

► 7. MODÈLE OCDE/AIPCR D'ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES LIÉS AUX MARCHANDISES DANGEREUSES

7.1. Définition du problème

Pour un tunnel existant le transport de marchandises dangereuses est autorisé sans restrictions depuis que celui-ci a été ouvert à la circulation. Conformément aux récentes dispositions, une analyse des risques concernant le transport des marchandises dangereuses est effectuée et intégrée au dossier de sécurité.

7.2. Description de l'ouvrage

Les informations présentées ci-dessous décrivent le tunnel et ses caractéristiques. Elles sont un élément essentiel des données en entrée du modèle de risque :
Système tunnel : Tunnel bitube

| | Tube Est | Tube Ouest |
|----------------------|--|--|
| Longueur | 355 m | 355 m |
| Largeur | 19 m | 22,60 m |
| Hauteur | 5,88 m | 5,41 m |
| Section transversale | 112 m ² | 122 m ² |
| Pente transversale | 2 % | 2 % |
| Pente longitudinale | 5 % | 5 % |
| Système de drainage | Caniveau à fente continue avec siphons tous les 50 m | Caniveau à fente continue avec siphons tous les 50 m |

► 7. OECD/PIARC DG QRA MODEL

7.1. Definition of the problem

In an existing tunnel the transport of dangerous goods is permitted without restrictions since it opened to traffic. In accordance with recent regulations, a risk analysis regarding dangerous goods transport is performed and described in the safety documentation.

7.2. Definition of the system

The following data describing the tunnel and its characteristics are an important part of the input data of the risk model:
Tunnel system: Twin bore tunnel

| | East bore | West bore |
|-----------------------|---|---|
| Length | 355 m | 355 m |
| Width | 19 m | 22.60 m |
| Height | 5.88 m | 5.41 m |
| Section | 112 m ² | 122 m ² |
| Camber | 2% | 2% |
| Longitudinal Gradient | 5% | 5% |
| Drainage system | Continuous gutters and siphons every 50 m | Continuous gutters and siphons every 50 m |



| | |
|---|---|
| Issues de secours | tous les 90 m |
| Trafic (trafic moyen journalier annuel) | 155 000 (trafic prévu pour 2015) |
| Poids lourds | 6,8 % (du trafic global) |
| Transports de marchandises dangereuses | 1,9 % des poids lourds (c'est-à-dire 200 véhicules MD par jour) |
| Autobus | 0,4 % (du trafic global) |
| Ventilation | ventilation transversale des gaines d'extraction de fumée présentant une capacité de 150 m ³ /s (conformément à la réglementation française en la matière) |
| Système de détection automatique d'incident | prévu |

7.3. Calcul du risque intrinsèque (RI)

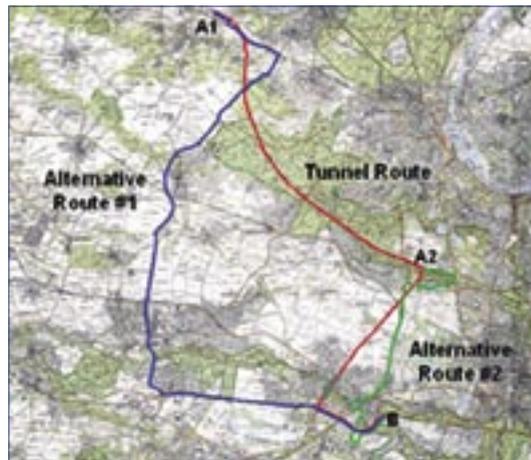
Le calcul est effectué en utilisant le modèle EQR.

Etant donné les variations possibles des conditions météorologiques de départ, la valeur de RI varie entre 0,0008 et 0,0014.

La dernière valeur est supérieure à la limite de 0,001 pour laquelle une étude EQR devient nécessaire pour comparer les itinéraires possibles (*voir chapitre 3.2.7*). Par conséquent, une comparaison quantifiée entre l'itinéraire tunnel et deux itinéraires alternatifs a été réalisée.

7.4. Étude EQR comparative Itinéraires comparés

Les itinéraires soumis à comparaison sont représentés sur la *carte page suivante*.



L'itinéraire tunnel et l'itinéraire alternatif numéro 1 sont comparés entre les points A1 et B. L'itinéraire tunnel et l'itinéraire alternatif numéro 2 sont comparés entre les points A2 et B.

| | |
|--|--|
| Emergency exits | every 90 m |
| Traffic (annual average daily traffic) | 155,000 (2015 traffic forecast) |
| Heavy goods vehicles | 6.8% (of overall traffic) |
| Dangerous goods vehicles | 1.9% of heavy goods vehicles (i.e. 200 DG vehicles per day) |
| Buses | 0.4% (of overall traffic) |
| Ventilation | Transverse ventilation with smoke extraction openings with a capacity of 150 m ³ /s (in accordance with French design guidelines) |
| Automatic incident detection system | To be implemented |

7.3. Intrinsic risk calculation (IR)

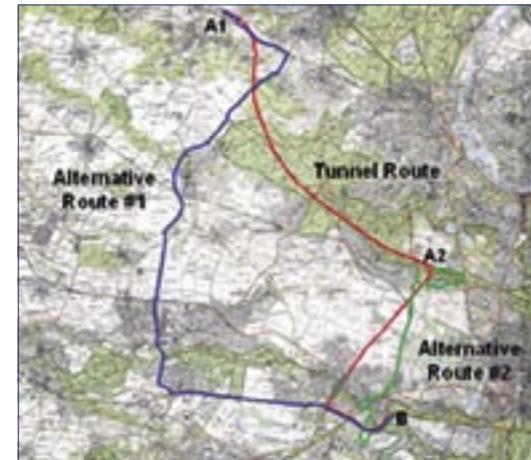
This calculation is done with using the DG QRA model.

Given possible variability of initial meteorological conditions, the IR value ranges from 0.0008 to 0.0014.

This last value is higher than the 0.001 limit for which a QRA study is required comparing alternative routes (*see chapter 3.2.7*). Therefore, a quantified comparison between the tunnel route and two alternative routes has been performed.

7.4. Comparative QRA study - Compared routes

The compared routes are represented on the *map, next page*.



Tunnel route and alternative route number 1 are compared between points A1 and B. Tunnel route and alternative route number 2 are compared between points A2 and B.



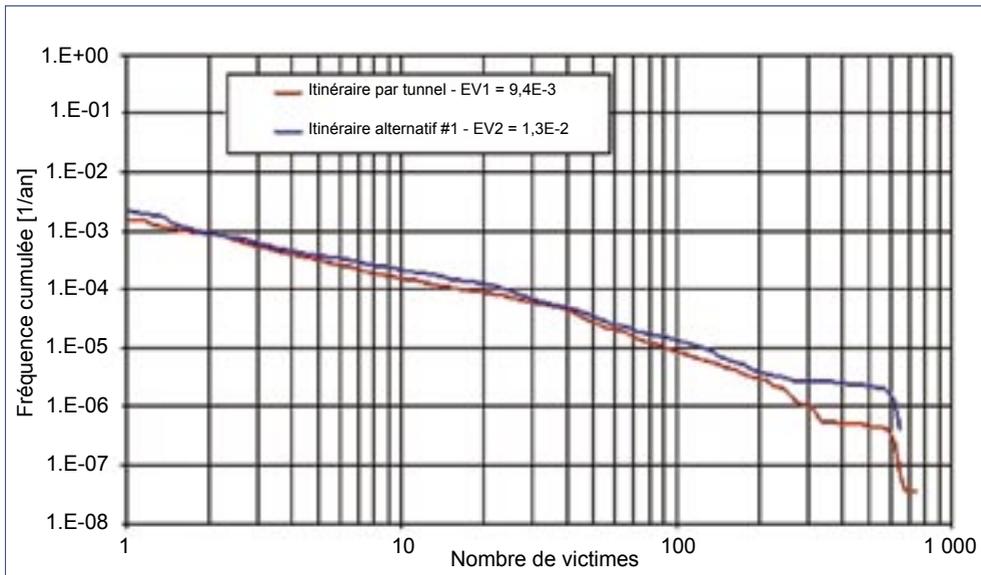
Résultats du calcul des risques

Comparaison Itinéraire tunnel / Itinéraire alternatif Numéro 1

Les courbes FN ci-dessous ont été obtenues pour la comparaison entre l'itinéraire tunnel et l'itinéraire alternatif Numéro 1.

L'espérance mathématique (EV : Expected Value) correspond au nombre moyen de victimes par an imputables au transport de marchandises dangereuses sur l'itinéraire en question.

Le rapport entre les espérances mathématiques calculées pour l'itinéraire tunnel et pour l'itinéraire alternatif Numéro 1 est de l'ordre de 1/1,4.



Comparaison avec l'itinéraire 1

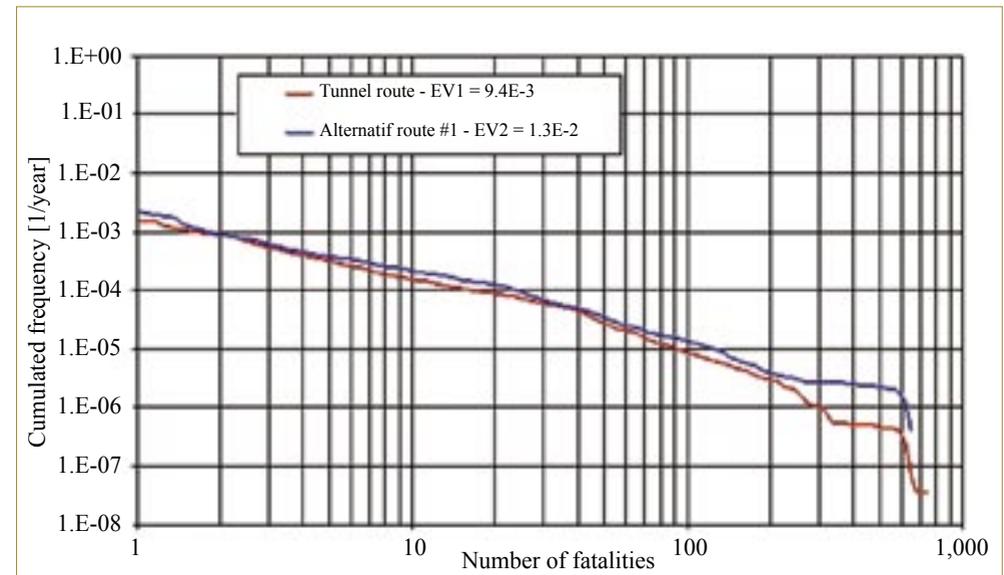
Results of Risk Calculation

Comparison between Tunnel route / Alternative route #1

Regarding comparison between tunnel route and alternative route #1 the following FN curves have been obtained.

The EV (Expected Value) corresponds to the yearly expected number of victims due to dangerous goods transported through the considered route.

The resulting ratio of the EVs of the Tunnel Route and the Alternative Route #1 is thus about 1/1.4.



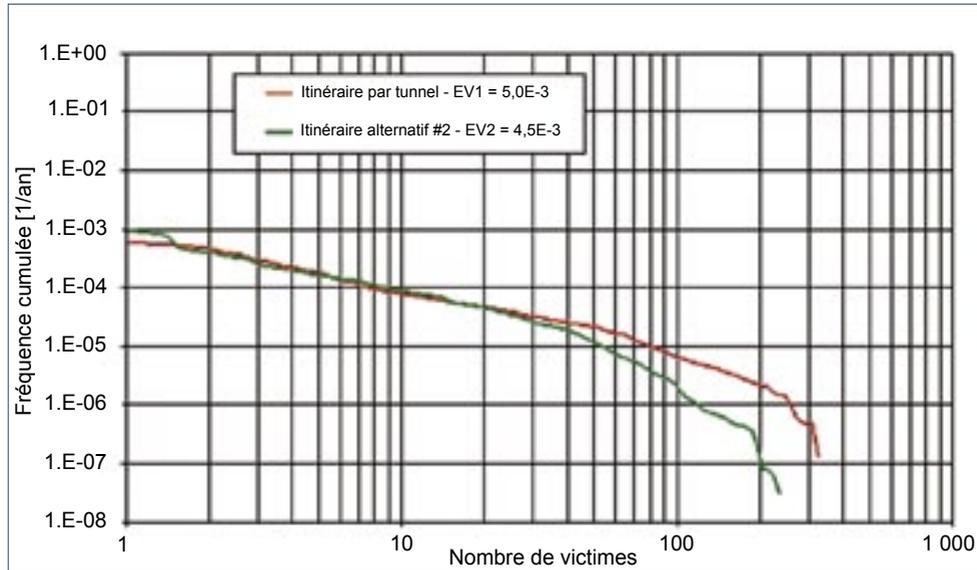
Comparison between Tunnel route Alternative 1



Comparaison Itinéraire tunnel / Itinéraire alternatif Numéro 2

Les courbes FN ci-dessous ont été obtenues pour la comparaison entre l'itinéraire tunnel et l'itinéraire alternatif Numéro 2 :

Le rapport entre les espérances mathématiques calculées pour l'itinéraire tunnel et pour l'itinéraire alternatif numéro 2 est de l'ordre de 1/0,9.



Comparaison avec l'itinéraire 2

Résultats de l'évaluation des risques

Lors de la comparaison de deux itinéraires, il est généralement considéré que, si :

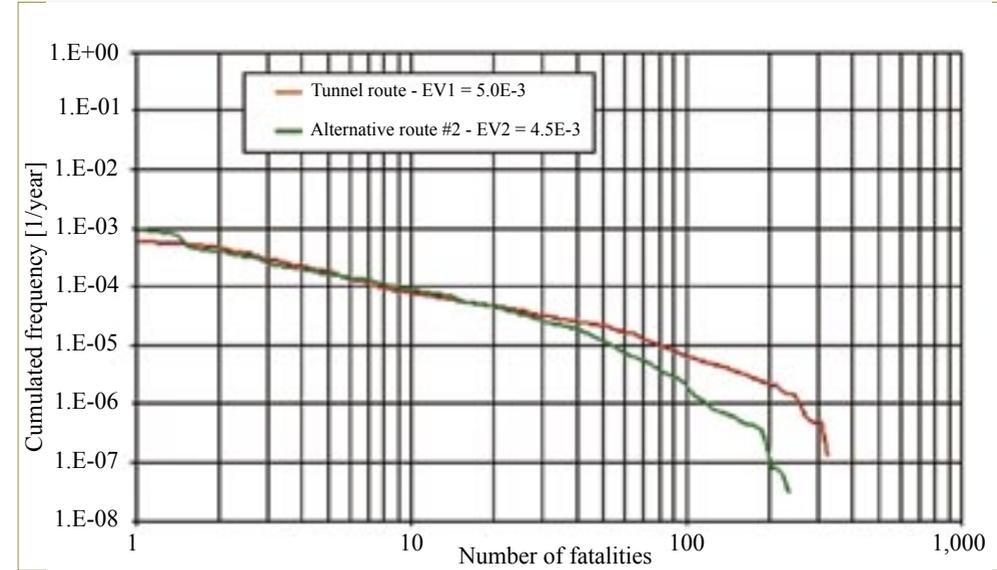
- EM1/EM2 < 3 d'autres critères sont nécessaires pour prendre une décision,
- 3 < EM1/EM2 < 10 l'étude de sensibilité des principaux paramètres est nécessaire pour conclure,
- EM1/EM2 > 10 l'itinéraire qui permet d'obtenir la valeur EM2 doit être privilégié.

Par conséquent, dans les deux cas de figure, la comparaison EQR ne montre pas de différences significatives entre les deux itinéraires soumis à comparaison.

Comparison between Tunnel route / Alternative route #2

Regarding comparison between tunnel route and alternative route #2 the following FN curves have been obtained:

The resulting ratio between Tunnel Route and Alternative Route #2 Expected Values (EV) is thus about 1/0.9.



Comparison between Tunnel route Alternative 2

Results of Risk Evaluation

When comparing two routes, it is generally considered that, if:

- EV1/EV2 < 3 other criteria are required to make a decision,
- 3 < EV1/EV2 < 10 a sensitivity study on main parameters is required to conclude,
- EV1/EV2 > 10 the route which results in EV2 value should be favoured.

Therefore, this QRA comparison in both cases shows no significant difference between the 2 compared routes.



Autres critères étudiés

En règle générale, les critères suivants sont pris en compte lorsque l'étude EQR ne permet pas de déterminer clairement un choix entre plusieurs itinéraires :

- aversion au risque ;
- accidents n'impliquant pas la marchandise dangereuse ;
- vulnérabilité des itinéraires des points de vue économique et environnemental.

Dans le cas présent, le second critère permet de faire un choix. Le tableau ci-après présente les résultats des calculs de risque déterminés à partir des accidents n'impliquant pas la marchandise dangereuse transportée :

| Itinéraire | Comparaison modèle EQR | Accidents sans MD impliquée | Comparaison globale |
|----------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Tunnel EV | 9,4E-03 | 3,8E-03 | 1,3E-02 |
| Itinéraire bis EV #1 | 1,3E-02 | 4,0E-02 | 5,3E-02 |
| Rapport | 1,4 | 10,6 | 4,0 |
| Tunnel EV | 5,0E-03 | 1,0E-03 | 6,0E-03 |
| Itinéraire bis EV | 4,5E-03 | 1,9E-02 | 2,4E-02 |
| Rapport | 0,9 | 19,5 | 4,0 |

Les résultats reportés dans le tableau ci-dessus montrent que les risques dus aux accidents de la circulation n'impliquant pas la marchandise dangereuse transportée, sont significativement plus élevés (d'un facteur supérieur à 10) pour les itinéraires alternatifs que pour l'itinéraire tunnel.

Par conséquent, cette étude permet de conclure que le transport de marchandises dangereuses doit être maintenu sur l'itinéraire tunnel.

Other criteria investigated

Generally, the following criteria should be considered when the QRA study does not allow a clear choice between routes:

- risk aversion,
- accidents without involvement of hazardous material,
- route vulnerability from economic and environmental points of view.

In the present case, the second criterion allows a choice to be made. The following table presents the results from risks calculations derived from accidents without involvement of the transported dangerous goods:

| Route | QRA model comparison | Accidents without DG involved | Global Comparison |
|-------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------|
| EV Tunnel Route | 9.4E-03 | 3.8E-03 | 1.3E-02 |
| EV Alternative Route #1 | 1.3E-02 | 4.0E-02 | 5.3E-02 |
| Ratio | 1.4 | 10.6 | 4.0 |
| EV Tunnel Route | 5.0E-03 | 1.0E-03 | 6.0E-03 |
| EV Alternative Route #1 | 4.5E-03 | 1.9E-02 | 2.4E-02 |
| Ratio | 0.9 | 19.5 | 4.0 |

Reported results in this table show that risks due to road accidents without involvement of dangerous goods are significantly higher (more than a factor of 10) on alternative routes than on tunnel route.

Therefore, the conclusion of this study is that dangerous goods transport must be maintained on the tunnel route.