

CLASSIFICATION ADR DES TUNNELS ET MODIFICATION DU RÉSEAU D'ITINÉRAIRES DE MARCHANDISES DANGEREUSES EN GIPUZKOA

Iulen ITURRIZAGA LÓPEZ (1), Directeur du Projet, Idom, San Sebastián

Jesús SANCHO CEBRIÁN (2), Ingénieur spécialiste en sécurité de tunnels

Javier BORJA LÓPEZ (3), Responsable du Département de Sécurité en tunnels, tous deux à l'Idom, Zaragoza (Espagne).

Ce dernier est membre du Comité technique 3.3 *Exploitation des tunnels routiers* de l'Association mondiale de la Route

Illustrations © ATC

AVANT-PROPOS

Un incident grave impliquant des marchandises dangereuses dans un tunnel peut être extrêmement coûteux tant en termes de vies humaines, que du point de vue de l'environnement, des dommages au tunnel et de la perturbation des transports. D'autre part, bannir inutilement les marchandises dangereuses des tunnels peut entraîner des coûts économiques injustifiés. En outre, une telle interdiction pourrait obliger les transporteurs à utiliser des routes plus dangereuses, telles les zones densément peuplées, et donc augmenter le risque global.

Différentes normes, et notamment la Directive Européenne 2004/54/CE, prévoient la nécessité d'une analyse des risques pour étudier si le passage de marchandises dangereuses à l'intérieur des tunnels entraînerait un risque acceptable.

La méthodologie pour la réalisation de ce type d'analyses se base sur le modèle DG-QRAM (*Dangerous Goods Quantitative Risk Assessment Model*), développé entre 1997 et 2001 par l'OCDE et l'Association mondiale de la Route, mis à jour à plusieurs reprises et pour la dernière fois en 2004.

Le 1^{er} janvier 2010 entré en vigueur un nouveau règlement sur le passage de ce type de marchandises à travers les tunnels routiers, résultant de certaines modifications réalisées sur l'Accord Européen « ADR » relatif au transport international de marchandises dangereuses par route.

Ce règlement classe les tunnels en 5 catégories désignées par les lettres A à E. Assigner une lettre à un tunnel détermine la liste des marchandises interdites dans le tunnel en question.

Les nouvelles dispositions de l'ADR mèneront à une réglementation standardisée dans toute l'Europe et des conséquences bénéfiques sur l'organisation de ce type de transport et sur le développement économique. L'évaluation quantitative des risques inclut toutes les fonctionnalités nécessaires pour justifier les décisions visant à attribuer un tunnel à une catégorie ADR.

Sur la base de ce qui précède, cet article résume le travail réalisé pour classer les tunnels existants et analyser la pertinence de modifier le Réseau d'Itinéraires de Marchandises Dangereuses dans la région de Gipuzkoa en Espagne.

Rafael López Guarga

Président du Comité des Tunnels de l'Association technique des Routes (ATC), Comité national espagnol de l'Association mondiale de la Route



La région de Gipuzkoa est l'un des principaux nœuds de communication entre la Péninsule ibérique et le reste de l'Europe ; c'est l'un des deux passages internationaux les plus empruntés des Pyrénées. De plus le Gipuzkoa comporte un tissu industriel très développé, certaines industries utilisant des marchandises dangereuses. Cette région supporte donc un fort trafic de ce type de marchandises, tant en transit, qu'en desserte locale.

Le Gipuzkoa est une région très montagneuse et pour cette raison compte sur son réseau routier avec un grand

Illustration 1 - Situation de Gipuzkoa en Europe

TUNNEL CLASSIFICATION ACCORDING TO ADR AND DANGEROUS GOODS TRANSPORT NETWORK MODIFICATION IN GIPUZKOA

Iulen Iturrizaga López (1), Project Manager, Idom, San Sebastián

Jesús Sancho Cebrián (2), Tunnel Safety Engineer

Javier Borja López (3), Tunnel Safety Department Manager, both at Idom, Zaragoza (Spain).

The latter is member of the World Road Association Technical Committee on *Road Tunnels Operations*

Illustrations © ATC

FOREWORD

A serious incident involving dangerous goods in a tunnel can be extremely costly in terms of loss of human lives, environmental degradation, tunnel damage and transport disruption. On the other hand, needlessly banning dangerous goods from tunnels may lead to unjustified economic costs. Moreover, such a ban might force operators to use more dangerous routes, such as densely populated areas, and thus increase the overall risk.

Different regulations, and notably the 2004/54/CE European Directive, provide for the need for a risk analysis to study if the passage of dangerous goods inside a tunnel would result an acceptable risk.

The methodology for conducting this type of analysis is based on the DG-QRAM model (Dangerous Goods Quantitative Risk Assessment Model), developed between 1997 and 2001 by the OECD and PIARC, updated several times and most recently in 2004.

As a result of some changes made to the European Agreement concerning the international carriage of dangerous goods by road, "ADR", new regulations on the passage of this type of goods through road tunnels came into force on the 1st of January 2010.

These new regulations classify tunnels into 5 categories designated by



letters A to E. Assigning a letter to a tunnel determines the list of goods that are prohibited from passing through the tunnel in question.

The new ADR provisions will lead to a standard regulation across Europe and have a beneficial impact on the organization of this type of transport and help economic development in general. To apply these provisions, the quantitative risk assessment includes all the features needed to justify decisions in order to assign a tunnel to an ADR category.

On the basis of the aforementioned points, the purpose of this article is to summarize the work done to classify the existing tunnels and analyze the practicality of changing the Dangerous Good Transport Network in Gipuzkoa in Spain based on a risk analysis of road transport of dangerous goods.

Rafael López Guarga

President of Tunnel Committee of the Spanish Road Technical Association (ATC, World Road Association Spanish National Committee)

The region of Gipuzkoa is one of the main communication hubs between Europe and the Iberian Peninsula and one of the two most heavily used international crossings across the Pyrenees. In addition to this, Gipuzkoa has a highly developed industrial network with several industries requiring the usage of dangerous goods to operate. Therefore, this region supports a heavy traffic of vehicles transporting such goods, either passing through or for local service.

Gipuzkoa is a very mountainous region and thus contains a high number of tunnels in its road network. There are 87 road tunnels with a combined length of 31,908 km or 4.6% of the total road network, including 18 tunnels with a length above 500 meters.

On the other hand, the ADR regulation indicates the need to classify all tunnels in one

Illustration 1, left page - Gipuzkoa in Europe

nombre de tunnels : 87 tunnels représentant une longueur totale de 31 908 km soit 4,6 % du total du réseau routier régional, dont 18 tunnels de plus de 500 mètres.

La norme ADR nécessite la classification de tous les tunnels dans l'une des 5 catégories. La détermination de la catégorie est faite à partir de l'hypothèse qu'il existe trois dangers principaux susceptibles de faire un grand nombre de victimes ou d'endommager gravement la structure des tunnels :

- les explosions,
- les fuites de gaz toxique ou de liquide toxique volatil,
- les incendies.

De plus, selon la législation nationale, tous les transports de marchandises dangereuses (TMD) doivent suivre un des itinéraires inclus dans le « Réseau d'itinéraires de Marchandises Dangereuses » (RIMD) sauf pour les dessertes locales. Ce RIMD n'a pas évolué en Gipuzkoa depuis longtemps et pendant ce temps, de nouvelles autoroutes ont été construites, rendant nécessaire d'analyser s'il convient de modifier le RIMD en vue de minimiser les risques.

Fort de ces deux exigences, le gouvernement régional de Gipuzkoa a réalisé une étude basée sur une analyse des risques liés au transport routier des marchandises dangereuses.

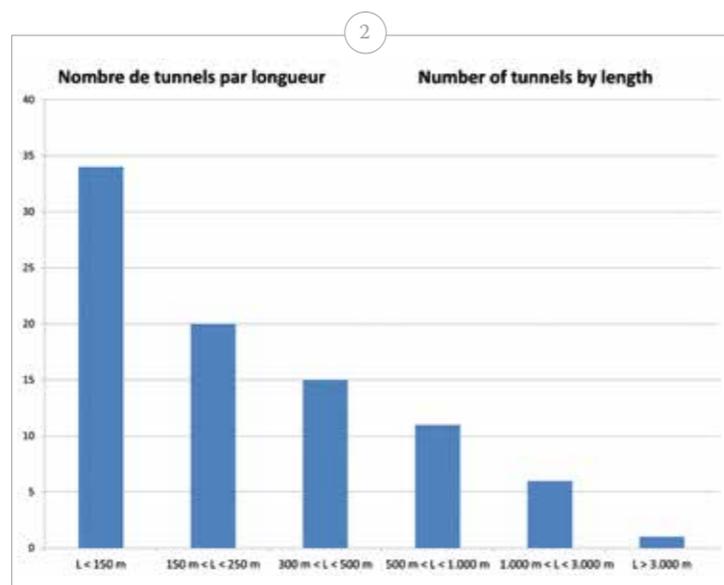
LE MODÈLE EQR ET SON APPLICATION

L'approche suivie pour la réalisation de l'étude est basée sur l'utilisation du modèle EQR (Évaluation Quantitative des Risques) développé par l'Association mondiale de la Route et l'OCDE.

Ce modèle retient 13 scénarios considérés comme caractéristiques de possibles incidents avec des transports de marchandises dangereuses et permet de calculer le risque social (en nombre de victimes potentielles par an) pour un tronçon de route.

Pour ceci, il requiert une modélisation détaillée des infrastructures routières (tant à ciel ouvert qu'en tunnel), des installations liées à la sécurité en tunnel ainsi que de la population vivant aux alentours des routes analysées.

Le modèle EQR ne définit pas un cadre d'interprétation des résultats ; il est nécessaire d'établir une méthodologie pour la prise de décision suivant les résultats obtenus.



La méthodologie mise en place pour classer les tunnels selon l'ADR suit une approche multi-étapes similaire à celle proposée par le Centre d'Études des Tunnels de France (CETU). En premier lieu, seule la longueur du tunnel est considérée. Si cette longueur dépasse une certaine limite, le risque individuel est calculé, et si le risque dépasse un certain seuil, la décision est prise selon le risque comparatif par comparaison avec d'autres itinéraires.

Pour l'analyse du RIMD, couvrant des itinéraires plus étendus, la méthodologie est basée sur l'analyse comparative des risques sur différents itinéraires. Cette méthodologie est illustrée par l'illustration 3.

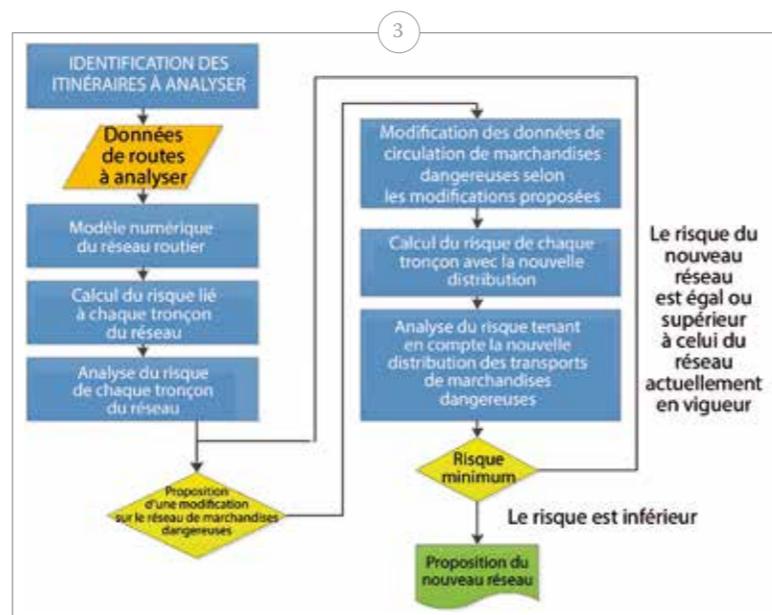


Illustration 2 - Nombres de tunnels par longueur
Illustration 3 - Méthodologie d'analyse

of five categories provided for this purpose. The classification has to be based on the assumption that there are three main dangers which may cause a large number of casualties or serious damage to the tunnel structure:

- explosions,
- toxic gas or volatile, toxic liquid leakage,
- fires.

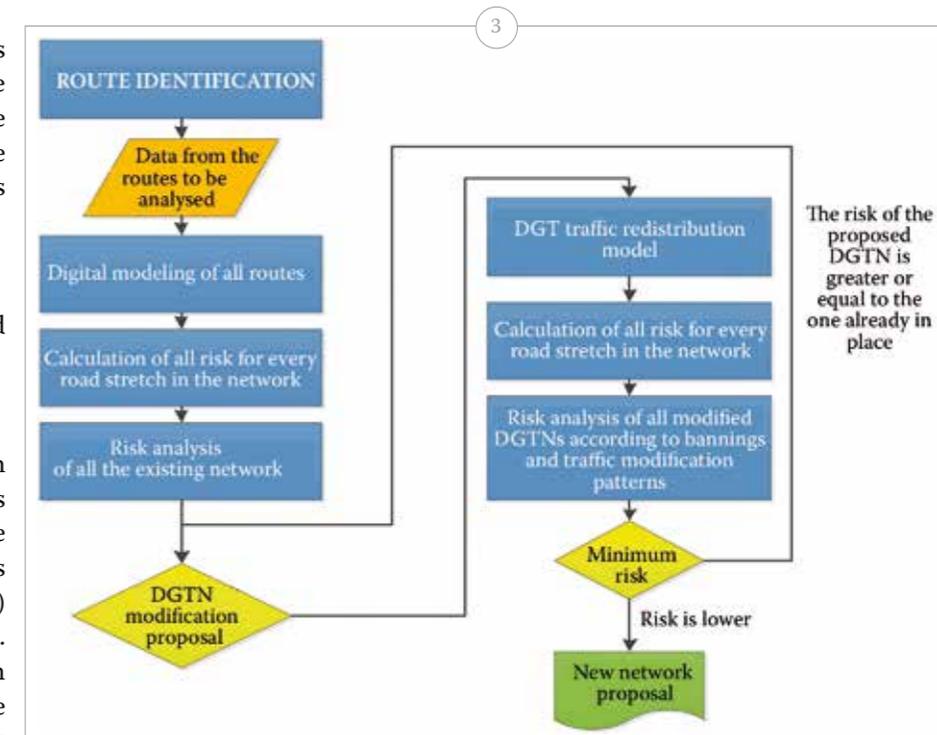
In addition to this, national legislation states that all dangerous goods transport (DGT) must follow one of the routes included in Dangerous Goods Transport Network (DGTN) except to perform local services. The DGTN has not been changed in Gipuzkoa for a long time and since the last modification new highways have been built. Therefore, it is advisable to analyze the network to see if it should be modified.

Taking into account these requirements, the classification of all tunnels and analysis the DGTN, the Regional Government of Gipuzkoa conducted a study based on a risk assessment of dangerous goods transportation on the road network.

QRA MODEL AND ITS APPLICATION

The approach taken for the study is based on the use of the QRA model (Quantitative Risk Assessment) developed by OECD and World Road Association to conduct this type of studies.

This model considers 13 scenarios considered to be typical of possible incidents involving dangerous goods and allows the calculation of social risks (in terms of expected victims per year) of a stretch of road.



For this, it requires highly detailed modeling of the road infrastructure (both non-covered roads and tunnels), tunnel safety equipment as well as the population living in the vicinity of these roads.

QRA model does not define a framework for interpreting the results, being necessary to establish a methodology allowing decision making based on the results.

In this regard, the selected methodology for the tunnel classification according to ADR regulation follows a multi-step approach similar to the one proposed by the Centre d'Études des Tunnels of France (CETU). In a first step, only the length is considered, if a given tunnel is longer than the length threshold then its risk is calculated and analyzed and if it exceeds the risk limit then alternative routes are considered and their risk compared.

The DGTN analysis covers bigger routes than just single tunnels; the

selected methodology is based on the comparative analysis of the risks associated to different routes. The methodology is shown in the illustration 3.

The DGTN not only covers Gipuzkoa, but the whole Basque Country and all calculated routes take into account the whole region. However, modifications are only proposed for Gipuzkoa.

Dangerous Goods Transport Data collection

The main problem while carrying out the study was the lack of information on the DGT's traffic, such as their number and the distribution of transported goods. In this regard, the Regional Government of Gipuzkoa had updated information about the number of such vehicles in major roads, but no information about their cargo. In addition, the Basque Government had a complete set of information, but from 2003.

Le RIMD couvre non seulement le Gipuzkoa mais aussi toute la communauté autonome du Pays Basque et tous les itinéraires calculés prennent en compte le Pays basque en entier. Toutefois, la modification proposée ne porte que sur le Gipuzkoa.

Collecte des données de transport de marchandises dangereuses

Le principal problème rencontré pour la réalisation de l'étude était le manque d'information sur la circulation des TMD, tant leur nombre que la distribution des types de marchandises qu'ils transportent. À ce sujet, le gouvernement régional de Gipuzkoa disposait de données actualisées sur le nombre de véhicules sur certaines routes, mais ni sur leur cargaison ni sur les voies plus neuves. Le gouvernement Basque disposait de données complètes sur la circulation de ce type de transport et leur distribution, mais datant de l'année 2003.

Ces données étant à la base de tous les calculs à réaliser, la démarche suivante a été suivie :

- collecter l'information obtenue par le gouvernement régional de Gipuzkoa lors de leur campagne de comptage de véhicules ;
- compléter ces données par une campagne complémentaire de comptage et d'identification de véhicules de marchandises dangereuses sur les nouvelles voies à haute capacité et par un point de contrôle pour vérifier la validité des données recueillies ;
- compléter les données manquantes par celles de 2003 actualisées en fonction de la variation réelle de la circulation et en validant cette actualisation avec les données réelles et actuelles obtenues dans les deux phases antérieures.

La distribution des flux de TMDs obtenue est présentée par l'illustration 4.

Collecte du reste des données nécessaires pour le modèle EQR

Tel qu'indiqué précédemment, pour le modèle EQR, il est nécessaire d'inclure un grand nombre de paramètres pour

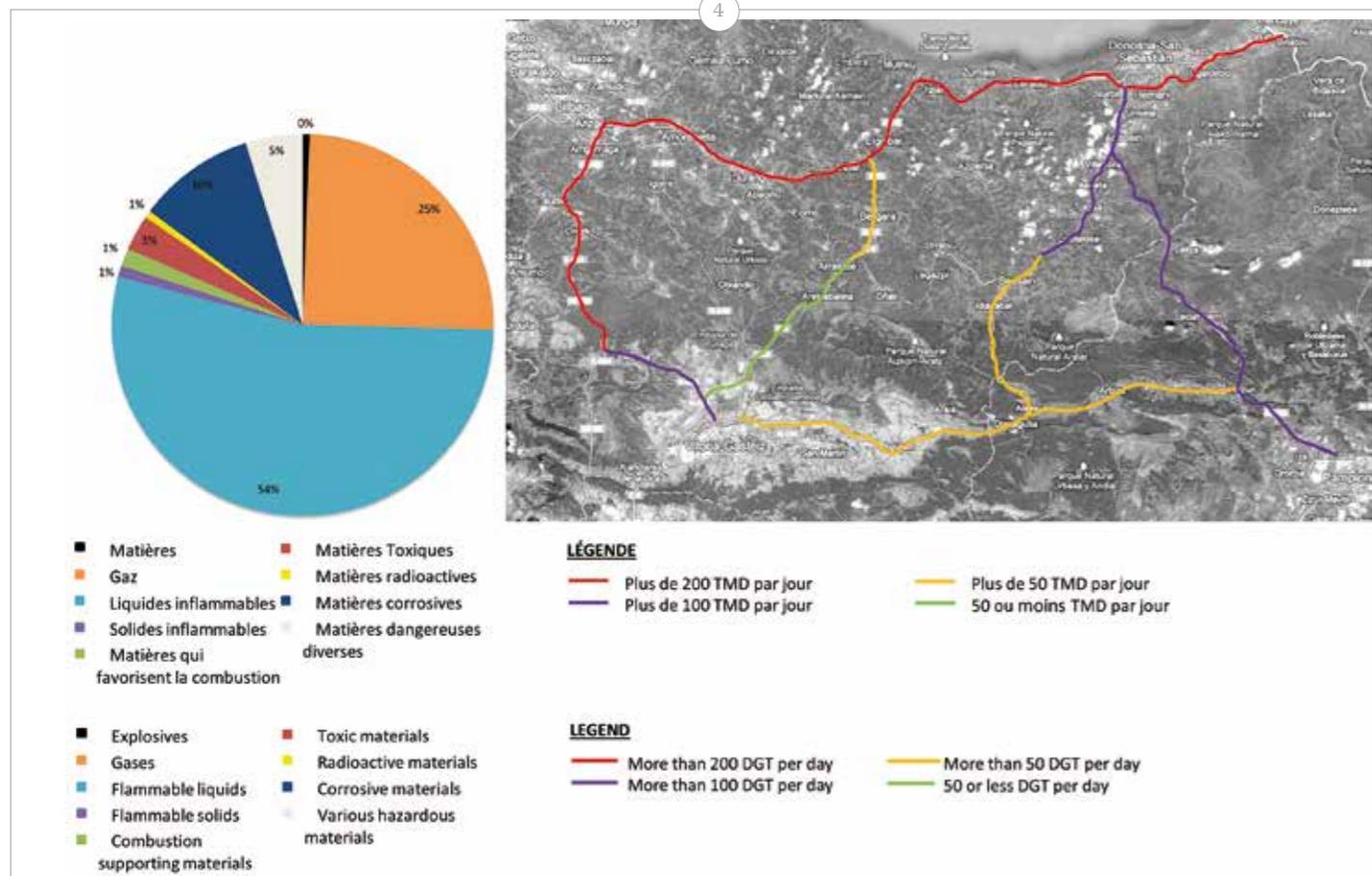


Illustration 4 - Distribution des flux de marchandises dangereuses dans le Pays Basque
Illustration 5, page de droite - Risques intrinsèques de chaque tunnel

These data being the basis of all the calculations to be performed, the following procedure was carried out:

- collect information obtained by the Regional Government of Gipuzkoa;
- complete data with a complementary campaign for counting and identification of dangerous goods vehicles on the new routes with high capacity and a checkpoint to check the validity of the collected data;
- complete the missing information with the 2003 data updated according to the variation of general traffic and validating this approach with current data obtained from the above mentioned data collection phases.

The obtained DGT flow distribution is shown on illustration 4, left page.

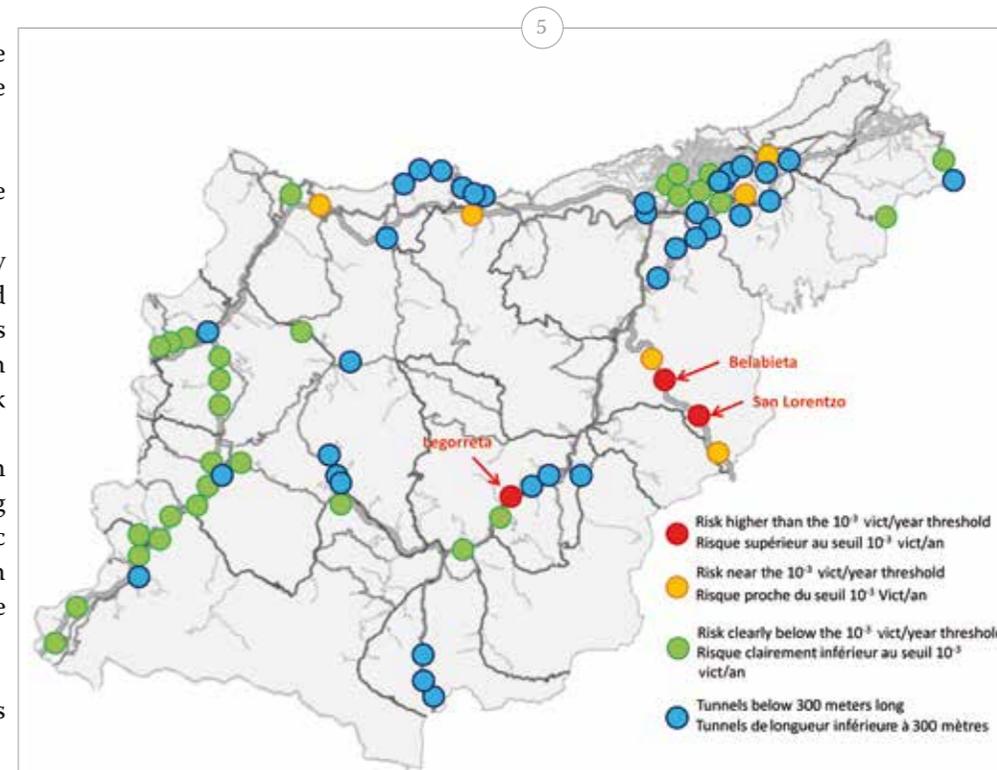
Other necessary data collection for QRA Model

As noted above, QRA model needs to be fed with a large amount of data for every tunnel. In this case, the study covering more than a hundred tunnels and several hundred kilometers of open roads, the amount of gathered geometrical data, tunnel safety facilities, population, wind roses, etc., has been enormous.

These data, however, were more readily available as part of the team and the Regional Government had already collected a great part in previous projects.

Classification of tunnels in Gipuzkoa according to ADR

Once having obtained all required data to perform the risk assessment for each tunnel, the team applied the methodology to each of the tunnels as follows:



- all tunnels less than 300 meters long and not of any special risk are considered to be an inherent risk similar to open roads and thus are directly classified as A.
- for the rest of tunnels the QRA model is used to calculate the risk and verify that the obtained risk does not exceed the 10-3 victims per year threshold;
- if the risk exceeds that threshold, other local routes are analyzed and compared with the route containing the tunnel. This analysis is done for several types of restrictions (B, C, D or E). If the comparison gives a clear result, the optimal classification is proposed;
- if the alternative route does not appear to be significantly better than its alternative, the tunnel is classified as A, but risk reduction measures are proposed.

The results obtained for the road tunnels of Gipuzkoa are shown on illustration 5.

There are three tunnels beyond the risk threshold.

Legorreta tunnel (495 m) is located on one of the main roads in Gipuzkoa, the N-I, connecting France with the Iberian Peninsula. The only alternative road locally is a small capacity one passing through the center of two villages which doesn't present a lower risk than the main road. As a result, the tunnel is classified as A with a lower speed limit recommended.

Belabieta (1,842 m) & San Lorentzo (814 m) tunnels which are over the threshold and Oindolar (552 m) & Gorosmendi (556 m) which are close to the limit, are part of a mountain highway connecting Gipuzkoa to Navarra and are located on the same stretch. The nearest alternative road has the same features as in the previous case; a narrow and winding road passing through several villages

chaque tunnel. Ici, l'analyse portant sur plus de 100 tunnels et des centaines de kilomètres de voies à ciel ouvert, le nombre de données géométriques des voies et des tunnels, d'installations de sécurité en tunnel, intensité du trafic ordinaire, riverains, roses de vents, etc., s'est montrée très importante.

Classification des tunnels de Gipuzkoa selon l'ADR

Une fois toutes les données rassemblées, l'équipe de travail a appliqué la méthodologie suivante d'analyse à chacun des tunnels de Gipuzkoa :

- tous les tunnels ayant une longueur inférieure à 300 mètres et ne comportant aucun risque exceptionnel sont considérés comme ayant un risque intrinsèque similaire à celui d'une voie à ciel ouvert et sont rangés en classe A (aucune limitation) ;
- sur le reste des tunnels, le modèle EQR est utilisé pour analyser si le risque intrinsèque dépasse la valeur limite du risque de 10-3 victimes par an ;
- si ce risque est dépassé, d'autres itinéraires locaux sont analysés à l'aide du modèle EQR et comparés avec le risque de l'itinéraire comportant le tunnel. Cette analyse se fait en analysant plusieurs types de restrictions (B, C, D et E). Selon le résultat de ces comparaisons, une classification optimale est proposée ;
- si l'itinéraire alternatif ne s'avère pas préférable, le tunnel est classé en A mais en recommandant des mesures en vue de réduire le risque.

Les résultats obtenus pour chaque tunnel de Gipuzkoa sont présentés sur l'illustration 5, page précédente.

Trois tunnels dépassent le seuil du risque maximum admis.

Le tunnel de Legorreta (495 m) se situe sur l'une des principales voies de communication de Gipuzkoa, la route N-1, qui connecte la France avec la Péninsule ibérique. Le seul itinéraire local alternatif, étant une route secondaire à faible capacité et passant par le centre de deux villages, n'a pas présenté un risque inférieur à l'itinéraire original. Au vu des résultats obtenus, le tunnel de Legorreta est donc classé A, et une réduction de la vitesse maximale est proposée.

Les tunnels de Belabieta (1 842 m) et San Lorentzo (814 m), ainsi que les tunnels d'Oindolar (552 m) et Gorosmendi (556 m), se situent sur une autoroute de montagne qui connecte le Gipuzkoa avec la Navarre. En total ces quatre tunnels présentent le plus fort risque du réseau routier de Gipuzkoa. L'itinéraire local le plus proche présente les mêmes caractéristiques que pour le cas précédent, c'est-à-dire, une voie étroite et sinueuse qui passe par le centre de divers villages et, évidemment, ne présente aucun avantage sous l'hypothèse de diverses restrictions. L'illustration 6 montre que, bien que des incidents moins graves soient plus probables sur la voie A-15, sur l'itinéraire alternatif les incidents avec plus de victimes ont une probabilité plus forte que sur l'itinéraire comportant les quatre tunnels.

En tenant en compte de ces résultats, ainsi que les résultats obtenus dans l'analyse du RIMD, les quatre tunnels du tronçon d'autoroute A-15 entre Andoain et Berastegise sont interdits à la circulation de TMDs et donc sont classés E, et de ce faire, presque toutes les matières dangereuses en sont bannies.

and, of course, there is no advantage to prioritizing traffic through this road. Illustration 6, left page shows that although less serious incidents are more likely to happen on the A-15 road, on the alternative route incident with a higher number of expected victims have a bigger probability to happen than the route containing all four tunnels. An incident on the alternative route is likely to have more victims in the event of an accident.

Taking into account these results, and the results obtained in the DGTN analysis, all four tunnels in the A-15 highway section going from Andoain to Berastegi, are classified as E, and thus almost all dangerous goods are banned from those tunnels.

Dangerous Goods Transport Network Modification

The Dangerous Goods Transport Network (DGTN) specifies the roads that vehicles transporting dangerous goods must take unless going to perform a local service.

In Gipuzkoa there are three main communication lines:

- France – Bilbao – Cantabrian coast;
- France – Navarre – East of the Iberian Peninsula
- France – Vitoria-Gasteiz - Madrid.

For these main lines, there are several possible routes, except for the first one, where the road currently included in the DGTN has not a clear alternative that might present a higher safety level. Illustration 7 shows the alternative routes existing for the last two main communication lines.

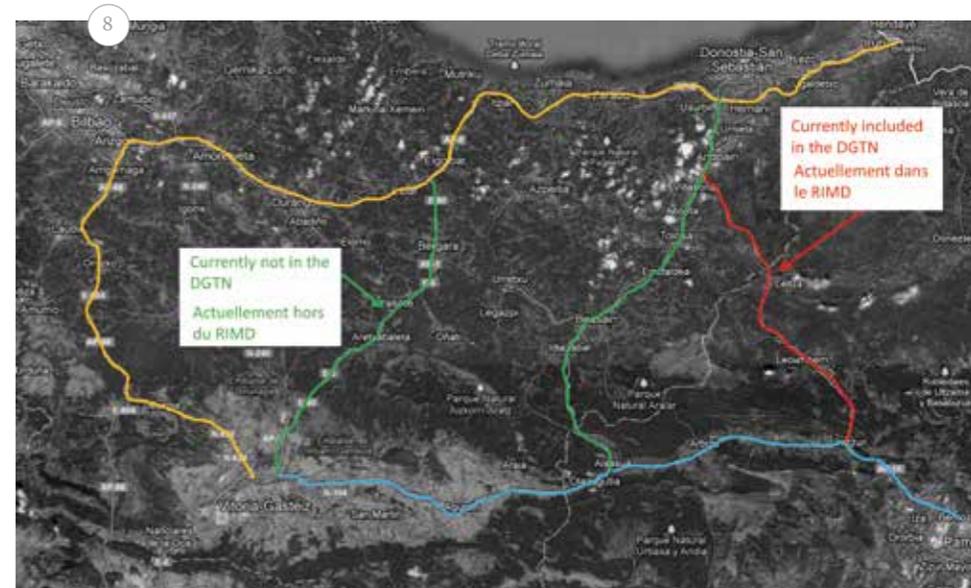
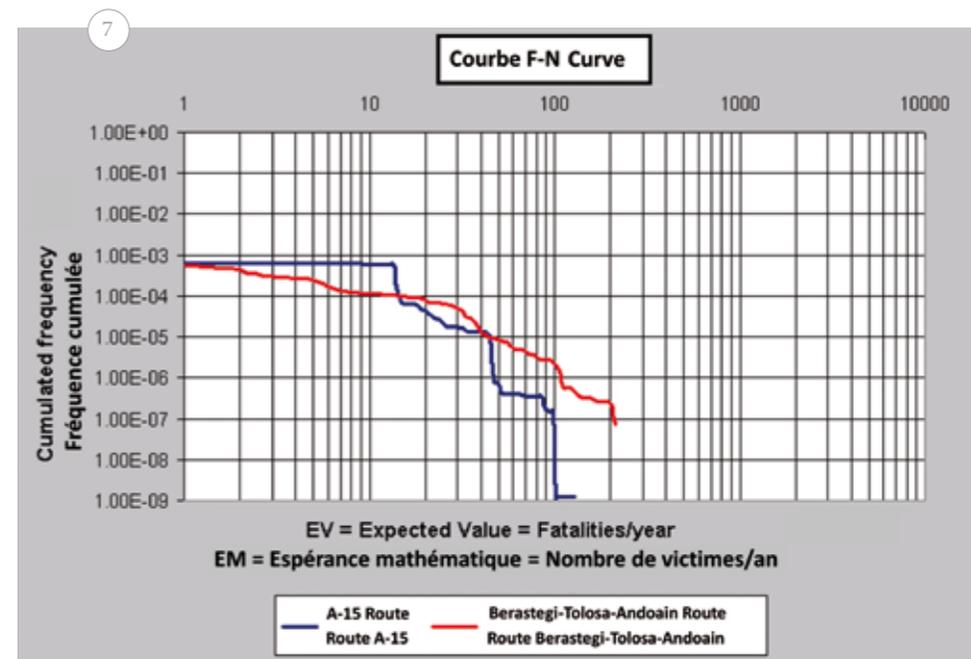


Illustration 6 - Comparaison des risques entre l'itinéraire principal et l'alternatif
Illustration 7, page de droite - Itinéraires à analyser
Illustration 8, page de droite - Risque lié à chaque itinéraire

These routes were divided into different road sections according to decision nodes for DGTs and thus are modeled individually (with all their cross-sections, tunnels, local population, etc.) and their risk was calculated using the QRA model. The results are represented in illustration 8.

As can be seen, there are several routes presenting a low risk which are not included in the DGTN while there are other routes with a very high risk. In this regard, two DGTN modification possibilities have been analyzed:

Illustration 6, left page - Comparison of risks between the main and the alternative route
Illustration 7 - Routes to be analyzed
Illustration 8 - Risk for each route

Modification du réseau d'itinéraires de marchandises dangereuses

Le réseau d'itinéraires de marchandises dangereuses (RIMD) désigne les routes qui doivent être utilisées pour tout transport de marchandises dangereuses hors opération de chargement ou livraison.

En Gipuzkoa il y a trois axes principaux de communication :

- France – Bilbao – Corniche Cantabrique,
- France – Navarre – Est de la Péninsule ibérique,
- France – Vitoria-Gasteiz - Madrid.

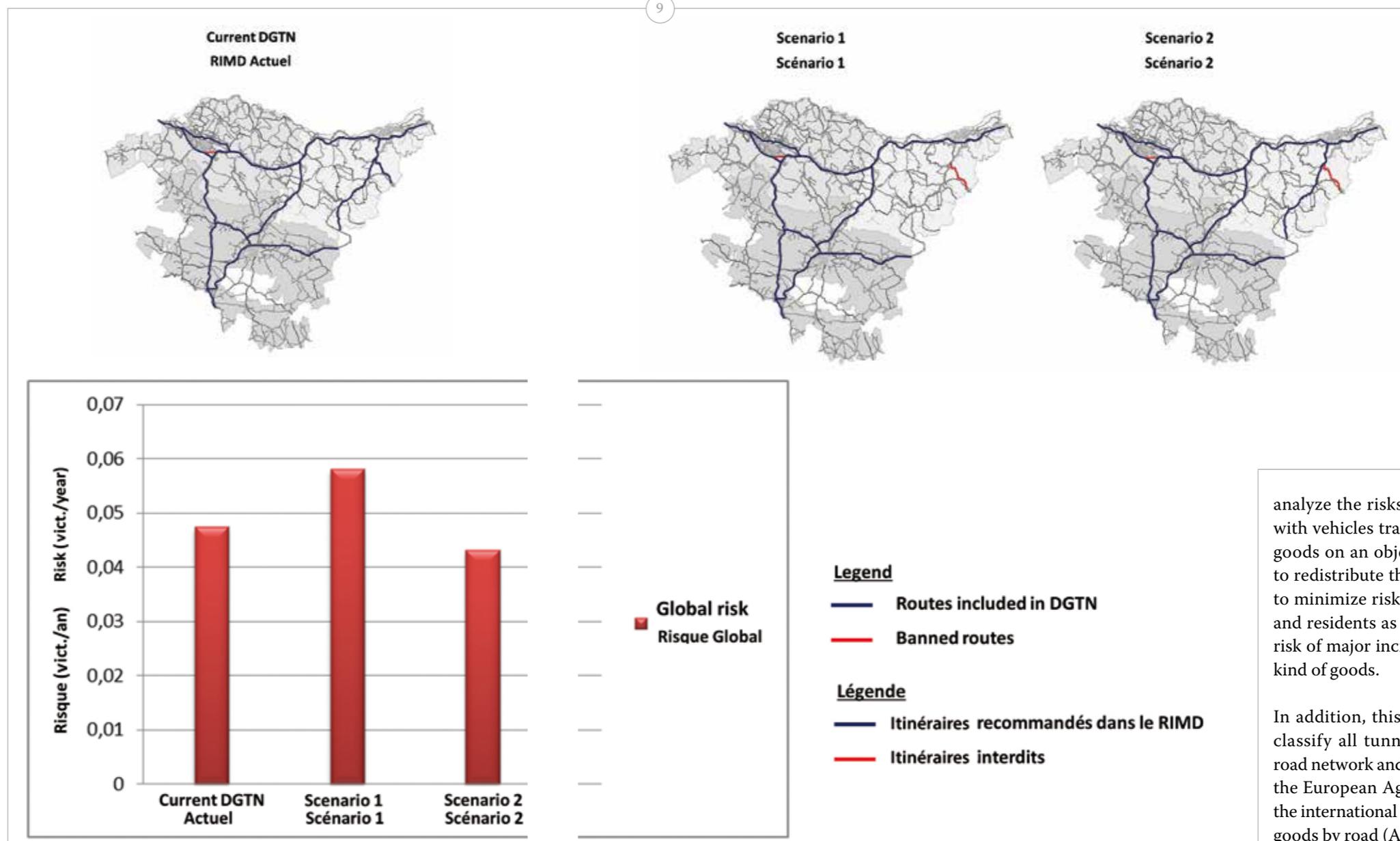
Pour ces axes, il y a plusieurs itinéraires possibles sauf pour l'axe France – Bilbao où la route actuellement incluse dans le RIMD n'a pas d'alternative claire qui puisse donner un niveau de sécurité supérieur. L'illustration 7, page précédente présente les itinéraires pour les deux derniers axes.

Ces itinéraires sont divisés en tronçon de routes en fonction des nœuds de décision possible pour les TMDs et sont paramétrés individuellement (avec toutes leurs sections transversales, leurs tunnels, leur populations riveraines, etc.) et leur risque a été calculé à l'aide du modèle EQR. Les résultats obtenus sont présentés sur l'illustration 8, page précédente.

Tel qu'on peut l'observer, il y a des voies qui pressentent un risque assez bas qui ne sont pas incluses dans le RIMD, tandis qu'il y a d'autres voies comportant un risque très élevé au transport de marchandises dangereuses. Deux hypothèses de modification du RIMD sont retenues :

1. Interdire la circulation des TMDs sur l'autoroute A-15 entre Andoain et Berastegi, suivant la classification E des tunnels, inclure l'autoroute AP-1 de nouvelle génération et exclure la route N-I, comportant le tunnel de Legorreta, du RIMD mais sans l'interdire au trafic local ;
2. Interdire la circulation des TMDs sur l'autoroute A-15 entre Andoain et Berastegi, suivant la classification E des tunnels, inclure l'autoroute AP-1 de nouvelle génération et maintenir la N-I, dans le RIMD tel qu'elle est actuellement.

L'analyse des risques en tenant compte de la redistribution espérée des TMDs pour chaque scénario montre que la solution la plus favorable reste le scénario 2, illustration 9.



CONCLUSION

L'étude réalisée a permis au gouvernement régional de Gipuzkoa d'analyser les risques liés aux TMDs sur des bases objectives, ce qui a permis de redistribuer ces transports en minimisant les risques, tant pour les usagers de la route que pour les riverains, mais également de minimiser les risques de grands incidents impliquant des marchandises dangereuses.

L'étude a par ailleurs permis de classifier tous les tunnels du réseau en respectant l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR).#

1. banning DGTs in the A-15 section going from Andoain to Berastegi according to E classification, including newly built AP-1 highway and exclude N-I road from the DGTN including (Legorreta Tunnel) but not banning their circulation in case of local service;
2. banning DGTs in the A-15 section going from Andoain to Berastegi according to E classification, including newly built AP-1 highway and maintain N-I road as it is now.

After analyzing risks for the whole network and taking into account the expected redistribution of DGT for each scenario including the current situation, the results of QRA model indicate that the optimal solution is adopting the second scenario, as shown in illustration 9.

CONCLUSION

The conducted study allowed the Regional Government of Gipuzkoa to

analyze the risks regarding incidents with vehicles transporting dangerous goods on an objective basis and thus to redistribute this transport in order to minimize risks both for road users and residents as well as minimize the risk of major incidents involving such kind of goods.

In addition, this study has served to classify all tunnels in the Gipuzkoa road network and thus complying with the European Agreement concerning the international carriage of dangerous goods by road (ADR).#