en place sur l'itinéraire. On ne procède donc pas à la seconde phase.

Avant de conclure que le RI est inférieur au seuil, le maître d'ouvrage doit examiner les résultats de l'étude de sensibilité. Si la valeur du RI est proche du seuil et si celui-ci est notablement dépassé lorsqu'on fait varier certaines données dans des limites plausibles, il est conseillé au maître d'ouvrage de considérer que le RI n'est pas inférieur au seuil. Ceci lui évitera de voir le seuil dépassé ultérieurement suite à des évolutions du projet ou des augmentations de trafic. En effet, il serait alors nécessaire de lancer la seconde phase et éventuellement de remettre en cause des choix déjà effectués.

¹¹ Il ne s'agit pas d'un seuil fixé dans l'absolu, mais il résulte de l'examen d'une vingtaine de tunnels ayant fait l'objet d'une analyse comparative de risques. Sa valeur est liée à la modélisation retenue dans le modèle EQR.

¹² Des tunnels successifs sur un trajet peuvent se trouver liés en termes de régime TMD, s'il n'y a pas de possibilité de quitter l'itinéraire entre les tunnels. Dans ce cas on peut se trouver dans la situation où chaque tunnel a un risque intrinsèque inférieur au seuil, mais où la somme de leurs risques intrinsèques est supérieure au seuil. C'est cette somme qu'il faudra alors considérer.

Si le RI est supérieur au seuil, deux cas sont à considérer:

- ou bien, dans des cas exceptionnels, le maître d'ouvrage constate qu'il n'y a pas d'**itinéraire alternatif** et l'autorité en charge de la police de la circulation dans le tunnel le confirme. On ne procède alors pas à la seconde phase. Mais, il convient d'**étudier les mesures susceptibles de réduire les risques dans le tunnel** (voir chapitre 5), puisque les TMD doivent alors nécessairement y passer (tunnel de catégorie A) ;
- ou bien, il existe un ou plusieurs itinéraires alternatifs ; on poursuit alors l'étude par la phase 2.

Notes

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are approximately 20 lines visible. The paper appears to be a standard notebook page.

Déroulement de la phase 2 (comparaison des différentes catégories)

4.1. 1^{re} étape : Étude de situation

4.1.a. Choix des itinéraires alternatifs à étudier

Le maître d'ouvrage doit tout d'abord définir, en liaison avec le bureau d'études, les itinéraires alternatifs à étudier. Il n'est généralement pas utile de sélectionner et analyser plus de deux itinéraires alternatifs et il est conseillé, si cela est approprié, de n'en retenir qu'un. En outre, il y a lieu de privilégier les itinéraires les plus proches.

Il peut s'avérer nécessaire de sélectionner les itinéraires alternatifs en raison des couples origine – destination des TMD, ce qui suppose que ceux-ci aient été préalablement recensés dans l'étude du trafic TMD.

On trouvera en Annexe C des indications plus précises sur la méthodologie de définition des itinéraires alternatifs et sa justification, ainsi qu'un exemple concret d'application.

4.1.b. Étude de chacun des itinéraires

Chaque itinéraire retenu (celui comportant l'ouvrage et les itinéraires alternatifs) est examiné de façon approfondie. Cet examen donne une meilleure connaissance de l'itinéraire ainsi que de ses enjeux vis-à-vis de la circulation des TMD. Il permet de collecter un certain nombre de données, notamment celles nécessaires à l'utilisation du logiciel EQR. Ces apports sont indispensables à l'analyse des quatre critères de risque pour chacune des catégories possibles.

Pour chaque itinéraire, l'étude de situation présente :

- les caractéristiques techniques de l'itinéraire (géométrie, équipements, etc.) ;
- les règles de circulation et leur application (vitesse limite, vitesse pratiquée etc.) ;
- le trafic général hors TMD : Véhicules légers, Poids lourds, Bus, deux roues ;
- le trafic TMD avec sa répartition quantifiée entre les différents itinéraires (celui comportant le tunnel et les alternatifs) pour chaque catégorie possible. Les marchandises dangereuses prises en compte sur les itinéraires alternatifs sont uniquement celles qui auraient pu transiter dans le tunnel mais qui y sont interdites du fait de la catégorie considérée. Les TMD circulant sur les itinéraires alternatifs, que le tunnel leur soit autorisé ou non, ne doivent pas être pris en compte ;
- l'accidentologie routière ;
- la surveillance et l'exploitation de l'itinéraire ;
- la façon dont le territoire environnant est organisée selon les différents usages et ses points sensibles ;
- le contexte sociétal, notamment la densité de population et d'éventuelles zones sensibles ;
- le contexte environnemental, notamment les sites naturels éventuellement protégés et les risques naturels ;
- le contexte économique.

Pour chaque thématique, les éventuelles spécificités relatives au TMD devront être intégrées.

De plus amples précisions sur l'étude de ces itinéraires sont données en Annexe A.

4.2. 2^e étape : Comparaison des catégories par critère – analyse multicritère

Ce chapitre présente la méthode à appliquer pour comparer les catégories possibles (A, B, C, D/E) selon chacun des 4 critères de risque puis réaliser l'analyse multicritère. L'annexe E donne un exemple d'application.

4.2.a. 1^{er} critère : Risque de mortalité des accidents de type « M »

Les données nécessaires au calcul sont collectées dans le cadre de l'étude de situation (cf. 4.1.b et Annexe A). Le bureau d'études utilise ensuite le modèle EQR pour calculer les EM de toutes les catégories possibles¹³. Les principes d'utilisation des données et du modèle sont explicités dans l'Annexe B.

Les hypothèses et les techniques de modélisation des phénomènes mis en jeu par le logiciel d'une part, et les incertitudes sur les données d'entrée d'autre part, doivent inciter à considérer les résultats avec prudence. Leur robustesse sera ainsi testée par des analyses de sensibilité sur les paramètres d'entrée du modèle notamment sur la population locale (20 % d'augmentation éventuellement davantage si une dynamique de développement urbain le justifie), le trafic tout véhicule (30 %, éventuellement davantage si le contexte local ou national le justifie) et le taux d'accidents (par exemple taux par défaut du modèle versus taux observés).

Les espérances mathématiques de mortalité de chacune des catégories (A, B, C, D/E) sont ensuite comparées deux à deux. Leur écart sera évalué tel qu'indiqué ci-après :

- si le rapport des EM¹⁴ est supérieur à 10 : on considère alors systématiquement qu'il existe un **écart significatif** entre les EM des 2 catégories ;
- si le rapport des EM est inférieur à 3 : on considère alors systématiquement qu'il y a un **écart non significatif** entre les EM des 2 catégories ;
- si le rapport des EM est compris entre 3 et 10 : on considère :
 - qu'il y a un **écart significatif** entre les EM des 2 catégories **seulement si** l'étude de sensibilité met en évidence des situations jugées plausibles où l'écart d'EM devient supérieur à dix et n'en met en évidence aucune où il devient inférieur à trois,
 - que l'écart est **indéterminé sinon**.

¹³ Pour rappel, les marchandises dangereuses prises en compte sur les itinéraires alternatifs sont uniquement celles qui auraient pu transiter dans le tunnel mais qui y sont interdites du fait de la catégorie considérée. Les TMD circulant sur les itinéraires alternatifs, que le tunnel leur soit autorisé ou non, ne doivent pas être pris en compte.

¹⁴ Pour la comparaison, le rapport sera toujours tel que le numérateur sera supérieur au dénominateur.

Un tableau permet de clarifier les résultats. Il répertorie les comparaisons de couples de catégories où l'écart entre espérance mathématique de mortalité est significatif ou indéterminé (cf. exemple au sous-chapitre E.1.1.). Les écarts indéterminés doivent être interprétés avec prudence notamment pour l'analyse multicritère. Si la catégorie A présente par exemple une EM supérieure à la catégorie C et que l'écart est indéterminé c'est un argument en faveur d'une préférence de la catégorie C vis-à-vis de la catégorie A. Cet argument n'est bien sûr par aussi fort que si l'écart avait été significatif et doit être apprécié à l'aune des autres comparaisons et critères. Les comparaisons non significatives entre deux catégories ne présentent pas d'intérêt (l'ordre de la comparaison est en effet susceptible d'être inversé en fonction de variations comprises dans la marge d'incertitude).

4.2.b. 2^e critère : Risque de mortalité des accidents de type «C»

Pour chacune des catégories possibles A, B, C, D/E, l'espérance mathématique de mortalité des accidents de type C impliquant des TMD est évaluée sur l'ensemble du réseau formé par l'itinéraire du tunnel et l'(es) itinéraire(s) alternatif(s) retenu(s)¹⁵.

Le calcul de l'espérance mathématique est basé sur les taux de survenance et la mortalité des accidents impliquant des PL. Les conséquences d'un accident de type C sont en effet les mêmes que le PL transporte ou non des marchandises dangereuses puisque, par définition, il n'y a pas libération de la marchandise dangereuse. La fréquence d'occurrence diffère par contre entre les deux types de transport car le trafic TMD est bien moindre. Ils ont donc des espérances mathématiques de mortalité différentes. Celle relative aux TMD sera établie en suivant les préconisations de l'Annexe D.

Les espérances mathématiques de mortalité des catégories sont ensuite comparées deux à deux en déterminant si leur écart est significatif ou non. Cette analyse est extrêmement dépendante de la nature et de la représentativité des données utilisées. Les règles permettant d'établir si un écart est significatif ou non doivent être définies au cas par cas en cohérence avec les données utilisées (local ou par défaut notamment), leurs incertitudes et la valeur des espérances mathématiques de mortalité. Par exemple, une espérance mathématique très faible est très sensible à une faible augmentation du nombre de morts. Une vigilance particulière devra être accordée à l'analyse critique des données utilisées.

Un tableau permet de clarifier les résultats. Il répertorie les comparaisons de couples de catégories où l'écart entre espérances mathématiques de mortalité est significatif (cf. exemple au sous-chapitre E.1.2.).

¹⁵ Pour rappel, les marchandises dangereuses prises en compte sur les itinéraires alternatifs sont uniquement celles qui auraient pu transiter dans le tunnel mais qui y sont interdites du fait de la catégorie considérée. Les TMD circulant sur les itinéraires alternatifs, que le tunnel leur soit autorisé ou non, ne doivent pas être pris en compte.

4.2.c. 3^e critère : La vulnérabilité des itinéraires vis-à-vis des accidents de TMD

Les catégories sont comparées deux à deux du point de vue du critère «vulnérabilité des itinéraires vis-à-vis des accidents de TMD». Cette comparaison est basée sur l'étude de situation (cf. 4.1.b.). Elle a pour objectif de déterminer si, pour chaque couple possible de catégories, une des deux présente un avantage significatif vis-à-vis de l'autre. L'avantage est jugé significatif si la catégorie minimise significativement l'impact négatif des marchandises dangereuses sur l'ensemble des itinéraires concernés en prenant en compte les enjeux identifiés au chapitre 2.3.c.

Compte tenu de la diversité des impacts possibles selon les situations, l'évaluation des catégories est principalement qualitative (à dire d'expert).

Quelle que soit la méthode choisie, il s'agit de justifier les conclusions avec rigueur. Un tableau de synthèse sera utile pour clarifier les résultats. Il répertorie les couples de catégories pour lesquels une des deux présente un avantage significatif vis-à-vis de l'autre (cf. exemple au sous-chapitre E.1.3.).

4.2.d. 4^e critère : Les implications économiques de la décision

Les catégories sont comparées deux à deux vis-à-vis du critère «implications économiques de la décision. Cette comparaison est basée sur l'étude de situation (cf. 4.1.b.). Elle a pour objectif de déterminer si, pour chaque couple possible de catégories, une des deux présente un avantage significatif vis-à-vis de l'autre. L'avantage est jugé significatif si la catégorie minimise les coûts de circulation des marchandises dangereuses pour le maître d'ouvrage et les transporteurs/chargeurs en prenant en compte les impacts identifiés au chapitre 2.3.d.

Comme pour le critère précédent et pour des raisons identiques, il ne rentre pas dans le cadre du présent document de proposer une méthode pour conduire la comparaison, mais les conclusions devront être justifiées avec rigueur.

Un tableau de synthèse sera utile pour clarifier les résultats. Il répertorie les couples de catégories pour lesquels l'écart est jugé significatif (cf. exemple au sous-chapitre E.1.4.).

4.2.e. Analyse multicritère

Les écarts significatifs constatés entre couples de catégories (cf. 4.2.a à 4.2.d) sont d'abord récapitulés par critère. Un tableau est établi à cette fin (cf. exemple au sous-chapitre E.2.). Il donne une vue d'ensemble notamment utile pour la présentation ultérieure aux parties prenantes.

L'analyse multicritère est ensuite conduite par le bureau d'études sur la base de ces écarts significatifs. Cette analyse doit tenir compte de la plus grande importance accordée au risque de mortalité, de l'aversion au risque suscitée par les accidents de type M et de la réglementation qui s'applique au tunnel. Notamment, des arguments particulièrement convaincants sont nécessaires pour que des écarts significatifs en termes de risque de mortalité soient remis en cause par d'autres critères.

Une pondération numérique des critères n'est pas recommandée notamment compte tenu de la difficulté à évaluer numériquement les critères «vulnérabilité des itinéraires vis-à-vis des accidents TMD» et «implications économiques de la décision».

L'analyse multicritère doit faire émerger la catégorie minimisant le risque global lié à la circulation des marchandises dangereuses. Il est important que l'analyse soit discutée et partagée avec le maître d'ouvrage et les autres parties prenantes avant d'aboutir à un choix par le maître d'ouvrage, tant de la catégorie que de ou des itinéraires de passage des TMD.

Si le passage de tout ou partie des TMD est admis dans l'ouvrage, le bureau d'études et le maître d'ouvrage réfléchissent à des mesures de réduction du risque.

Si la catégorie retenue par le maître d'ouvrage est distincte de la catégorie A, un certain nombre de marchandises dangereuses seront interdites dans le tunnel. La réglementation fait obligation de signaler un itinéraire alternatif pour celles-ci. L'étude peut proposer des éléments de choix de l'itinéraire alternatif à signaler pour les TMD interdits dans le tunnel.

Notes

Notes

This image shows a single page of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, typical of notebook paper. There are no margins, text, or other markings on the page.

Mesures permettant de réduire le risque TMD en tunnel

Dans les tunnels nouveaux où les TMD sont autorisés, des dispositions particulières figurent dans l'instruction technique (IT)¹⁶ relative à la sécurité dans les tunnels du réseau routier national.

En tout état de cause, dans tous les tunnels où les TMD sont admis, le maître d'ouvrage doit s'interroger sur la mise en œuvre éventuelle de mesures de l'instruction technique (IT 2000) destinées à réduire les risques dans le tunnel. Ces mesures peuvent concerner aussi bien l'infrastructure (génie civil, équipements) que l'exploitation. Il peut s'agir par exemple des passages en convois ou des restrictions temporelles. Ces mesures sont examinées dans les paragraphes suivants¹⁷.

Il convient de noter que si la circulation de certaines marchandises dangereuses est interdite dans le tunnel (catégorie B à E), cette interdiction doit faire l'objet de contrôles pour assurer son respect. Dans le cas contraire, on risque de se trouver dans une situation potentiellement très dangereuse avec des TMD contrevenants circulant alors même que les dispositions techniques ou d'exploitation du tunnel ne sont pas adaptées pour faire face à un éventuel accident les impliquant.

5.1. Mesures concernant le tunnel et son exploitation

Les moyens d'action concernant le tunnel, ses équipements et son exploitation sont décrits dans le chapitre 7 de l'Instruction Technique :

- géométrie du tunnel prévenant les accidents en général et le poinçonnement des citernes en particulier ;
- amélioration de l'assainissement avec une pente transversale suffisante et des caniveaux à fente continue permettant de limiter la surface et la durée de présence d'une flaque de liquides inflammables ou toxiques ;
- issues de secours plus rapprochées, afin de favoriser l'évacuation des usagers et l'accès des secours ;
- étude des performances de la ventilation¹⁸ pour des incendies de puissance supérieure à 30 MW ;
- renforcement des équipements de détection des incendies, de communication avec les usagers, de signalisation, de fermeture du tunnel, de lutte contre l'incendie, etc. ;
- renforcement de l'exploitation.

¹⁶ Anciennement annexe 2 de la circulaire n°2000-63 du 25 août 2000 et maintenue en vigueur par la circulaire 2006-20.

¹⁷ L'efficacité de ces mesures est, au moins en partie, prise en compte dans le modèle EQR.

¹⁸ Concernant la ventilation transversale une approche coût/bénéfice devra être envisagée.

L'Instruction Technique ne s'applique de façon obligatoire qu'aux tunnels nouveaux du réseau routier national, et laisse pour ceux-ci une marge d'appréciation pour un certain nombre des mesures précédentes selon le caractère plus ou moins sensible du tunnel. La même notion de sensibilité du tunnel peut être utilisée pour analyser le cas d'un tunnel existant.

En plus des critères figurant dans l'Instruction Technique (§ 7.1.), le caractère sensible du tunnel pourra être apprécié en utilisant les résultats de l'analyse de risques TMD, notamment ceux de la phase 1 qui caractérise le risque intrinsèque du tunnel. Ces résultats permettent d'apprécier la part de risque de chaque scénario et son ordre de grandeur.

5.2. Passage en convois avec accompagnement

Dans les grands tunnels, notamment bidirectionnels, disposant à chaque entrée de barrières de péage ou de facilités de contrôle des véhicules, il peut être prévu que tout ou partie des TMD fasse l'objet d'un accompagnement pour la traversée du tunnel. Ces véhicules sont alors regroupés en convois.

Malgré la possibilité d'un effet domino à l'intérieur du tunnel, l'efficacité du passage avec accompagnement est indéniable pour accroître la sécurité. Elle est plus grande encore si les autres trafics sont interdits pendant que les convois de TMD circulent.

La quantification de cette amélioration requiert encore de nombreuses hypothèses mal connues (diminution des taux d'accident et d'incident, des probabilités des catastrophes induites), et nécessiterait en principe d'adapter la structure même du logiciel EQR, conçu pour un trafic continu (pour une discussion plus approfondie, voir Annexe F).

La mise en œuvre des passages avec accompagnement nécessite une aire de parking de véhicules et la disponibilité de personnels d'accompagnement, conditions peu souvent réunies.

Un point essentiel est la sécurisation de cette aire d'attente pour les TMD destinés à être intégrés dans un convoi.

5.3. Restrictions temporelles

Il est possible d'affecter au tunnel des catégories variables selon le moment de la journée, le jour de la semaine, etc.

Le modèle EQR permet de distinguer des périodes différentes, et ainsi de voir si, pour certaines périodes, la comparaison entre les risques de chaque catégorie possible de l'ouvrage conduit à modifier la hiérarchie. Ceci peut permettre d'envisager des restrictions temporelles et de les optimiser¹⁹.

Une telle optimisation n'aboutit à des effets significatifs que si les écarts de risque entre les catégories possibles sont très différents selon que l'on est ou non en période de pointe de trafic. Ceci peut par exemple se produire si une forte pointe de trafic en tunnel correspond à une faible présence de riverains le long des itinéraires alternatifs et vice versa.

On ne trouve en général d'intérêt à une restriction temporelle qu'en l'appliquant toute la journée, et pas seulement aux heures de pointe (pour une discussion détaillée voir Annexe F). Comme pour les passages avec accompagnement, il faut pouvoir disposer d'une aire de parking et la sécuriser.

Les restrictions s'appliquant aux TMD lors heures de pointe peuvent s'avérer intéressantes lorsque le trafic TMD est essentiellement local. Les heures de pointe sont en effet souvent des périodes de fort trafic avec passage éventuel de lignes régulières de transports en commun scolaires. Le maître d'ouvrage se rapprochera utilement des entreprises locales concernées pour des actions d'information en vue du bon respect de ces restrictions, et de concertation afin que les entreprises s'organisent en conséquence.

Il revient au maître d'ouvrage, sur conseil éventuel du bureau d'études, d'apprécier s'il convient de faire analyser d'éventuelles restrictions temporelles au moyen du modèle EQR.

¹⁹ Pour bien apprécier l'effet de telles mesures, il faut prévoir ce que feront les TMD face à une telle interdiction : utilisation d'itinéraires alternatifs ou modification de leur période de passage dans le tunnel. Cette anticipation est souvent difficile.

Annexes

- Annexe A** ■ **L'étude de situation : recueil de données**
A.1 à A.5
- Annexe B** ■ **Présentation du modèle EQR**
B.1 à B.11
- Annexe C** ■ **Le choix des itinéraires alternatifs**
C.1 à C.2
- Annexe D** ■ **Accidents de type C : calcul des EM de mortalité**
D.1 à D.2
- Annexe E** ■ **Exemple d'analyse multicritère
(étapes 2 à 4 de la méthode)**
E.1 à E.3
- Annexe F** ■ **Efficacité et prise en compte des mesures
permettant de réduire les risques TMD**
E1 à E4

L'étude de situation : recueil de données

L'étude de situation présentée au chapitre 4.1.b est détaillée dans la présente annexe.

Cette étude doit permettre de mieux connaître chaque itinéraire. Il convient de la limiter à une portion raisonnable et appropriée du territoire. Dans certains cas, des éléments contextuels éloignés peuvent avoir des répercussions sur l'itinéraire et sur la problématique de circulation des TMD.

Les différents aspects de l'étude, notamment urbains ou sociétaux, seront abordés sous l'angle de leur lien avec les risques liés aux TMD. L'étude de situation doit notamment permettre de collecter les données nécessaires à l'évaluation des critères de la seconde phase de l'analyse des risques. Certaines des données collectées seront utiles au fonctionnement du modèle EQR (critère relatif aux accidents de type M) mais ne seront pas présentées de façon exhaustive et détaillée dans ce fascicule. Une telle présentation est disponible dans la documentation du logiciel (concernant le trafic TMD notamment).

Certaines des données sont directement disponibles auprès du maître d'ouvrage ou de l'exploitant, d'autres nécessitent un recueil complémentaire plus ou moins complexe en fonction de l'environnement local. Certains recueils peuvent bien sûr être sous-traités.

Par manque d'informations disponibles, certaines données pourtant essentielles peuvent s'avérer difficiles à obtenir avec une précision suffisante (accidentologie mesurée sur une durée insuffisante par exemple, ou non encore connue pour un tunnel en projet). Dans ce cas, il est possible d'utiliser des valeurs par défaut plus générales (par exemple moyenne départementale, régionale voire nationale pour l'accidentologie ou valeurs par défaut du modèle EQR).

De plus, il est important de noter que le niveau de détail des données disponibles peut s'avérer notablement différent d'un itinéraire à l'autre (par exemple les données d'accident lorsque l'un des itinéraires étudiés est un itinéraire autoroutier et que l'autre itinéraire est situé sur un réseau secondaire peu circulé). Dans ce cas, on s'attachera à retenir un niveau de description le plus homogène possible entre les itinéraires.

Pour chaque itinéraire, les thématiques décrites dans les chapitres A.1. à A.8. seront analysées.

A.1. Le contexte urbain et sociétal

L'étude décrit l'organisation du territoire. Elle localise notamment les zones d'habitation pavillonnaire ou collective et les points sensibles comme les écoles et les hôpitaux. Elle décrit la densité de population dans une bande large d'environ 1000m centrée sur chaque itinéraire étudié (il s'agit de la population résidente, et le cas échéant, de la population active, de la fréquentation des établissements recevant du public etc.). Elle précise la position des centres à partir desquels interviennent les services de secours.

Enfin, elle précise les ouvrages d'art, les bâtiments remarquables (monuments historiques par exemple) susceptibles d'être impactés par un accident de TMD.

A.2. Le contexte environnemental

L'étude fournit des indications synthétiques sur les risques naturels susceptibles d'affecter les différents itinéraires. Les risques naturels à prendre en compte sont par exemple les inondations, les avalanches, les chutes de pierre, les glissements de terrain, les feux de forêts, etc.

Elle précise également la présence de sites naturels susceptibles d'être concernés par une pollution accidentelle en cas de déversement de matière dangereuse.

L'étude décrit également la météorologie et donne la rose des vents.

A.3. Le contexte économique

En complément du contexte urbain, l'étude localise les sites ou zones d'activité (par exemple industrielles et agricoles) présentant une activité importante et/ou susceptible de générer un trafic de marchandises dangereuses. L'approche est qualitative (repérage des sites, identification de leur activité et de la possibilité ou non qu'elle génère du trafic TMD). Elle ne requière pas d'études origine-destination ; si celles-ci sont réalisées pour une autre raison, elles peuvent néanmoins être utilisées.

A.4. Les caractéristiques techniques

L'étude précise :

- les caractéristiques géométriques pour chaque sens de circulation, établies sur la base du tracé en plan et du profil en long ;
- dans le cas spécifique du tunnel : longueur, pente, dévers, section, diamètre hydraulique, localisation des issues de secours, caractéristiques du système de recueil des effluents liquides, performances de la ventilation et du désenfumage, etc.

A.5. Les règles de circulation

L'étude précise les éventuels régimes d'interdiction ou de restriction sur l'itinéraire ainsi que les vitesses limites et les vitesses pratiquées. Ces vitesses sont précisées par type de véhicules. Si l'itinéraire peut être utilisé comme itinéraire de délestage d'un autre plus important, cette information est également explicitée.

A.6. La surveillance et l'exploitation de l'itinéraire

L'étude décrit les moyens de surveillance et les équipements de gestion du trafic sur l'ensemble de l'itinéraire. Elle indique les délais de fermeture et précise, dans le cas du tunnel, le niveau de surveillance.

A.7. Le trafic

Ce volet de l'étude de situation se concentre sur le trafic général d'une part et sur le trafic spécifique aux TMD d'autre part.

A.7.1. Le trafic général

Concernant les VL, PL et autocars, l'étude fournit une estimation du volume de trafic 10 ans après la mise en service, y compris les variations saisonnières ou journalières, etc. Elle précise également les éventuels risques de congestion.

Elle reprend pour ce faire des éléments de l'étude de trafic du dossier de sécurité, précisés si nécessaire par des investigations complémentaires (recherches de données, comptages).

A.7.2. Le trafic TMD

Le trafic TMD est basé sur des comptages réalisés sur une période minimale de 3 jours ouvrés, si possible hors vacances scolaires, pour être représentative.

Pour chaque catégorie possible, l'étude de situation indique la répartition probable sur les itinéraires alternatifs du trafic de marchandises dangereuses qui aurait pu transiter dans le tunnel mais y est interdit du fait de la catégorie considérée. Il y aura alors lieu de préciser la nature de ce trafic, le volume, les éventuelles variations saisonnières ou journalières, les origine-destination, etc. Tous ces éléments devront être extrapolés 10 ans après la mise en service de l'ouvrage.

En pratique, il est peu probable que les données disponibles permettent de déterminer une répartition spécifique à chaque code de restriction des marchandises dangereuses en tunnel. Cette répartition sera donc la même pour l'ensemble de ces codes. Un certain nombre de méthodes existent ou peuvent être mises au point pour évaluer cette répartition par exemple en se basant sur la notion d'attractivité de l'itinéraire (intégrant notamment la durée et le coût). Il appartient au maître d'ouvrage d'en choisir une sur proposition du bureau d'études. Il ne rentre pas dans le cadre du présent document d'approfondir ce point qui relève davantage de la thématique «trafic» que de l'analyse des risques liés aux TMD en tunnel.

S'il n'y a qu'un seul itinéraire alternatif, les TMD interdits dans l'ouvrage sont considérés comme circulant sur cet itinéraire pour chacune des catégories B, C, D/E.

Sur route, les TMD sont identifiables au moyen d'une plaque orange placée à l'avant et à l'arrière du véhicule. Celle-ci comporte normalement deux nombres. Lorsqu'ils sont présents, les deux nombres en question sont (cf. illustration 5) :

- le code de danger (nombre à 2 ou 3 chiffres) ;
- le numéro ONU (nombre à 4 chiffres).

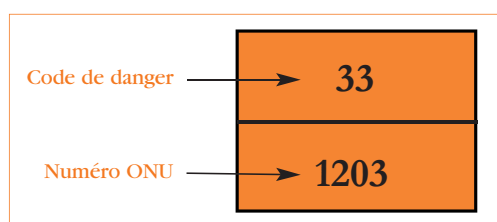


Illustration 5 : Code de danger et numéro ONU

Dans tous les cas d'enquête, le code de danger et le numéro ONU doivent être relevés ainsi que les étiquettes de danger et, si possible, le type de conditionnement (citerne, bouteille, vrac, etc.).

Il est possible que la plaque située à l'avant ou à l'arrière du véhicule soit vierge de tout nombre, notamment dans les cas suivants :

- il s'agit d'un camion composé de plusieurs citernes (ou de plusieurs compartiments au sein d'une même citerne). Plusieurs plaques comportant chacune un code de dangers et un numéro ONU sont alors apposées sur le côté du PL. Cette situation n'est en général rencontrée que sur une minorité de TMD. Dans ce cas, il importe de noter si toutes les MD comportent le même code de danger (par exemple 33), ou si elles comportent des codes de dangers différents (par exemple 30 et 33) ;
- il s'agit d'un camion bâché. Dans ce cas, il est souvent difficile d'identifier de l'extérieur les marchandises transportées, généralement en petits conditionnements (peintures, liquides inflammables en emballages, etc.). Il s'avère que ces transports sont en général minoritaires dans le trafic et que, sauf cas particuliers, en première approximation, ils peuvent ne pas être pris en considération dans la détermination des scénarios ;
- il s'agit de transports de bouteilles. Dans ce cas, les étiquettes de dangers doivent être relevées afin de relier le cas échéant, les transports considérés aux scénarios 3 (bouteille de gaz liquéfié inflammable) ou 12 (produit toxique en bouteille).



(bouteille de gaz)



(produit inflammable)



(produit toxique)

Illustration 6 : Signalisation des gaz, produits inflammables et toxiques

Pour rappel, le code de restriction des marchandises en tunnel n'est pas signalé sur le véhicule. Il figure uniquement sur le carnet de bord.

A.8. L'accidentologie routière

Outre des données d'accidentologie concernant tous les véhicules, il est utile de rechercher celles qui sont spécifiques aux PL notamment pour l'évaluation du risque de mortalité des accidents de type « C ». Les données relatives au trafic PL peuvent être utilisées pour étudier l'accidentologie des TMD. Les taux de survenances sont en effet identiques, car les conséquences d'un accident de type C sont les mêmes que le PL transporte ou non des marchandises dangereuses puisque il n'y a pas libération de la marchandise dangereuse (définition des accidents de type C). La fréquence annuelle d'occurrence (nombre d'événements par an) diffère par contre car le trafic TMD est bien moindre.

Notes

[illegible]

Présentation du modèle EQR

Cette annexe présente le modèle EQR et donne quelques indications spécifiques au calcul des espérances de mortalité des accidents de type «M». La documentation fournie avec le logiciel explique en détail les modalités de son utilisation. Il est en outre rappelé que le modèle doit être utilisé par des personnes disposant des compétences et formations adéquates (cf. 2.4.).

B.1. Le projet de recherche conjoint de l'OCDE et de l'AIPCR

B.1.1. Rappel du contexte général

Un des objectifs du projet de recherche conjoint de l'OCDE et de l'AIPCR était de fournir un modèle d'évaluation quantitative du risque (EQR) permettant, comme son nom l'indique, de quantifier le risque relatif au transport de marchandises dangereuses pour un itinéraire comportant ou non un tunnel en prenant en compte les deux aspects :

- probabilité d'occurrence des événements ;
- gravité de leurs conséquences :
 - en pertes de vies humaines, en distinguant éventuellement la population locale et les usagers de la route,
 - en blessés, en distinguant éventuellement la population locale et les usagers de la route,
 - en dommages : destruction de bâtiments ou ouvrages, dommages à l'environnement.

La réglementation du passage des véhicules transportant des marchandises dangereuses peut prendre en compte un ou plusieurs critères d'évaluation ou de comparaison du risque. Différentes approches existent selon les pays. Les principales sont :

- l'évaluation du risque par rapport à un (ou plusieurs) seuil(s) de risque fixé(s) préalablement par la réglementation : on peut trouver toutes sortes de critères tels que l'espérance mathématique du risque, une ou plusieurs courbes F-N seuil, le nombre maximal de décès, etc. ;
- la comparaison entre plusieurs catégories possibles du tunnel permettant de retenir la plus favorable en termes de risques selon des critères prédéfinis ;
- une combinaison des deux familles de critères précédentes.

Le modèle EQR évalue plusieurs composantes du risque permettant ensuite d'appliquer l'une ou l'autre de ces familles de critères. Les possibilités du modèle EQR sont nombreuses. Il est nécessaire de bien identifier le cadre méthodologique (et donc les critères) dans lequel il est utilisé, afin de bien interpréter les résultats fournis par le modèle.

B.1.2. Un modèle basé sur des scénarios d'accidents représentatifs

L'ADR répertorie plusieurs milliers de marchandises. De ce fait, et dans le souci de ne pas conduire à une démarche trop lourde eu égard au niveau de précision qu'il est possible d'atteindre avec ce type de modèle, un travail de sélection d'événements représentatifs des risques principaux liés aux marchandises transportées a été opéré.

Le modèle EQR se limite ainsi à un certain nombre de couples matières dangereuses-conditionnements, combinés à quelques types d'accidents auxquels ils peuvent donner lieu. Ceci donne, dans la dernière version 4.04, treize scénarios de base, jugés représentatifs des événements entraînant de nombreuses victimes.

Scénario N°	Description	Capacité	Taille de brèche (mm)	Débit massique (kg/s)
1	Feu de PL - 20 MW (pas de matière dangereuse)	-	-	-
2	Feu de PL - 100 MW (pas de matière dangereuse)	-	-	-
3	BLEVE ²⁰ d'une bouteille de 50 kg de GPL	50 kg	-	-
4	Feu de nappe de supercarburant	28 tonnes	100	20,6
5	VCE ²¹ 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
11	Rejet d'acroléine en citerne	25 tonnes	100	24,8
12	Rejet d'acroléine en bouteille	100 litres	4	0,02
13	BLEVE de gaz non inflammable (CO ₂)	20 tonnes	-	-

Tableau 5.1. : Liste des scénarios inclus dans la version 4.04 du modèle EQR

Parmi ces treize scénarios, les deux premiers concernent des incendies sans matière dangereuse, donnés à titre indicatif²².

²⁰ BLEVE : Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion.

²¹ VCE : Vapour Cloud Explosion.

²² Ces deux premiers scénarios du modèle EQR, qui concernent des feux de PL sans MD, ne sont évidemment pas à prendre en compte par les études de risques liés au transport des marchandises dangereuses. Le rapprochement de leurs résultats avec ceux de l'ESD pourrait a priori être intéressant, mais les scénarios standardisés de l'ESD utilisent des puissances d'incendie différentes.

Le tableau 5.2. donne la correspondance entre ces scénarios et les codes de restriction en tunnel des marchandises dangereuses (cf.1.3.c.).

Catégories	Scénarios correspondants du logiciel EQR	
	Itinéraire du tunnel	Itinéraire(s) alternatif(s)
Catégorie A	3 à 13	-
Catégorie B	3 à 6 et 10 à 13	7 à 9
Catégorie C	3 à 5 et 12	6 à 11 et 13
Catégorie D/E	-	3 à 13

Tableau 5.2. : Correspondance entre scénarios du modèle EQR et codes de restriction des marchandises dangereuses

La correspondance entre catégories et scénarios du logiciel EQR est basée sur la classification ADR de la marchandise utilisée dans le scénario. Elle dépend du code de restriction en tunnel de la marchandise (code déterminé à partir du code ONU, de la quantité et du mode de transport).

La version 4.04 comporte par ailleurs trois scénarios optionnels relatifs à des substances radioactives. Ceux-ci ne sont à utiliser que dans des circonstances exceptionnelles (proximité d'une installation impliquant de nombreux transports de substances radioactives par exemple).

Scénario N°	Description	Capacité	Taille de brèche (mm)	Débit massique (kg/s)
14	Rejet d'UF naturel	9 471 kg	50	360
15	Rejet d'UF enrichi	1 743 kg	50	360
16	Source radioactive (gammagraphe)	-	-	-

Tableau 5.3. : Scénarios optionnels (généralement non pertinents)

Les scénarios précisent dans chaque cas le débit de fuite de matière dangereuse qu'ils entraînent. Mais ils se déclinent ensuite selon un certain nombre de circonstances particulières examinées (météorologie par exemple), d'où un très grand nombre de situations finalement considérées.

Si pour des marchandises présentant des caractéristiques voisines (par exemple : n°ONU 1299 (Essence de térébenthine) et n° ONU 1300 (Succédané d'essence de térébenthine), l'hypothèse de regroupement en scénarios représentatifs de nombre limité n'est pas gênante, elle peut le devenir lorsque des marchandises dangereuses présentant des caractéristiques sensiblement différentes sont associées à un même scénario représentatif du modèle EQR. A titre d'exemple, on associe fréquemment le transport en citerne de gazole au transport en citerne d'essence qui a été retenu dans le modèle EQR, cette association étant toutefois majorante pour les résultats.

Le choix des scénarios représentatifs doit donc être basé sur une comparaison entre les effets possibles d'une libération de la marchandise circulant sur l'itinéraire et ceux de la ou les marchandises retenues dans les scénarios représentatifs du modèle EQR. On retient finalement le ou les scénarios qui sont les mieux adaptés. La comparaison entre les catégories possibles du tunnel permet, dans une certaine mesure, de travailler en valeur relative et donc de compenser les «approximations» sur l'évaluation exacte du risque.

Toutefois, si l'objectif est bien de se rapprocher au mieux du risque réel, la modélisation s'en éloigne nécessairement pour deux principales raisons. En premier lieu, le trafic TMD pris en compte n'est pas forcément le trafic réel puisque l'on ne considère que le trafic habituel susceptible de se reporter sur d'autres itinéraires. En second lieu, les marchandises dangereuses constatées sur l'itinéraire ne sont pas toujours les mêmes que celles associées aux scénarios représentatifs du modèle EQR. Toutefois, le risque évalué est en général surestimé comme dans le cas précédemment évoqué de la citerne de gazole.

En résumé, il convient de retenir que :

- l'évaluation quantitative des risques est basée sur une simplification consistant à utiliser des couples «marchandises dangereuses / scénarios d'accidents» représentatifs ; toutes les marchandises dangereuses recensées sur les itinéraires sont associées à l'un (ou plusieurs) de ces couples représentatifs ;
- l'association marchandise habituellement constatée / couple(s) représentatif(s) est une étape qui demande une bonne connaissance des caractéristiques des marchandises et une bonne connaissance du modèle ;
- le risque évalué par le modèle EQR est étroitement lié à la méthode utilisée. Il n'est sans doute pas égal au risque réel et le surestime généralement, mais et il permet a minima, de réaliser des comparaisons pertinentes entre les catégories possibles du tunnel.

B.2. Utilisation du modèle dans le cadre de la démarche retenue en France

La démarche retenue en France ne prend en considération que les résultats du modèle en termes de décès. Elle se décompose en deux phases utilisant chacune le modèle EQR ; les résultats de la première phase déterminent l'utilité d'approfondir ou non l'évaluation des risques par la seconde phase à savoir la comparaison de catégories. La première phase est une analyse simplifiée visant à évaluer sommairement les enjeux, tandis que la seconde propose une analyse plus complète permettant effectivement de comparer les catégories.

B.2.1. Utilisation du modèle dans le cadre du calcul du risque intrinsèque (RI) (cf. §3 Déroulement de la phase 1)

La modélisation au moyen du modèle EQR est réduite et ne vise qu'à évaluer les risques directement induits par la présence du tunnel.

Elle ne prend en compte qu'un seul itinéraire constitué du seul tunnel : l'origine et la destination de l'itinéraire étudié sont donc les têtes de l'ouvrage. L'ouvrage est considéré de catégorie A pour le calcul.

Le recueil des données d'entrée est simplifié dans la mesure où :

- l'aire d'étude est limitée aux alentours de l'ouvrage (la population riveraine n'est prise en compte qu'autour des têtes du tunnel) ;
- les données de trafic (et a priori l'accidentologie) ne varient généralement pas le long de l'itinéraire.

Le calcul du RI ne fait donc appel qu'à une petite partie des possibilités du modèle et ne nécessite que les données du tunnel seul. Une présentation exhaustive de ces données est effectuée dans la documentation fournie avec le logiciel et le guide méthodologique pour le calcul du risque intrinsèque (disponible au CETU). Notamment, en termes de trafic, ces données sont les mêmes que celles requises dans l'étude de situation (cf.A.7) mais restreintes au périmètre décrit ci-avant. Elles doivent notamment être extrapolées 10 ans après la mise en service de l'ouvrage.

Plus de détails sur la méthode sont fournis par le guide évoqué dans le paragraphe précédent.

B.2.2. Utilisation du modèle dans le cadre d'une comparaison de catégories (cf. §4 Déroulement de la phase 2)

La modélisation au moyen du modèle EQR est dans ce cas plus compliquée dans la mesure où l'étude prend en compte plusieurs itinéraires présentant un ou plusieurs tunnels.

Le recueil des données d'entrées est d'autant plus important que l'aire d'étude est grande et complexe. Au-delà des données qui auront déjà été définies pour le calcul du RI, des données complémentaires sont nécessaires et fournies par l'étude de situation.

B.3. Déroulement de la modélisation dans le cadre d'une comparaison de catégories

B.3.1. Méthode

B.3.1.1. Principe

L'objectif est de calculer l'espérance mathématique de mortalité pour chacune des catégories possibles du tunnel (A, B, C, D/E).

Pour une catégorie donnée, on calcule d'abord l'espérance mathématique de mortalité de l'itinéraire du tunnel et de chaque itinéraire alternatif. Les marchandises dangereuses à prendre en compte sur chaque itinéraire alternatif sont celles qui auraient pu transiter dans le tunnel mais qui y sont interdites du fait de la catégorie considérée. Leur répartition entre les itinéraires alternatifs est fournie par l'étude de situation (cf. §4.1.b. et Annexe A).

Ces espérances mathématiques calculées par itinéraire sont ensuite sommées pour obtenir l'espérance mathématique globale de mortalité de la catégorie étudiée.

Un exemple est présenté ci-après.

B.3.1.2. Exemple

On suppose ici que l'itinéraire tunnel a 2 itinéraires alternatifs.

Les TMD interdits en tunnel se reportent sur les 2 itinéraires alternatifs selon les modalités suivantes :

- code de restriction de la marchandise «B» : 30 % sur l'itinéraire 1, 70 % sur l'itinéraire 2 ;
- code de restriction de la marchandise «C» : 40 % sur l'itinéraire 1, 60 % sur l'itinéraire 2 ;
- codes de restriction de la marchandise «D et E» : 45 % sur l'itinéraire 1, 55 % sur l'itinéraire 2.

Le calcul suit alors les étapes suivantes :

Catégorie du tunnel	EM sur chaque itinéraire l'indice 0 est attribué à l'itinéraire tunnel, les indice 1 et 2 aux deux itinéraires alternatifs	EM par catégorie
A	1. Tunnel - tous les TMD : EM(A_0)	EM(A)= $\sum$ EM(A_i) {i=0,1,2}
	2. Alternatifs - sans TMD : EM(A_1)+EM(A_2)	
B	1. Tunnel - codes TMD C, D, E : EM(B_0)	EM(B)= $\sum$ EM(B_i) {i=0,1,2}
	2. Alternatif 1 - code B : 30 % : EM(B_1)	
	3. Alternatif 2 - code B : 70 % : EM(B_2)	
C	1. Tunnel - codes D, E : EM(C_0)	EM(C)= $\sum$ EM(C_i) {i=0,1,2}
	2. Alternatif 1 - B 30 %, C 40 % : EM(C_1)	
	3. Alternatif 2 - B 70 %, C 60 % : EM(C_2)	
D/E	1. Tunnel sans TMD ²³ : EM(D/E_0)	EM(D/E)= $\sum$ EM(D/E_i) {i=0,1,2}
	2. Alternatif 1 : B 30 %, C 40 %, D/E 45 % : EM(D/E_1)	
	3. Alternatif 2 - B 70 %, C 60 %, D/E 55 % : EM(D/E_2)	

²³ Sauf les numéros ONU 2919, 3291, 3331, 3359, 3373.

B.3.2. Étape 1: Les données nécessaires à la modélisation

Les données nécessaires au logiciel ont été collectées par l'étude de situation et en seront extraites pour réaliser le calcul.

Comme indiqué en Annexe A, la précision de certaines données peut s'avérer insuffisante, mais des valeurs par défaut peuvent alors être utilisées (le modèle EQR en propose) pour poursuivre le processus. L'étude de sensibilité aux différents paramètres du modèle EQR permet ensuite d'évaluer la sensibilité et la représentativité du résultat.

En revanche, la fourniture des données de description de l'itinéraire (y compris le tunnel) ainsi que des données de trafic est incontournable pour permettre la réalisation du calcul.

L'homogénéité de la précision des données dans l'étude de situation sera recherchée. Elle permet de limiter l'existence d'un biais qui serait introduit dans les calculs par d'éventuelles hétérogénéités. Si des données non homogènes concernent un paramètre jouant au premier ordre sur les résultats produits, l'étude de sensibilité menée devra être plus particulièrement détaillée sur ce point.

B.3.3. Étape 2: Choix du paramétrage

B.3.3.1. Choix des scénarios

De manière générale, le travail à mener à ce stade consiste pour chaque catégorie possible à relier les marchandises dangereuses des itinéraires aux scénarios du modèle EQR les plus représentatifs.

Dans certains cas, la connaissance du code de danger suffit pour choisir le (ou les) scénario(s) représentatifs. Sinon, il est nécessaire de tenir compte des numéros ONU correspondants. C'est particulièrement le cas pour les MD ayant comme danger primaire ou secondaire un caractère toxique.

Le lecteur trouvera dans la documentation fournie avec le logiciel EQR un tableau de correspondance entre les codes de danger et les scénarios du modèle EQR. Bien évidemment, ce tableau n'est pas destiné à se substituer à la nécessaire expertise concernant les propriétés individuelles des marchandises identifiées (c'est-à-dire les matières et leurs conditionnements) : il constitue plutôt un guide destiné à permettre une approche homogène de la question de la représentativité des scénarios inclus dans le modèle.

Pour faire le lien avec le code de restriction des marchandises dangereuses en tunnel, le lecteur pourra utiliser le tableau 5.2 du chapitre B.1.2.

Cette analyse des propriétés des marchandises permet de déterminer la composition du trafic TMD à prendre en compte dans le modèle et de définir les scénarios représentatifs associés.

Code Danger	% du trafic TMD	MD observées (relevés) ou supputées (enquête)
22	6 %	Azote ou CO ₂ liquide réfrigéré
23	4 %	Gaz naturel, hydrocarbures gazeux comprimés, GPL
30	19 %	Gazole, goudrons liquides
33	40 %	Essence, éthanol, acétate d'isopropyle
50	7 %	Perchlorate et persulfate d'ammonium
60	3 %	Liquide organique toxique, pesticides solides
80	20 %	Acide phosphorique
90	1 %	Matières diverses

Tableau 5.4. : Exemple de description du trafic TMD en fonction du code de danger

B.3.3.2. Choix des périodes de temps

Sur la base des données de trafic et de population, au maximum trois périodes de temps (horaires ou saisonnières) peuvent être définies. La définition de chaque période permet de prendre en compte des variations de trafic, d'accidentologie, de population riveraine et éventuellement de géométrie de l'itinéraire (lorsque par exemple un itinéraire n'est pas utilisé l'hiver).

B.3.3.3. Découpage des itinéraires en tronçons homogènes

L'objectif de cette étape est de découper le (ou les) itinéraire(s) en tronçons homogènes du point de vue du trafic, de l'accidentologie et de la géométrie, pour chacune des périodes de temps définies précédemment.

Cette étape est généralement réalisée par le bureau d'études procédant au calcul.

B.3.3.4. Choix entre le modèle SK-DG et le modèle RK-DG

L'utilisation du module SK-DG (représentation à 1 dimension de la localisation et la quantification des populations à l'air libre) ne doit être réservée qu'à des situations particulières où la répartition des populations est très homogène sur l'itinéraire considéré. Le module RK-DG (2 dimensions) sera généralement privilégié.

B.3.4. Étape 3: Calcul

Le calcul est réalisé par le bureau d'études. Il est important qu'il soit fait par un professionnel parfaitement formé qui sache identifier les points sensibles ou difficiles du cas à traiter et vérifié par un professionnel expérimenté.

B.3.5. Étape 4: Étude de sensibilité

Compte tenu des incertitudes associées aux données d'entrées, il est nécessaire de vérifier l'influence des paramètres les plus importants sur le résultat du calcul. Cette étude permet d'évaluer la représentativité et la robustesse des résultats.

La sensibilité d'un résultat s'évalue en considérant l'évolution de l'espérance mathématique de mortalité lorsqu'une seule donnée d'entrée est modifiée, toutes autres choses étant égales par ailleurs. L'importance de la variation de la donnée d'entrée modifiée dépend de la plage d'incertitude inhérente à l'estimation de cette donnée. Chaque itinéraire étudié et in fine chaque catégorie possible du tunnel font donc l'objet d'un certain nombre de calculs de sensibilité.

La robustesse de l'analyse désigne, de manière plus générale, le fait que les conclusions essentielles tirées du modèle ne soient pas remises en cause lorsque les paramètres d'entrée varient au sein d'une plage d'incertitude.

B.4. Les résultats et leur interprétation

L'interprétation des résultats dépend de la nature de l'étude réalisée (calcul du RI ou analyse comparative de catégories le cas échéant). C'est une phase importante de récapitulation de ce qui a été fait et de mise en évidence des principaux enseignements du travail réalisé.

Il est essentiel de prendre du recul par rapport aux résultats stricts de calcul et aux approximations ou incertitudes inhérentes à la méthode, pour revenir aux enjeux principaux.

Les résultats fournis par le modèle sont très complets. Le plus synthétique d'entre eux est l'espérance mathématique, notée «EM» qui correspond au nombre annuel de décès statistiquement prévisible.

L'EM peut être calculée pour chaque scénario d'accident étudié, pour un ensemble de scénarios choisis par l'opérateur (notamment relatif à une catégorie considérée), pour tous les scénarios relatifs à une même marchandise dangereuse, et pour l'ensemble des scénarios relatifs à toutes les marchandises dangereuses prises en compte par la modélisation.

Le modèle EQR fournit, outre l'espérance mathématique, des résultats permettant une analyse plus détaillée. Il trace des courbes fréquence/gravité (F/N), donnant, en coordonnées logarithmiques²⁴, la fréquence F des scénarios provoquant N morts ou plus, pour les différentes valeurs de N. Ces courbes permettent d'apprécier la part des accidents entraînant de nombreuses victimes sur chaque itinéraire ou sur l'ensemble de ces derniers pour une catégorie considérée (si besoin pour chaque type de marchandises dangereuses). Bien entendu, en fonction de la catégorie considérée, cette approche à l'aide de courbe F/N peut ne pas avoir d'intérêt pour un ou plusieurs itinéraires. Par exemple, pour la catégorie A l'étude n'est pertinente que pour l'itinéraire du tunnel.

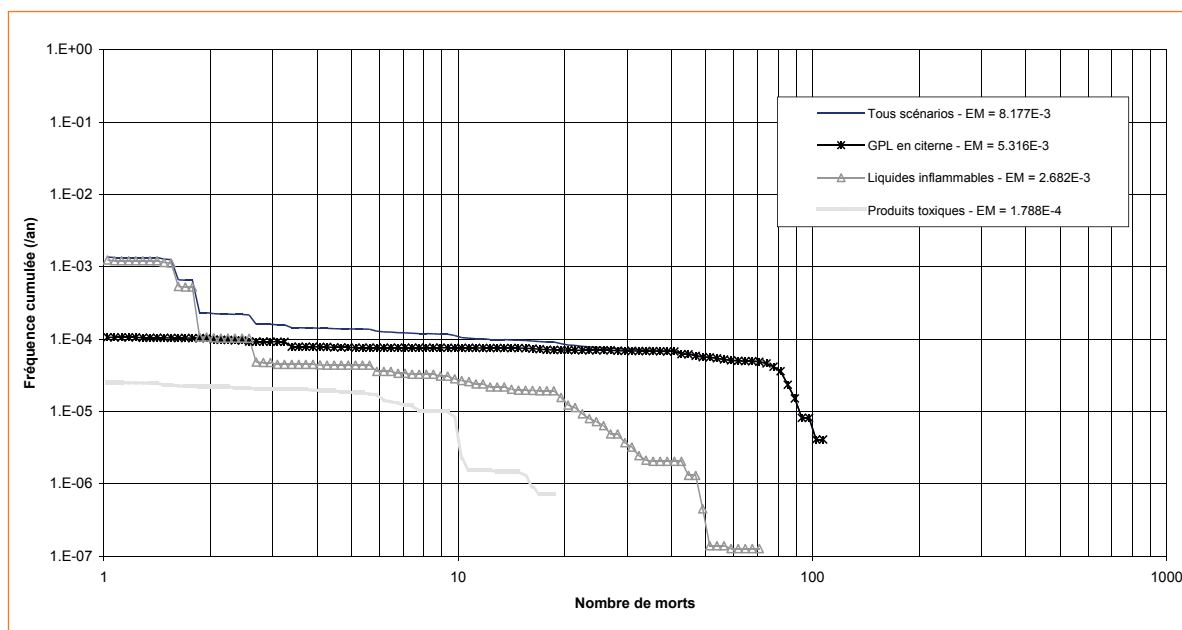


Illustration 7 : Exemple pour un seul itinéraire :
trois courbes F/N relative chacune à un type de TMD et une courbe F/N relative à l'ensemble des scénarios pris en compte du fait de la catégorie considérée

Ce type de courbes permet d'identifier la contribution de chaque marchandise dangereuse (en distinguant éventuellement différents types de conditionnement) au risque global sur l'itinéraire ou sur l'ensemble des itinéraires pour une catégorie donnée. Ainsi, dans l'exemple de l'illustration 7 :

- la majeure partie du risque sur l'itinéraire empruntant le tunnel est imputable au GPL, alors que les marchandises dangereuses majoritairement transportées sont les liquides inflammables ;
- pour les accidents avec une seule victime, les liquides inflammables sont prépondérants ;
- pour les accidents avec plus de 20 morts, le GPL est très largement prépondérant ;
- le GPL provoque 2 fois plus de victimes que les liquides inflammables.

²⁴ Les courbes F/N sont données en coordonnées logarithmiques pour des raisons pratiques (très larges plages de valeurs). Si elles étaient en coordonnées linéaires, la surface sous la courbe serait égale à l'EM.

La comparaison des catégories possibles s'appuie d'abord sur les courbes F/N de chacune d'entre elles. La courbe F/N d'une catégorie est obtenue par sommation des courbes F/N de chaque itinéraire (selon un principe similaire à celui explicité au B.3.1.). Chaque courbe F/N d'itinéraire est la somme des courbes F/N des scénarios correspondant aux types de marchandises dangereuses circulant sur l'itinéraire en raison de la catégorie considérée²⁵.

Les courbes des différentes catégories peuvent être superposées sur le même graphique.

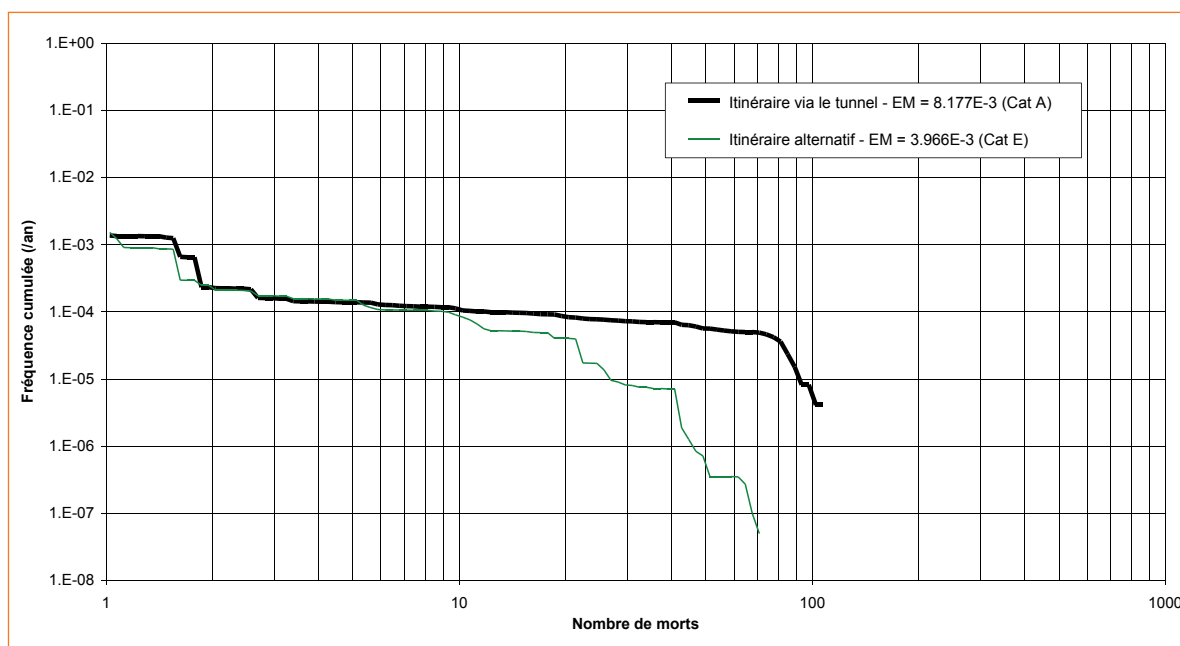


Illustration 8 : Comparaison des courbes F/N entre 2 catégories

Dans l'exemple de l'illustration 8, les deux courbes se croisent :

- au regard des risques de provoquer un grand nombre de victimes (plus de 10), la première catégorie présente les fréquences les plus élevées ;
- au regard du risque de conduire à un nombre de morts plus limité (inférieur à 10 environ), les deux catégories présentent des fréquences très proches, les courbes s'entrecroisant.

L'EM de la première catégorie est le double de celle de l'autre (8.10^{-3} pour la première catégorie et 4.10^{-3} morts sur l'autre). On notera que cet écart est insuffisant pour conclure à une différence significative de risque entre les deux catégories comparées, compte tenu des incertitudes sur les données d'entrée et de celles propres au modèle.

Différents modes de visualisation des courbes peuvent également être proposés dans le cadre de l'étude. Chacun de ces modes de visualisation est à interpréter avec précaution. Il est essentiel de ne retenir dans le rapport final que les courbes apportant des éléments de réflexion utiles à l'étude.

²⁵ Pour rappel, les marchandises dangereuses prises en compte sur les itinéraires alternatifs sont uniquement celles qui auraient pu transiter dans le tunnel mais qui y sont interdites du fait de la catégorie considérée. Les TMD circulant sur les itinéraires alternatifs, que le tunnel leur soit autorisé ou non, ne doivent pas être pris en compte.

Notes

[illegible]

Le choix des itinéraires alternatifs

La question du choix des itinéraires alternatifs à prendre en compte pour la comparaison des catégories se pose en phase 2 de l'analyse des risques TMD.

Pour être pertinents, les itinéraires alternatifs considérés doivent évidemment avoir des caractéristiques routières permettant le passage des TMD et en particulier des semi-remorques. Certains itinéraires peuvent déjà faire l'objet de mesures d'interdiction à ce type de transport ou de véhicules (cas de traversées de centre-ville, autres tunnels, ouvrages à gabarit réduit, limitation de tonnage, etc.). Ils peuvent néanmoins s'avérer pertinents pour la comparaison car susceptibles de contribuer à améliorer la sécurité de la circulation des marchandises dangereuses dans l'ouvrage. Il est alors recommandé de les intégrer à la comparaison. Les autorités compétentes pourront être saisies afin d'éclairer le maître d'ouvrage dans sa décision. Il y a lieu de garder à l'esprit qu'il est tout à fait possible que la catégorie finalement choisie ne remette pas en cause l'interdiction, mais la renforce.

La définition des itinéraires à prendre en compte peut parfois s'imposer d'elle-même. En particulier, dans le cas d'un tunnel en projet sur un nouvel itinéraire, l'itinéraire alternatif considéré correspond tout naturellement à l'itinéraire historiquement emprunté par les TMD. D'autres cas peuvent cependant se révéler plus complexes (voir illustration 9). Il s'agira alors d'anticiper au mieux les choix des transporteurs de MD, et donc les reports probables de trafic, pour chaque catégorie possible²⁶.

La question peut aussi se poser différemment selon le type de TMD concerné et selon leurs origines et destinations. Par exemple, les itinéraires alternatifs pertinents respectivement pour le grand transit ou pour la desserte locale peuvent être de longueurs très différentes, avec des points de choix vis-à-vis de l'itinéraire de référence très distants.

Pour être en mesure de choisir le ou les itinéraires alternatifs, il est donc important d'avoir des données suffisantes sur la composition du trafic TMD ainsi que les origines et destinations.

Dans le cas de transports longue distance, comme le grand transit, l'itinéraire alternatif peut parfois trouver son origine très en amont du tunnel, la déviation TMD prenant ainsi une dimension quasi régionale. Il faut alors prendre garde au fait que plus les itinéraires comparés sont longs, plus la contribution propre du tunnel dans l'EM de l'itinéraire devient faible : la comparaison tend alors à sortir de la seule problématique tunnel²⁷.

Pour la recherche d'itinéraires alternatifs, il est recommandé de commencer par les itinéraires les plus proches du tunnel, et de n'élargir l'investigation qu'en cas de besoin justifié. En tout état de cause, il n'est généralement pas utile de sélectionner et d'analyser plus de deux itinéraires alternatifs à l'itinéraire tunnel et il est conseillé, si cela est possible et approprié de n'en retenir qu'un.

²⁶ Les itinéraires susceptibles de peu de reports pourront être d'emblée exclus. A noter que seuls les reports intéressent l'ACR. Ainsi les TMD qui ne passent de toute façon pas par le tunnel (par exemple pour une raison de desserte locale) ne font pas partie de l'analyse comparative, même s'ils sont une composante du trafic global de l'itinéraire alternatif étudié.

²⁷ Dans le cas d'itinéraires très longs, on se trouve en général dans le cas d'EM élevées, mais peu différentes (quasi proportionnalité aux longueurs de trajet à l'air libre).

Exemple de choix d'itinéraires alternatifs : cas des tunnels de Dullin et de l'Épine sur A43

Dans un premier temps, les possibilités de contournement des tunnels de Dullin et de l'Épine, sur l'A43, entre Lyon et Chambéry (itinéraire de référence) ont été recherchées à une échelle locale. On peut alors mettre en évidence deux itinéraires alternatifs, représentant chacun un détour d'une trentaine de kilomètres, par des routes nationales.



Illustration 9 : Exemple d'itinéraires alternatifs

L'itinéraire alternatif 1, en vert foncé, doit être immédiatement éliminé en raison de la présence du tunnel du Chat, dont le classement en catégorie E n'a pas vocation à être remis en cause.

L'itinéraire alternatif 2, en bleu, mérite d'être étudié plus avant, malgré la présence du tunnel des Échelles et de traversées d'agglomérations parfois étroites et sinueuses mais non infranchissables par les semi-remorques.

Accidents de type C : calcul des EM de mortalité

L'espérance mathématique de mortalité des accidents de type C représente le nombre moyen de morts par an des accidents de type C impliquant un TMD. Elle est calculée à l'aide de la formule ci-après :

$$EM(X) = \sum_i T_{\text{acc-PL}}(i) * \text{Conv} * N_{\text{tué/accorp-PL}}(i) * T_{\text{traf-TMD}}(i) * 365 * L(i) \text{ où}$$

- X est l'une des quatre catégories possibles du tunnel ;
- $T_{\text{acc-PL}}(i)$ est le taux d'accidents impliquant au moins un PL sur l'itinéraire i ;
- $\text{Conv} = T_{\text{acc-corp-PL}}(i) / T_{\text{acc-PL}}(i)$ permet d'obtenir, pour l'itinéraire i, le taux d'accident corporel impliquant au moins un PL ($T_{\text{acc-corp-PL}}(i)$) à partir du taux d'accidents impliquant au moins un PL ($T_{\text{acc-PL}}(i)$) ;
- $N_{\text{tué/accorp-PL}}(i)$ est le nombre de tués par accident corporel impliquant au moins un PL sur l'itinéraire i ;
- $T_{\text{traf-TMD}}(i)$ est le TMJA de l'ensemble des TMD autorisés à circuler sur l'itinéraire i compte tenu de la catégorie X considérée²⁸ ;
- $L(i)$ est la longueur de l'itinéraire i.

Pour chaque itinéraire i, les valeurs locales du taux d'accidents ($T_{\text{acc-PL}}(i)$) et du nombre de tués par accident corporel ($N_{\text{tué/accorp-PL}}(i)$) sont privilégiées sous réserve des conditions indiquées ci-après. En premier lieu, ces valeurs doivent être établies à partir de données locales d'accidentologie couvrant une période d'au minimum 3 ans. En second lieu, il doit être possible de les calculer sur chacun des itinéraires pris en compte. Si de telles données permettent de calculer directement les taux d'accidents corporels sur chacun des itinéraires i alors ces taux d'accident corporels ($T_{\text{acc-corp-PL}}(i)$) remplacent les produits $T_{\text{acc-PL}}(i) * \text{Conv}$.

Si les données locales ne remplissent pas les conditions décrites ci-avant, des valeurs par défauts sont utilisées pour chacun des itinéraires i :

- $T_{\text{acc-PL}}(i)$ est établi à partir des valeurs utilisées dans la dernière version du logiciel EQR. Ces valeurs sont disponibles dans le fichier AccRates.xls au moment de la publication du présent guide ;
- $N_{\text{tué/accorp-PL}}(i)$ est établi à partir du tableau 5.5 éventuellement actualisé en fonction de données collectées à l'échelle nationale et contemporaines de l'étude.

²⁸ Pour rappel, les marchandises dangereuses prises en compte sur les itinéraires alternatifs sont uniquement celles qui auraient pu transiter dans le tunnel mais qui y sont interdites du fait de la catégorie considérée. Les TMD circulant sur les itinéraires alternatifs, que le tunnel leur soit autorisé ou non, ne doivent pas être pris en compte.

Type de route	Nombre de tués par accident corporel avec au moins un PL
Autoroutes concédées	0,181
Autoroutes non concédées	0,041
Ensemble des autoroutes	0,108
Routes nationales en rase campagne	0,298
Routes nationales en milieu urbain	0,135
Ensemble des routes nationales	0,245
Routes départementales en rase campagne	0,283
Routes départementales en milieu urbain	0,142
Ensemble des routes départementales	0,235
Autres catégories de routes	0,072
Ensemble des réseaux	0,165

Tableau 5.5. : Nombre de tués par accident corporel impliquant au moins un PL²⁹

Les valeurs existantes et par défaut des paramètres T_{acc-PL} , $T_{acc-corp-PL}$, $N_{tué/acc-corp-PL}$ ne doivent pas être mélangées au sein de la même étude. S'il existe au moins un itinéraire où les données ne sont pas suffisantes pour établir des valeurs locales alors les données par défaut doivent être utilisées pour tous les itinéraires.

Dans le logiciel EQR, le facteur Conv est pris égal à 6.6. Il peut être utilisé tant avec des valeurs locales qu'avec des valeurs par défaut.

²⁹ Source : Les poids lourds et la sécurité routière en France en 2005 – Observatoire national interministériel de sécurité routière.

Exemple d'analyse multicritère (2^e étape de la méthode)

Cette annexe présente un exemple d'analyse multicritère d'un tunnel fictif par application de l'étape 2 de la méthode, étape présentée dans les chapitres 4.2.a à 4.2.e.

L'itinéraire du tunnel est une voie de contournement rapide d'une petite ville et traverse une zone industrielle. L'itinéraire alternatif le plus fréquenté comporte des zones naturelles remarquables et quelques industries mais pas de zones de concentration importante de population. Il est très circulé avec la présence de carrefours à l'accidentologie significative. Les tableaux de comparaison relatifs aux critères de mortalité ont été définis de façon arbitraire mais cohérente avec les hypothèses relatives au tunnel fictif et à ses itinéraires alternatifs. En effet, l'objectif est uniquement d'illustrer le déroulement de cette partie de la méthode. Ces tableaux sont normalement établis suite aux calculs et analyses indiqués dans les chapitres 4.2.a. à 4.2.e.

E.1. 2^e étape : Comparaison des catégories par critère – analyse multicritères

E.1.1. 1^{er} critère : Risque de mortalité des accidents de type « M »

Le tableau 5.6. rend compte de la comparaison des EM de mortalité³⁰ pour les accidents de type M. Seules sont représentées les comparaisons pour lesquelles les écarts sont significatifs.

Catégories comparées	B	C	D/E
A	Écart non significatif	Écart non significatif	Écart significatif $EM(D/E) < EM(A)$
B		Écart non significatif	Écart indéterminé $EM(D/E) < EM(B)$
C			Écart non significatif

Tableau 5.6. : Accidents de type « M » - EM de mortalité - comparaison des catégories

³⁰ Pour éviter d'alourdir le propos, on remplace dans le tableau EM(catégorie X) par EM(X).

E.1.2. 2^e critère : Risque de mortalité des accidents de type «C»

Le tableau 5.7. rend compte de la comparaison des espérances mathématiques de mortalité pour les accidents de type C :

Catégories comparées	B	C	D/E
A	Écart non significatif	Écart non significatif	Écart significatif $EM(A) < EM(D/E)$
B		Écart non significatif	Écart significatif $EM(B) < EM(D/E)$
C			Écart non significatif

Tableau 5.7. : Accidents de type «C» - EM de mortalité - comparaison des catégories

E.1.3. 3^e critère : La vulnérabilité des itinéraires vis-à-vis des accidents de TMD

Le tableau 5.8. rend compte de la comparaison des catégories pour le critère «vulnérabilité des itinéraires» :

Catégories comparées	B	C	D/E
A	Écart non significatif	Écart non significatif	Écart significatif $A < D/E$
B		Écart non significatif	Écart significatif $B < D/E$
C			Écart non significatif

Tableau 5.8. : Impacts économiques, vulnérabilité des itinéraires – catégories présentant des avantages significatifs

E.1.4. 4^e critère : Les implications économiques de la décision

Le tableau 5.9. rend compte de la comparaison des catégories pour le critère «implications économiques» :

Catégories comparées	B	C	D/E
A	Écart non significatif	Écart non significatif	Écart significatif $A < D/E$
B		Écart non significatif	Écart non significatif
C			Écart non significatif

Tableau 5.9. : Impacts économiques, vulnérabilité des itinéraires – catégories présentant des avantages significatifs

E.2. Analyse multicritère – catégorie proposée

Le tableau 5.10. présente une vue d'ensemble des conclusions de l'évaluation des catégories pour chacun des critères en faisant apparaître les écarts significatifs relatifs à tous les critères et les écarts indéterminés relatifs au risque de mortalité de type M.

Catégorie	Accident de type M	Accident de type C	Vulnérabilité des itinéraires	Impact économique
A		Écart significatif $EM(A) < EM(D/E)$	Écart significatif $A < D/E$	Écart significatif $A < D/E$
B		Écart significatif $EM(B) < EM(D/E)$	Écart significatif $B < D/E$	
C				
D/E	Écart significatif $EM(D/E) < EM(A)$ Écart indéterminé $EM(D/E) < EM(B)$			

Tableau 5.10. : Conclusions de l'évaluation des catégories selon chaque critère

La catégorie A présente un avantage significatif vis-à-vis de la catégorie D/E pour les trois critères : «risque de mortalité des accidents de type C», «vulnérabilité des itinéraires» et «impact économique». Elle présente néanmoins un risque significativement supérieur à la catégorie D/E pour le «risque de mortalité des accidents de type M».

La catégorie B présente un avantage significatif vis-à-vis de la catégorie D/E pour le critère «risque de mortalité des accidents de type C» et «vulnérabilité des itinéraires». La catégorie B présente un risque de mortalité supérieure à la catégorie D/E pour les accidents de type «M» mais les études de sensibilité n'ont pas permis de déterminer si l'écart était significatif ou non. Pour aucun des critères, la catégorie B ne présente de désavantage significatif vis-à-vis des autres catégories. La catégorie B est donc considérée comme la plus avantageuse en termes de risque lié aux TMD.

Notes

[illegible]

Efficacité et prise en compte des mesures permettant de réduire les risques TMD

F.1. Les passages en convoi avec escorte

F.1.1. Les différents types de convois avec escorte et l'intérêt du concept

Il existe différentes manières d'organiser des convois de TMD. Trois cas peuvent être distingués :

- convoi circulant sur un itinéraire complètement neutralisé pour les autres véhicules ;
- convoi circulant sur un itinéraire comportant une seule voie par sens de circulation et laissé ouvert à tout ou partie du reste de la circulation ;
- convoi circulant sur un itinéraire avec plusieurs voies par sens de circulation et laissé ouvert à tout ou partie du reste de la circulation.

D'emblée, il apparaît que l'intérêt du troisième cas est extrêmement limité. En effet l'organisation de convois n'a de sens que si elle contribue à réduire la probabilité d'occurrence des accidents ainsi que leur gravité potentielle. Or ce bénéfice disparaît rapidement lorsque les autres véhicules peuvent circuler librement «autour» du convoi. Aussi, cette configuration ne sera pas considérée dans les paragraphes qui suivent.

Dans chaque cas, le convoi est constitué des véhicules transportant les TMD et de véhicules accompagnateurs. Sont également associées des règles de circulation précisant, par exemple :

- le nombre maximal de véhicules TMD admis dans un convoi ;
- la vitesse maximale admise ;
- l'inter-distance en marche ;
- l'inter-distance à l'arrêt (éventuellement).

Une des objections les plus fréquentes à la mise en convois est liée aux phénomènes de propagation d'un accident et aux risques d'effets domino³¹. Cet inconvénient, qui peut en partie être réduit par un strict respect des inter-distances, est contrebalancé par des avantages importants décrits ci-après.

³¹ L'effet domino représente la propagation d'un sinistre de véhicule à véhicule ou de véhicule à une installation.

F.1.2. Diminution des fréquences d'occurrence des scénarios d'accident TMD

Dans un convoi, les véhicules respectent tous une vitesse limite modérée et une interdistance imposée. Comme en outre la circulation ne s'effectue que sur une seule file, les dépassements de TMD par d'autres véhicules sont impossibles. Il est clair que la probabilité qu'un accident débouche sur un scénario grave diminue alors très notablement.

Une partie des incidents impliquant des MD n'a pas pour origine un accident de la circulation mais une perte de confinement ou un incendie spontané. Même en ce qui concerne ces causes extérieures à la circulation, le passage en convoi constitue un facteur favorable. En effet, la mise en convoi des TMD s'accompagne généralement :

- d'un arrêt des TMD sur une aire, en attente de la mise en convoi ;
- d'une escorte du convoi durant la traversée du tunnel.

Ces facteurs favorisent un refroidissement des moteurs avant le tunnel et une plus grande vigilance lors de la traversée. Par ailleurs, dans certains cas, des inspections visuelles des véhicules peuvent aussi être faites avant le démarrage des convois.

F.1.3. Diminution de la gravité des scénarios

Si l'itinéraire est totalement ou partiellement neutralisé, un nombre réduit d'usagers de la route est susceptible d'être présent à proximité d'un éventuel accident. De plus, la mise en place d'une escorte permet de détecter plus vite des incidents survenant sur un ou plusieurs TMD du convoi, d'intervenir rapidement sur ces incidents et de prévenir le centre d'exploitation. L'escorte peut donc notablement limiter les délais d'alarme en cas d'incident. Cette limitation des délais agit aussi bien en prévention qu'en protection.

F.1.4. Prise en compte des convois avec escorte dans le modèle EQR

Les fréquences d'occurrence

La prise en compte de la mise en convois dans le modèle EQR peut se faire de deux façons :

- la diminution des taux d'accidents ; après analyse des causes des accidents, il est possible de déterminer et d'écarter celles qui ne sont plus pertinentes du fait du passage en convoi ;
- la modification des «probabilités conditionnelles» d'avoir un scénario suite à un accident ; cela suppose cependant d'avoir à disposition des données statistiques suffisamment fournies.

Les gravités

La version actuelle du modèle EQR ne permet pas de prendre en compte la diminution de la gravité à la suite de la formation de convois. Le trafic est en effet toujours défini comme continu, ce qui n'est pas le cas lors d'un passage en convois. Une des pistes pour améliorer la modélisation est de définir des périodes de temps correspondant aux périodes de convois. Cette idée doit être appliquée avec prudence et ne peut être mise en œuvre qu'avec une très bonne connaissance du fonctionnement de l'outil EQR.

F.2. Les restrictions temporelles

Le modèle EQR permet la prise en compte de différentes périodes temporelles. Cette approche n'a de sens que si les données d'entrée présentent effectivement des variations marquées au cours du temps, qu'il s'agisse de variations horaires, hebdomadaires, saisonnières, etc. Ces variations peuvent concerner aussi bien les trafics (des TMD et/ou des autres véhicules) que l'environnement (variation de la population à proximité de l'ouvrage).

Le modèle permet de calculer le risque (sous forme de courbe F/N ou d'espérance mathématique) propre à chacune des périodes définies et de faire ensuite le cumul de ces risques. Même si une catégorie présente globalement moins de risques que les autres, il est possible qu'elle en présente plus sur une période donnée. Une restriction horaire du transit TMD, ajustée de façon pertinente, permet alors de diminuer le niveau global de risque.

Considérons, à titre d'exemple, la situation suivante pour laquelle la catégorie A est comparée à la catégorie D/E³². Considérons de plus qu'il n'y a qu'un seul itinéraire alternatif et que ce dernier est à l'air libre c'est à dire ne comporte pas de tunnels. Le trafic est décomposé selon trois périodes avec des variations importantes de trafic et de population dans la journée.

On suppose que le fait d'emprunter l'un ou l'autre des itinéraires ne modifie pas la répartition horaire des trafics.

Espérance Mathématique – accident «M»	Période creuse	Période normale	Période de pointe	Toutes périodes confondues
Catégorie A	$0,1.10^{-3}$	$0,4.10^{-3}$	$1,5.10^{-3}$	2.10^{-3}
Catégorie D/E	7.10^{-3}	2.10^{-3}	1.10^{-3}	10.10^{-3}

Ce cas de figure peut se présenter si par exemple :

- la période creuse est caractérisée par un faible trafic mais des populations riveraines importantes le long de l'itinéraire alternatif (période de nuit par exemple) ;
- la période de pointe présente un fort trafic sur l'itinéraire tunnel et des densités de population faibles (périodes correspondant aux déplacements domicile – lieu de travail).

Supposons également, compte tenu des niveaux de trafic et des densités de population sur les itinéraires, que la proportion des usagers de la route est prépondérante parmi l'ensemble des victimes produites sur l'itinéraire tunnel, et que la majeure partie des victimes produites sur l'itinéraire air libre est constituée de populations locales. Dans une telle situation, pour l'itinéraire tunnel, la période présentant le plus de risque est la période de pointe (période de fort trafic), tandis que pour l'itinéraire alternatif à l'air libre, si des TMD y circulent, il s'agit de la période creuse (forte densité de population). On pourrait alors envisager de classer le tunnel en catégorie E pendant les seules périodes de pointe. Toutefois, dans l'exemple précédent, si les résultats permettent d'alimenter la réflexion, les EM ne diffèrent pas suffisamment pour conclure clairement en faveur d'une restriction horaire.

En conclusion, le modèle EQR est à même de prendre en compte les restrictions horaires. Mais de telles mesures ne sont pertinentes que dans les situations présentant effectivement de grandes variations de trafic et/ou de population concernée.

³² Il est rappelé que le modèle EQR n'est pas en mesure de distinguer les catégories E et D.

Notes

[illegible]

Notes

[illegible]

Notes

[illegible]

Table des matières

1

La problématique des transports de marchandises dangereuses (TMD) 3

- 1.1. Les TMD et leur réglementation générale 3
- 1.2. Spécificités des tunnels pour les TMD 5
- 1.3. Principe de circulation des TMD en tunnel 6
- 1.4. Signalisation 10

2

Principes de l'analyse des risques liés au TMD 13

- 2.1. Examen de la nécessité d'une analyse des risques 13
- 2.2. Place de l'analyse des risques 14
- 2.3. Les critères de l'analyse des risques 15
- 2.4. Un modèle d'évaluation quantitative des risques d'accidents de type «M» 17
- 2.5. Une évaluation des risques en deux phases 18

3

Déroulement de la phase 1 (évaluation du risque intrinsèque, détermination de l'existence d'un itinéraire alternatif) 21

4

Déroulement de la phase 2 (comparaison des différentes catégories) 23

- 4.1. 1^{re} étape : Étude de situation 23
- 4.2. 2^e étape : Comparaison des catégories par critère – analyse multicritère 24

5

Mesures permettant de réduire le risque TMD en tunnel 29

- 5.1. Mesures concernant le tunnel et son exploitation 29
- 5.2. Passage en convois avec accompagnement 30
- 5.3. Restrictions temporelles 31

Annexes

- L'étude de situation : recueil de données A.1 à A.5
- Présentation du modèle EQR B.1 à B.11
- Le choix des itinéraires alternatifs C.1 à C.2
- Accidents de type C : calcul des EM de mortalité D.1 à D.2
- Exemple d'analyse multicritère (2^e étape de la méthode) E.1 à E.3
- Efficacité et prise en compte des mesures permettant de réduire les risques TMD F.1 à F.4

A
B
C
D
E
F

Le présent document est la deuxième version du fascicule 3, la première version ayant été publiée en décembre 2005. Quelques éléments sur l'origine de ces versions et leurs contributeurs sont fournis ci-après.

1^{re} version de décembre 2005

À la demande du comité d'évaluation de la sécurité des tunnels routiers (CESTR), le centre d'Etudes des Tunnels (CETU) a constitué un groupe de travail afin de produire un guide destiné à l'ensemble des personnes concernées par les dossiers de sécurité des tunnels routiers.

Ce groupe de travail était composé de représentants des services techniques de l'administration, d'établissements publics, de bureaux d'études, de maîtres d'ouvrage et d'exploitants, certains participants étant également membres du CESTR. L'École Nationale Supérieure des Mines de Paris (ENSMMP) a apporté un soutien méthodologique et opérationnel au groupe ainsi constitué.

On trouvera ci-après la liste des participants aux réunions du groupe :

Michel Vistorky (Area), Pierre Kohler (Bonnard et Gardel SA), Yves Trottet (Bonnard et Gardel S.A.), Éric Cesmat (CSTB), Pascal Beria (DDE 13), Marilou Marti (DDE 13), Philip Berger (Docalogic Inflow), Romain Cailleton (DTT-MTMD), Daniel Fixari (ENSMMP-CGS), Philippe Cassini (Ineris), Raphaël Defert (Ineris), Emmanuel Plot (Ineris), Emmanuel Ruffin (Ineris), Johann Lecoindre (Ligeron SA), Philippe Pons (Ligeron SA), Eric Boisguerin (Scetauroute), Anne-Sophie Graipin (Scetauroute), Michel Legrand (Scetauroute), Pierre Merand (Scetauroute), Raymond Vaillant (Setec TPI), Pierre Carlotti (Cetu), M. Deffayet (Cetu), François Demouge (Cetu), Nelson Gonçalves (Cetu), Didier Lacroix (Cetu), Claude Moret (Cetu), Michel Pérard (Cetu), Philippe Sardin (Cetu), Marc Tesson (Cetu).

2^e version de décembre 2018

Afin d'être en conformité avec l'ADR et de faire évoluer la méthode du fascicule en fonction du retour d'expérience de son application pendant une dizaine d'années, le CETU a pris l'initiative de constituer un nouveau groupe de travail.

Ce groupe était composé de représentants des services techniques de l'administration et de bureaux d'études, certains participants étant également membres de la commission nationale d'évaluation de la sécurité des ouvrages routiers (CNESOR). Le CETU a proposé une nouvelle méthode d'analyse et d'évaluation du risque. Les travaux du groupe ont permis de l'améliorer et elle a ensuite reçu l'aval de la CNESOR. Le CETU a élaboré la deuxième version du fascicule sur cette base.

On trouvera ci-après la liste des participants aux réunions du groupe :

Raphaël Defert (BG), Philippe Pons (BG), Michel Legrand (EGIS), Marie Lerat (EGIS), Florianne Quezel-Ambrunaz (EGIS), Alexis Boncour (SETEC), Jean Michel Vergnault (SETEC), Didier Lacroix, Marie-Noëlle Marsault (CETU), Marc Tesson (CETU), Christophe Willmann (CETU).

Guide des dossiers de sécurité des tunnels routiers :

- Fascicule 1 La place du dossier de sécurité dans la démarche de sécurité (à paraître)
- Fascicule 2 Tunnels en exploitation
«de l'état des lieux à l'état de référence»
- ■ Fascicule 3 **Les analyses des risques liés au transport des marchandises dangereuses**
- Fascicule 4 Les Études Spécifiques des Dangers (ESD)
- Fascicule 5 Le Plan d'Intervention et de Sécurité (PIS)

25, avenue
François Mitterrand
Case n°1
69674 Bron Cedex
téléphone :
33 (0)4 72 14 34 00
télécopie :
33 (0)4 72 14 34 30
mél : CETU
@developpement-
durable.gouv.fr
internet :
<http://www.cetu.developpement-durable.gouv.fr/>

Le choix d'admettre en tunnel les véhicules transportant des marchandises dangereuses (TMD) s'appuie sur des analyses de risques, menées en deux phases.

Dans une première phase, on évalue le risque intrinsèque induit par la circulation des véhicules TMD dans le tunnel.

Si ce risque est supérieur à un certain seuil, on procède alors, dans une seconde phase, à une analyse comparative des risques entre les différentes catégories possibles du tunnels.

En 2005, à la demande du comité d'évaluation de la sécurité des tunnels routiers (CESTR), le centre d'étude des tunnels (CETU) avait constitué un groupe de travail pour élaborer une première version du fascicule 3 du guide des dossiers de sécurité.

Afin notamment de tenir compte des nouvelles modalités de l'accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR), la présente deuxième version a été élaborée en 2018 par le CETU avec l'appui d'un groupe de travail et l'accord de la commission nationale d'évaluation de la sécurité des ouvrages routiers (CNESOR).