

Exemples d'application du modèle EQR (Royaume-Uni, Autriche, France)

ROYAUME-UNI

Le modèle EQR a été utilisé pour un petit nombre d'études ad hoc de tunnels. L'attention a été portée sur l'évaluation comparative du risque entre différents itinéraires, et sur le risque associé aux incendies de PL dans les tunnels. L'évaluation quantitative du risque effectuée pour le projet du tunnel de Hinhead, sur l'A3, illustre l'approche choisie. Actuellement, le transport de MD s'effectue sans restriction sur l'A3, qui ne comporte aucun tunnel. Au préalable à la mise à l'enquête publique pour ce nouveau tunnel, le modèle EQR a été utilisé pour répondre aux deux questions suivantes :

- Le transport de MD peut-il être autorisé dans le tunnel, ou doit-il être dévié sur un itinéraire alternatif plus long ?
- Sachant que chacun des tubes du tunnel doit parfois être fermé pour de courtes périodes de maintenance ou suite à un incident, faut-il dévier le trafic de la chaussée fermée sur un itinéraire alternatif, ou peut-on utiliser l'autre tube en trafic bidirectionnel ?

(i) Itinéraire à long terme pour le transport de MD

Le modèle EQR a été utilisé pour calculer le risque sociétal de l'itinéraire par le tunnel (A3) et de l'itinéraire alternatif, avec et sans le transport de MD transitant actuellement sur l'A3. Il est apparu que la contribution du risque d'incendie de PL au risque global est importante. Si le risque d'incendie de PL est exclu, le risque global (combinant les risques simultanés le long des deux itinéraires) est significativement plus élevé lorsque les PL-MD sont autorisés à utiliser l'itinéraire par le tunnel (option a) au lieu d'être déviés par l'itinéraire alternatif à ciel ouvert (option b). Les valeurs attendues EV (expected value) diffèrent d'un facteur 8 environ. Cependant, si le risque d'incendie de PL est intégré dans l'évaluation, il apparaît qu'il n'y a pas de différence significative entre les risques globaux des deux options (A et B). Cela signifie qu'il n'y aurait pas de gain de sécurité à dévier le trafic des MD. Les facteurs environnementaux tendent également à confirmer l'avis qu'il faut autoriser le trafic des MD dangereuses dans le tunnel.

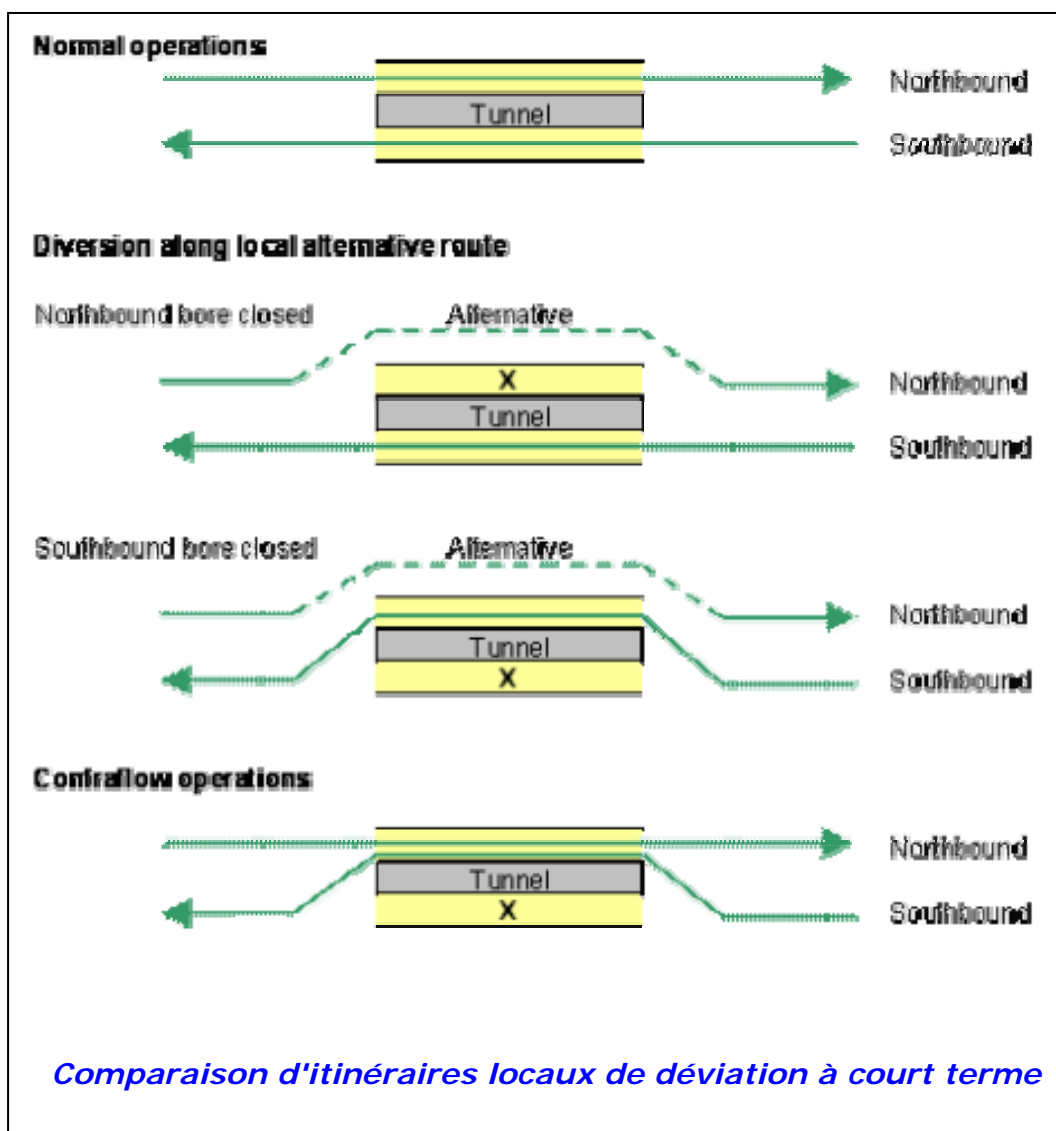
Risque sociétal pour différentes options d'itinéraires de transport

	EV	Ratios des EV
Risque global, excluant les incendies de PL		
Option a - Trafic de MD par le tunnel	2.0E-02	EV _a / EV _b = 7.8
Option b - Trafic de MD évitant le tunnel	2.6E-03	
Risque global, incluant les incendies de PL		
Option a - Trafic de MD par le tunnel	7.7E-02	EVA / EVB = 1.3
Option b - Trafic de MD évitant le tunnel	5.9E-02	

(ii) Itinéraire local de déviation pour fermetures à court terme

Il faut s'attendre à devoir fermer parfois l'un des tubes du tunnel pour des travaux d'entretien, ou suite à un incident. Deux options ont été considérées pour la gestion du trafic dans ce cas. Premièrement, tout le trafic dans un sens est dévié sur un itinéraire local, permettant au trafic dans l'autre sens de s'écouler unidirectionnellement dans le tube du tunnel resté ouvert.

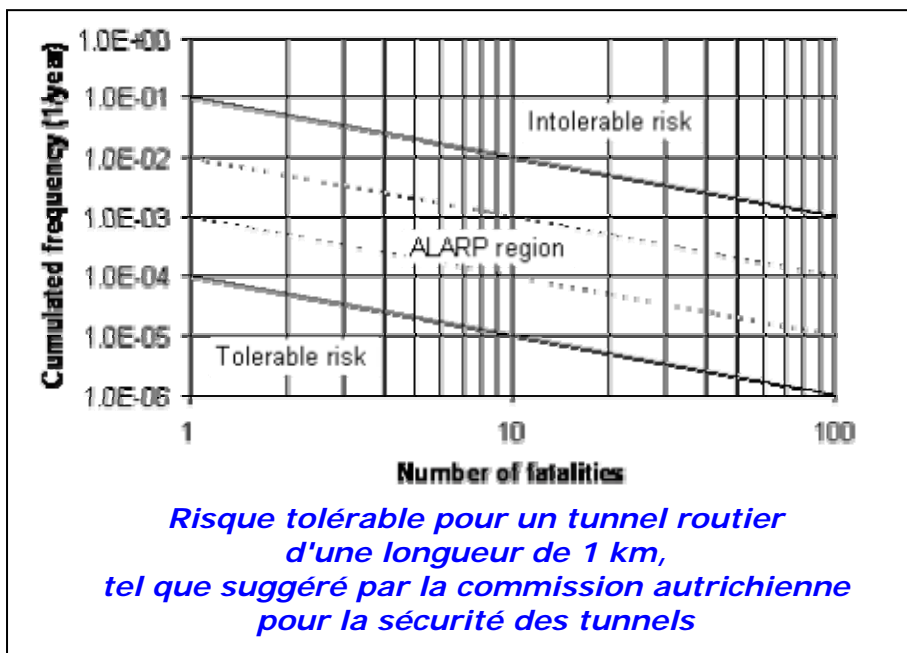
Deuxièmement, une exploitation bidirectionnelle (à contresens) du tube du tunnel resté ouvert est mise en place, avec une limitation de vitesse imposée à 50 km/h. En utilisant le modèle EQR, il a été montré que la déviation d'un sens de trafic sur un itinéraire alternatif conduirait à un risque sociétal légèrement réduit par rapport à une exploitation à contresens, mais le niveau absolu du risque serait bas pour les deux options.



AUTRICHE

Dans le cas d'étude autrichien, des seuils limites de risque tolérable et intolérable ont été utilisés pour évaluer les résultats obtenus avec le modèle EQR. Si la courbe F/N d'un tunnel est dans la zone de risque tolérable, aucune action n'est à entreprendre. Si la courbe F/N touche la zone de risque intolérable, une action immédiate doit être entreprise, sans considération du coût des mesures de diminution du risque qu'il faut prendre. Entre les zones de risque tolérable et intolérable se trouve la zone dite **ALARP** (*As Low As Reasonably Practicable*). Si la courbe F/N se trouve dans cette zone, des mesures additionnelles de réduction

du risque peuvent être requises, en fonction de leur efficacité coût / avantage.

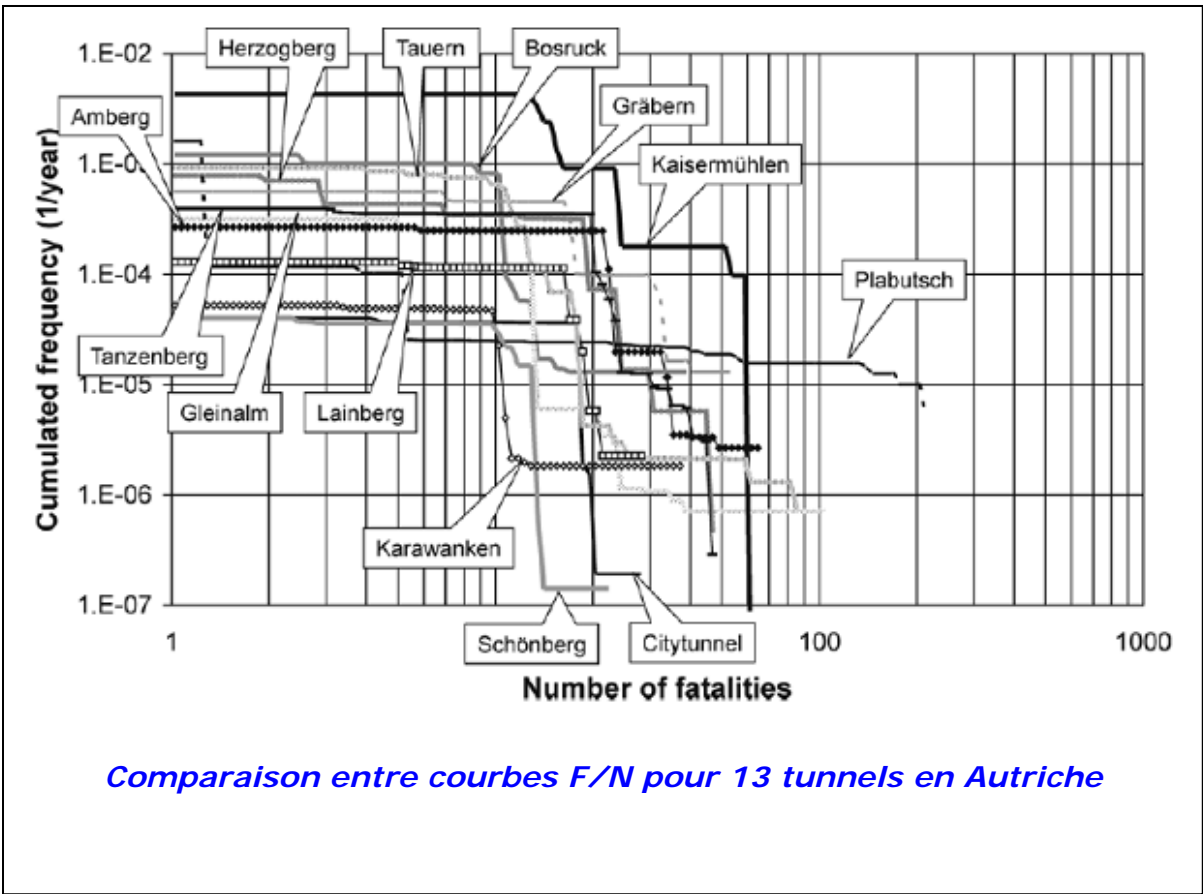


Cependant, les seuils limites utilisés n'ont pas de statut officiel et, à l'avenir, le modèle QRA sera probablement utilisé selon une procédure de comparaison pas à pas, de manière plus ou

moins similaire au cadre d'utilisation du modèle EQR en France :

- 1^{er} pas : examen de la pertinence du problème
- 2^e pas : examen du tunnel
- 3^e pas : examen d'itinéraires alternatifs.

La figure suivante montre la compilation des courbes F/N pour 13 tunnels. Le risque sociétal le plus élevé a été calculé pour le tunnel viennois de Kaisermühl, qui a un trafic journalier moyen de 85'000 véhicules (le plus élevé des 13 tunnels). Le risque sociétal le plus bas a été calculé pour le tunnel de Schönberg, qui a un trafic journalier moyen approximatif de 8'500 véhicules. Aucune des courbes F/N des tunnels analysés ne touche la zone de risque intolérable. Toutes les courbes F/N se situent partiellement ou entièrement dans la zone ALARP. Une série de mesures de diminution des risques ont été prises en compte, comprenant la déviation des véhicules transportant des MD, la régulation de la distance minimale entre les PL à 150 mètres et l'amélioration de systèmes de ventilation.



Comparaison entre courbes F/N pour 13 tunnels en Autriche

FRANCE

En France, à ce jour, une analyse quantitative de risque des transports de matières dangereuses est exigée pour tout nouveau tunnel, à l'exception des tunnels non urbains plus courts que 500 m (bidirectionnels) ou 800 m (unidirectionnels). Une simple approche qualitative peut être utilisée dans les autres cas. Pour les tunnels déjà en exploitation, une analyse quantitative de risque n'est exigée que si des modifications touchant le transport de matières dangereuses sont planifiées, ou si les autorités françaises le demandent.

Cependant, après avoir effectué un certain nombre d'analyses quantitatives de risque, il a été conclu que le seul critère de longueur d'un tunnel n'est pas suffisant pour déterminer si une analyse quantitative de risque est nécessaire, ou si une simple étude qualitative suffit. D'autres paramètres tels que les caractéristiques du trafic sont également importants. Ceci peut-être illustré en considérant un ancien cas d'étude d'un tunnel suffisamment long pour imposer qu'une analyse quantitative de risque soit effectuée, mais dont le trafic de véhicules transportant des matières dangereuses était trop faible pour constituer un risque de niveau significatif.

Un critère de Risque Intrinsèque (RI) a donc été défini, basé sur l'expérience accumulée lors de l'utilisation du modèle d'analyse quantitative de risque. Ce critère correspond à une Valeur Attendue (VA) de 0,001 morts par année. Le Risque Intrinsèque est calculé en appliquant le modèle d'analyse quantitative de risque au tunnel sans tenir compte des tronçons d'itinéraires adjacents à ciel ouvert. Seuls les onze scénarios de matières dangereuses du tableau sont considérés, alors que les deux scénarios avec incendie de PL ne sont pas considérés.

Si, pour un tunnel donné, $RI > 0.001$, une analyse quantitative de risque est effectuée, pour comparer le tunnel avec des itinéraires alternatifs. En comparant deux itinéraires ayant des Risques Intrinsèques respectifs $RI1$ et $RI2$, trois situations ont été définies :

- $EV1/EV2 < 3$ d'autres critères sont requis pour prendre une décision,
- $3 < EV1/EV2 < 10$ une analyse de sensibilité est requise,
- $EV1/EV2 > 10$ l'itinéraire 2 devrait être favorisé.

Lorsque $RI1/RI2 < 3$, les autres critères suivants sont considérés :

- l'aversion au risque,
- les accidents sans implication de matières dangereuses,
- la vulnérabilité de l'itinéraire, des points de vue économique et environnemental.

À ce jour, des études quantitatives de risque ont été effectuées pour 30 tunnels environ. Parmi ceux-ci, il y a eu 5 cas (19 %) avec $RI < 0.001$, 4 cas (15 %) avec $RI >> 0.001$, et 18 cas (67 %) avec $RI > 0.001$. Parmi les études quantitatives de risque avec $RI > 0.001$, la moitié des cas (11 sur 22) présentaient des différences d'itinéraires significatifs. Parmi ceux-ci, l'itinéraire par le tunnel s'est avéré moins dangereux dans deux cas (18 %) et plus dangereux que l'itinéraire alternatif dans 9 cas (82 %).

En se basant sur l'expérience acquise lors des études antérieures, le processus présenté à la figure suivante a été défini pour l'analyse de risque des transports de matières dangereuses.

