

## ANNEXE B – ÉTUDES DE CAS

## B.1. CAS N°1 – TUNNEL BIDIRECTIONNEL EN FRANCE

CARACTÉRISTIQUES DU TUNNEL		
	avant rénovation	évolution après rénovation
<b>Description générale</b>		
Lieu :	France	
Longueur (m) :	1752	1752
Nombre de tubes :	1	1 + 1 galerie d'évacuation
Trafic unidirectionnel ou bidirectionnel :	Bidirectionnel	
Urbain :	Oui	
<b>Trafic :</b>		
<b>volume de trafic quotidien annuel moyen :</b>		
- par tube :	26 000	26 000
- par voie :	13 000	13 000
- indiquer le volume aux heures de pointe : risque de bouchon (quotidien ou saisonnier) :	Oui (quotidien)	
- présence et pourcentage de poids lourds :	pas de PL, pas de camions	Camionnettes dans le tunnel existant et bus dans la galerie d'évacuation
- présence, pourcentage et type de matières dangereuses : - trafic (% de PL) : - catégorie d'après l'EDR :		
<b>Environnement – exploitation :</b>		
- environnement géographique et météorologique particulier :	tunnel urbain en zone historique – climat continental	
- caractéristiques des routes d'accès : nombreuses, à proximité des têtes du tunnel :	échangeur au niveau de l'une des têtes du tunnel	
- limitation de vitesse (km/h) :	50	50
- surveillance permanente :	Oui	Oui
- forte influence des services de secours :	Oui	Oui

CARACTÉRISTIQUES DE RÉNOVATION		
Équipements	État du tunnel	
	avant rénovation	évolution après rénovation
<b>Géométrie : section transversale pour un tube :</b>		
- nombre de voies :	2 x 2	2 x 2
- bande d'arrêt d'urgence et largeur :	Non	
- largeur de la voie pour véhicules rapides et véhicules lents :	2,70 m et 2,55 m	
- espace de séparation pour le trafic bidirectionnel et largeur :	Oui – 1,10 m	
- largeur des trottoirs d'évacuation, facilement accessibles (O/N) :	0,75 m – Oui	
- alignement vertical (pente) :	presque nul	
- alignement horizontal : virages dangereux :		
<b>Mesures liées à l'infrastructure :</b>		
<b>Issues de secours :</b>		
- type (directes, galeries de communication : deuxième tube ou galerie d'urgence, abris) :	Aucune	Galerie d'évacuation parallèle avec 11 rameaux de communication
- distance qui les sépare :		150 m
- adaptées aux services de secours.		Oui
- identification claire pour l'usager (O/N) :		Oui
<b>Emplacements d'arrêt d'urgence :</b>	Aucun	Aucun
- présence :		
- nombre :		
<b>Drainage :</b>	Oui	Oui
- caniveaux :		
- rigoles à siphons :		
<b>Système de ventilation :</b>		
- longitudinal :	Non	Oui
- puits d'aspiration de la fumée – nombre :	Oui – 5 puits	Oui – 5 puits
- semi-transversal :	Oui	Non
- puits d'extraction des fumées – distance qui les sépare :	Aucun	Non
- contrôle du flux d'air longitudinal :	Non	Non
<b>Équipements de sécurité :</b>		
<b>Postes de secours :</b>		
- distance qui les sépare :		
<b>Alimentation en eau :</b>		
- distance entre les bornes d'incendie :	200 m	150 m

CARACTÉRISTIQUES DE RÉNOVATION (suite)		
Équipements	État du tunnel	
	avant rénovation	évolution après rénovation
<b>Éclairage :</b>		
- bonnes conditions d'éclairage :	Oui	Oui
<b>Systemes de surveillance :</b>		
- vidéo :	oui	Oui
- détection automatique d'incident :	Non	Oui
- détection automatique d'incendie :	Non	Oui
<b>Équipements de fermeture du tunnel (barrières) :</b>		
- à l'extérieur du tunnel :	Oui	Oui
- à l'intérieur du tunnel :	Non	Non
- signaux :		
<b>Communication :</b>		
- radio :	Oui	Oui
- diffusion des pompiers :	Oui	Oui
- haut-parleur :	Oui	Oui
<b>Questions d'exploitation :</b>		
- formation du personnel :	Oui	Oui
- plans d'intervention d'urgence :	Oui	Oui
- mesures spécifiques pour véhicules transportant des matières dangereuses :		
- exercices de sécurité :	Oui	Oui
- réglementations spéciales relatives au trafic (distances...) :	Non	Oui

PRINCIPALES CONCLUSIONS	
Analyse des risques avec l'état actuel	Principales améliorations
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principaux facteurs d'influence :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- flux de trafic ;</li> <li>- contraintes urbaines (travaux pendant la période d'exploitation)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dérogation (concernant les réglementations locales)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principaux points faibles identifiés :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- aucun itinéraire d'évacuation hormis les têtes du tunnel ;</li> <li>- système de ventilation inefficace par rapport aux objectifs de sécurité</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesures de compensation supplémentaires :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- création d'un second tube réservé aux bus ;</li> <li>- création d'un itinéraire d'évacuation en même temps.</li> </ul> </li> <li>• Techniques innovantes :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- utilisation du tube de sécurité pour le trafic de bus ainsi que pour le passage des cyclistes et des piétons ;</li> <li>- renforcement du système de ventilation longitudinal avec contrôle du flux d'air longitudinal et installations d'extraction.</li> </ul> </li> </ul>

## B.2. CAS N°2 – TUNNEL BIDIRECTIONNEL EN AUTRICHE

CARACTÉRISTIQUES DU TUNNEL		
	avant rénovation	évolution après rénovation
<b>Description générale</b>		
Lieu :	Autriche	
Longueur (m) :	1 311	1 311
Nombre de tubes :	1	1
Trafic unidirectionnel ou bidirectionnel :	Bidirectionnel	Bidirectionnel
Urbain :	Oui	Oui
<b>Trafic :</b>		
<b>volume de trafic quotidien annuel moyen :</b>		
- par tube :	13 614	15 225
- par voie :	6 807	7 613
- indiquer le volume aux heures de pointe : risque de bouchon (quotidien ou saisonnier) :	quotidien	quotidien
- présence et pourcentage de poids lourds :	oui (6%)	oui (6%)
- présence, pourcentage et type de matières dangereuses : - trafic (% de PL) : - catégorie d'après l'EDR :	0,33% de poids lourds A	0,33% de poids lourds A
<b>Environnement – exploitation :</b>		
- environnement géographique et météorologique particulier :		
- caractéristiques des routes d'accès : nombreuses, à proximité des têtes du tunnel :		
- limitation de vitesse (km/h) :	80	80
- surveillance permanente :	Oui	Oui
- forte influence des services de secours :	Oui	Oui

CARACTÉRISTIQUES DE RÉNOVATION		
Équipements	État du tunnel	
	avant rénovation	évolution après rénovation
<b>Géométrie : section transversale pour un tube :</b>		
- nombre de voies :	2	2
- bande d'arrêt d'urgence et largeur :	Non	Non
- largeur de la voie pour véhicules rapides et véhicules lents :	3,75	3,75
- espace de séparation pour le trafic bidirectionnel et largeur :	Non	Non
- largeur des trottoirs d'évacuation, facilement accessibles :	largeur : 1,00 m – Oui	largeur : 1,00 m – Oui
- alignement vertical (pente) :	1,2%	1,2%
- alignement horizontal : virages dangereux :	Non	Non
<b>Mesures liées à l'infrastructure :</b>		
<b>Issues de secours :</b>		
- type (directes, galeries de communication : deuxième tube ou galerie d'urgence, abris)	1 issue de secours	1 issue de secours
- distance qui les sépare :	495 m/818 m	495 m/818 m
- adaptées aux services de secours.	Non	Non
- identification claire pour l'utilisateur :	Oui	Oui
<b>Emplacements d'arrêt d'urgence :</b>		
- présence :	Oui	Oui
- nombre :	2	2
<b>Drainage :</b>		
- caniveaux :	Oui	Oui
- rigoles à siphons :	Non	Non
<b>Système de ventilation :</b>		
- longitudinal :	Oui	Oui
- puits d'aspiration de la fumée – nombre :	Non	Non
- semi-transversal :	Non	Non
- puits d'extraction des fumées – distance qui les sépare :	Non	Non
- contrôle du flux d'air longitudinal :	Oui	Oui
<b>Équipements de sécurité :</b>		
<b>Postes de secours :</b>	7	7
- distance qui les sépare :	178-255 m	178-255 m
<b>Alimentation en eau :</b>		
- distance entre les bornes d'incendie :	<250 m	<250 m
<b>Éclairage :</b>		
- bonnes conditions d'éclairage :	Oui	Oui (niveau de luminosité supérieur)

CARACTÉRISTIQUES DE RÉNOVATION (suite)		
Équipements	État du tunnel	
	avant rénovation	évolution après rénovation
<b>Systèmes de surveillance :</b>		
- vidéo :	Oui	Oui
- détection automatique d'incident :	Non	Oui
- détection automatique d'incendie :	Oui	Oui
<b>Équipements de fermeture du tunnel (barrières) :</b>		
- à l'extérieur du tunnel :		
- à l'intérieur du tunnel :	Non	Non
- signaux :	Non	Non
<b>Communication :</b>		
- radio :		
- diffusion des pompiers :	Oui	Oui
- haut-parleur :	Oui	Oui
Questions d'exploitation :	Oui (au niveau des emplacements d'arrêts d'urgence et des têtes du tunnel)	Oui (au niveau des emplacements d'arrêts d'urgence et des têtes du tunnel)
- formation du personnel :		
- plans d'intervention d'urgence :	Oui	Oui
- mesures spécifiques pour véhicules transportant des matières dangereuses :	Oui	Oui
- exercices de sécurité :	Non	Oui
- réglementations spéciales relatives au trafic (distances, etc.) :	Oui	Oui

PRINCIPALES CONCLUSIONS	
Analyse des risques avec l'état actuel	Principales améliorations
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principaux facteurs d'influence :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ventilation en cas d'incendie</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dérogation (concernant les réglementations locales) :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- nouveau système de ventilation avec une nouvelle régulation</li> <li>- rénovation du contrôle et de la surveillance du trafic</li> <li>- rénovation de l'éclairage du tunnel</li> <li>- nouveau système d'appel d'urgence</li> <li>- évaluation du plan d'intervention en cas d'incendie (1<sup>ère</sup> étape)</li> <li>- LED sur les deux bandes d'arrêt d'urgence</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principaux points faibles identifiés :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- distance trop importante entre les issues de secours</li> <li>- protection structurelle contre les incendies (des immeubles résidentiels se trouvent au-dessus du tunnel)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesures de compensation supplémentaires :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- installation d'un système à brouillard d'eau (exigée par une notification officielle basée sur une analyse des risques) ;</li> <li>- réduction de la distance entre les issues de secours (exigée par une notification officielle).</li> </ul> </li> </ul>

### B.3. CAS N°3 – TUNNEL BIDIRECTIONNEL EN AUTRICHE

CARACTÉRISTIQUES DU TUNNEL		
	avant rénovation	évolution après rénovation
<b>Description générale :</b>		
Lieu :	Autriche	
Longueur (m) :	2 135	Longueur de chaque tube : 2 135 (tube droit - existant) et 2 102 (tube gauche - nouveau)
Nombre de tubes :	1	2
Trafic unidirectionnel ou bidirectionnel :	Bidirectionnel	Unidirectionnel
Urbain :	Non	Non
<b>Trafic :</b>		
<b>volume de trafic quotidien annuel moyen :</b>		
- par tube :	12 255	12 586
- par voie :	6 128	3 147
- indiquer le volume aux heures de pointe : risque de bouchon (quotidien ou saisonnier) :	bouchon uniquement les week-ends spéciaux, surtout l'hiver	quasiment nul en général
- présence et pourcentage de poids lourds :	Oui (17%)	Oui (21%)
- présence, pourcentage et type de matières dangereuses : - trafic (% de PL) : - catégorie d'après l'EDR :	2,2 % de poids lourds A	2,2 % de poids lourds A
<b>Environnement – exploitation :</b>		
environnement géographique et météorologique particulier :		
caractéristiques des routes d'accès : nombreuses, à proximité des têtes du tunnel :		
limitation de vitesse (km/h) :	80	100
surveillance permanente :	Oui	Oui
forte influence des services de secours :	Oui	Oui

CARACTÉRISTIQUES DE RÉNOVATION		
Équipements	État du tunnel	
	avant rénovation	évolution après rénovation
<b>Géométrie : section transversale pour un tube :</b>		
- nombre de voies :	1x2	2x2
- bande d'arrêt d'urgence et largeur :	Non	Non
- largeur de la voie pour véhicules rapides et véhicules lents :	4,25	4,25/3,75
- espace de séparation pour le trafic bidirectionnel et largeur :	Non	
- largeur des trottoirs d'évacuation, facilement accessibles :	largeur : 1,00 m – Oui	largeur : 1,00 m – Oui
- alignement vertical (pente) :	Maximum 1,41 %	Maximum 1,41 %
- alignement horizontal : virages dangereux :	Oui	Oui
<b>Mesures liées à l'infrastructure :</b>		
<b>Issues de secours :</b>	Oui (1)	Oui
- type (directes, galeries de communication, deuxième tube ou galerie d'urgence, abris) :		5 galeries de communication et 1 issue de secours
- distance qui les sépare :		330- 365 m
- adaptées aux services de secours :		Oui
- identification claire pour l'utilisateur :	Oui	Oui
<b>Emplacements d'arrêt d'urgence :</b>		
- présence :	Oui	Oui
- nombre :	1	1 et 2 dans le nouveau tube
<b>Drainage :</b>	Pas de système distinct pour les liquides sur la chaussée	Il y a un système distinct avec siphons
- caniveaux :	Oui	Non
- rigoles à siphons :	Non	Oui
<b>Système de ventilation :</b>		
- longitudinal :	ventilation à injecteur	Oui
- puits d'aspiration de la fumée – nombre :	Non	Non
- semi-transversal :	Non	Non
- puits d'extraction des fumées – distance qui les sépare :	Non	Non
- contrôle du flux d'air longitudinal :	Oui	Oui (3 par tube)



<b>CARACTÉRISTIQUES DE RÉNOVATION (suite)</b>		
<b>Équipements</b>	<b>État du tunnel</b>	
	<b>avant rénovation</b>	<b>évolution après rénovation</b>
<b>Équipements de sécurité :</b>		
<b>Postes de secours :</b>	11	11 et 19 (nouveau tube)
- distance qui les sépare :	212 m	Distance pour le nouveau tube : 96 à 127 m
<b>Alimentation en eau :</b>		
- distance entre les bornes d'incendie :	Maximum 212 m	Distance pour le nouveau tube : 96 à 127 m
<b>Éclairage :</b>		
- bonnes conditions d'éclairage :	Oui	Oui (niveau de luminosité supérieur)
<b>Systèmes de surveillance :</b>		
- vidéo :	Oui	Oui (nouvelle distance entre les caméras : 106 à 115 m)
- détection automatique d'incident :	Non	Oui
- détection automatique d'incendie :	Oui	Oui
<b>Équipements de fermeture du tunnel (barrières) :</b>	Capteur de CO et de visibilité	Capteur de CO et de visibilité
- à l'extérieur du tunnel :		
- à l'intérieur du tunnel :	Non	Non
- signaux :	Non	Non
<b>Communication :</b>	Oui	Oui
- radio :		
- diffusion des pompiers :	Oui	Oui
- haut-parleur :	Oui	Oui
<b>Questions d'exploitation :</b>	Oui (au niveau des emplacements d'arrêts d'urgence, des galeries de communication et des têtes du tunnel)	Oui (au niveau des emplacements d'arrêts d'urgence, des galeries de communication et des têtes du tunnel)
- formation du personnel :		
- plans d'intervention d'urgence :	Oui	Oui
- mesures spécifiques pour véhicules transportant des matières dangereuses :	Oui	Oui
- exercices de sécurité :	Non	Non
- réglementations spéciales relatives au trafic (distances, etc.) :	Oui	Oui

**PRINCIPALES CONCLUSIONS**

<b>Analyse des risques avec l'état actuel</b>	<b>Principales améliorations</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Principaux facteurs d'influence :<ul style="list-style-type: none"><li>- pourcentage élevé de poids lourds</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dérogation (concernant les réglementations locales)<ul style="list-style-type: none"><li>- nouveau système de ventilation avec une meilleure régulation</li><li>- nouveau système de détection des incendies</li><li>- nouveau système de drainage</li><li>- nouveau système d'appel d'urgence</li><li>- nouveau système d'éclairage</li><li>- panneaux d'information</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Principaux points faibles identifiés :<ul style="list-style-type: none"><li>- faible luminosité</li><li>- pas de protection de la structure contre les incendies</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mesures de compensation supplémentaires :<ul style="list-style-type: none"><li>- LED sur les deux bandes d'arrêt d'urgence</li><li>- nouveau système d'appel d'urgence</li><li>- nouveau système radio</li><li>- nouveau système d'éclairage</li><li>- panneaux d'information</li></ul></li></ul>

## B.4. CAS N°4 – TUNNEL UNIDIRECTIONNEL EN ESPAGNE

CARACTÉRISTIQUES DU TUNNEL		
	avant rénovation	évolution après rénovation
<b>Description générale</b>		
Lieu :	Espagne	Espagne
Longueur (m) :	940 (tube I) et 560 (tube II)	940 (tube I) et 560 (tube II)
Nombre de tubes :	2	2
Nombre de voies par tube	2	2
Trafic unidirectionnel ou bidirectionnel :	Unidirectionnel	Unidirectionnel
Urbain :	Non	Non
<b>Trafic :</b>		
<b>volume de trafic quotidien annuel moyen :</b>		
- par tube :	16 500	16 500
- par voie :	8 250	8 250
- indiquer le volume aux heures de pointe :	1 075 véh/h par tube	1 075 véh/h par tube
- risque de bouchon (quotidien ou saisonnier) :	Oui	Oui
- présence et pourcentage de poids lourds :	18,9%	18,9%
- présence, pourcentage et type de matières dangereuses	Oui	Oui
- trafic (% de PL) :	0,53%	0,53%
- catégorie d'après l'EDR :		
<b>Environnement – exploitation :</b>		
- environnement géographique et météorologique particulier :	tunnel interurbain, climat sec méditerranéen	tunnel interurbain, climat sec méditerranéen
- caractéristiques des routes d'accès : nombreuses, à proximité des têtes du tunnel :		échangeur aux deux têtes du tunnel
- limitation de vitesse (km/h) :	80	100
- surveillance permanente :	Non	Oui
- forte influence des services de secours :	Non	Non

<b>CARACTÉRISTIQUES DE RÉNOVATION</b>		
<b>Équipements</b>	<b>État du tunnel</b>	
	<b>avant rénovation</b>	<b>évolution après rénovation</b>
<b>Géométrie : section transversale pour un tube :</b>		
- nombre de voies :	2 x 2	2 x 2
- bande d'arrêt d'urgence et largeur :	Non	Non
- largeur de la voie pour véhicules rapides et véhicules lents :	3,5 m et 3,5 m	3,5 m et 3,5 m
- espace de séparation pour le trafic bidirectionnel et largeur :	Non	Non
- largeur des trottoirs d'évacuation, facilement accessibles :	0,75 m – Oui	0,75 m – Oui
- alignement vertical (pente) :	2 % en moyenne	2 % en moyenne
- alignement horizontal : virages dangereux :	Non	Non
<b>Mesures liées à l'infrastructure :</b>		
<b>Issues de secours :</b>		
- type (directes, galeries de communication, deuxième tube ou galerie d'urgence, abris) :	Non	Oui - une galerie de communication, une galerie d'urgence
- distance qui les sépare :		400 m
- adaptées aux services de secours :		Oui
- identification claire pour l'utilisateur (O/N) :		Oui
<b>Emplacements d'arrêt d'urgence :</b>		
- présence :	Non	Non
- nombre :		
<b>Drainage :</b>		
- caniveaux :	Non	caniveau continu
- rigoles à siphons :	Non	tous les 100 m
<b>Système de ventilation :</b>		
- longitudinal :	Oui	oui (quatre ventilateurs supplémentaires dans le tunnel II)
- puits d'aspiration de la fumée – nombre :	Non	Non
- semi-transversal :	Non	Non
- puits d'extraction des fumées – distance qui les sépare :	Non	Non
- contrôle du flux d'air longitudinal :	Non	Oui
<b>Équipements de sécurité :</b>		
<b>Postes de secours :</b>	Oui	Oui
- distance qui les sépare :	180 m	180 m (mis à niveau)

<b>CARACTÉRISTIQUES DE RÉNOVATION (suite)</b>		
<b>Équipements</b>	<b>État du tunnel</b>	
	<b>avant rénovation</b>	<b>évolution après rénovation</b>
<b>Alimentation en eau :</b>		
- Présence :	Non	Oui
- distance entre les bornes d'incendie :		50 m
<b>Éclairage :</b>		
- bonnes conditions d'éclairage :	Non	Oui - unités de contrôle de l'éclairage et éclairage d'urgence
<b>Systemes de surveillance :</b>		
- vidéo :	Oui	caméras fixes, fibre optique
- détection automatique d'incident :	Non	Oui
- détection automatique d'incendie :	Non	Oui
<b>Équipements de fermeture du tunnel (barrières) :</b>		
- à l'extérieur du tunnel :	Non	Oui
- à l'intérieur du tunnel :	Non	Non
- signaux :	Oui	Oui
<b>Communication :</b>		
- radio :	Oui (hors service)	Oui
- diffusion des pompiers :	Oui (hors service)	Oui
- haut-parleur :	Non	Oui
<b>Questions d'exploitation :</b>		
- formation du personnel :	Oui	Oui
- plans d'intervention d'urgence :	Oui	Oui (améliorés)
- mesures spécifiques pour véhicules transportant des matières dangereuses :	Non	Non
- exercices de sécurité :	Non	Oui
- réglementations spéciales relatives au trafic (distances, etc) :	Dépassement interdit	Distance de sécurité : 70 m

<b>PRINCIPALES CONCLUSIONS</b>	
<b>Analyse des risques avec l'état actuel</b>	<b>Principales améliorations</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Principaux facteurs d'influence :<ul style="list-style-type: none"><li>- Issues de secours</li><li>- Contrôle de la ventilation</li><li>- Volume du trafic de poids lourds</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dérogation (concernant les réglementations locales)</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Principaux points faibles identifiés :<ul style="list-style-type: none"><li>- Éclairage insuffisant</li><li>- Éclairage d'urgence</li><li>- Signal radio non disponible dans tout le tunnel</li><li>- Postes d'appel d'urgence hors service</li><li>- Itinéraires d'urgence non établis</li><li>- Drainage des déchets toxiques inexistant</li><li>- Pas d'exercices de sécurité</li><li>- Pas d'alarme incendie</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mesures de compensation supplémentaires :<ul style="list-style-type: none"><li>- Galeries de communication</li><li>- Service de radio d'urgence</li></ul></li></ul>

## B.5. CAS N°5 – TUNNEL BIDIRECTIONNEL EN GRÈCE

CARACTÉRISTIQUES DU TUNNEL		
	avant rénovation	évolution après rénovation
<b>Description générale :</b>		
Lieu :	Grèce	
Longueur (m) :	1 399	Longueur de chaque tube : 1 399 (tube droit - existant) et 1 403 (tube gauche - nouveau)
Nombre de tubes :	1	2
Trafic unidirectionnel ou bidirectionnel :	Bidirectionnel	Unidirectionnel
Urbain :	Non	Non
<b>Trafic :</b>		
<b>volume de trafic quotidien annuel moyen :</b>		
- par tube :	12 800	7 150
- par voie :	6 400	3 575
- indiquer le volume aux heures de pointe :	1 580 (16 et 23 août 2009)	
risque de bouchon (quotidien ou saisonnier) :	non en général (bouchon uniquement 4 ou 5 jours en particulier, par exemple : jeudi saint et le vendredi, lundi et mardi suivants Pâques, le 15 août)	Presque toujours non en général (bouchon uniquement si une seule voie est ouverte (quelle qu'en soit la raison) uniquement 4 ou 5 jours en particulier, par exemple : comme spécifié ci-après et autres jours fériés)
présence et pourcentage de poids lourds :	Oui	Oui (5%)
présence, pourcentage et type de matières dangereuses	Pas de véhicules transportant des matières dangereuses	Oui pour le nouveau tube, non pour l'ancien (rénové) pour le moment. Note : pour le tube existant, la décision dépend principalement de la présence de véhicules transportant du carburant liquide (contrairement au nouveau tube où les véhicules ont pour la plupart leur citerne vide) et de l'absence de pare-flammes dans le système de drainage séparé pour les liquides sur la chaussée. D'après la conclusion de l'analyse des risques, après la mise en place de pare-flammes, les véhicules transportant des matières dangereuses seront autorisés à emprunter le tunnel sans restrictions et le tunnel entrera dans la catégorie A de l'ADR une fois le tube rénové.

<b>CARACTÉRISTIQUES DU TUNNEL (suite)</b>		
	<b>avant rénovation</b>	<b>évolution après rénovation</b>
trafic (% de PL) :		
catégorie d'après l'EDR :	E	A (nouveau tube) et E (tube existant rénové) Note : après la mise en place de pare-flammes, les deux tubes entreront dans la catégorie A.
<b>Environnement – exploitation :</b>		
environnement géographique et météorologique particulier :	Tunnel rural – climat méditerranéen continental	
caractéristiques des routes d'accès : nombreuses, à proximité des têtes du tunnel :		
limitation de vitesse (km/h) :	60	80
surveillance permanente :	Oui	Oui
forte influence des services de secours :	Oui	Oui

<b>CARACTÉRISTIQUES DE RÉNOVATION</b>		
<b>Équipements</b>	<b>État du tunnel</b>	
	<b>avant rénovation</b>	<b>évolution après rénovation</b>
<b>Géométrie : section transversale pour un tube :</b>		
- nombre de voies :	1 x 2	2 x 2
- bande d'arrêt d'urgence et largeur :	Non	Non
- largeur de la voie pour véhicules rapides et véhicules lents :	3,75	3,75
- espace de séparation pour le trafic bidirectionnel et largeur :	Non	
- largeur des trottoirs d'évacuation, facilement accessibles :	largeur : 1,08 m – Oui	largeur : 1,08 m – Oui
- alignement vertical (pente) :	Maximum 0,94%	Maximum 0,94%
- alignement horizontal : virages dangereux :	Non	Non



<b>CARACTÉRISTIQUES DE RÉNOVATION (suite)</b>		
<b>Équipements</b>	<b>État du tunnel</b>	
	<b>avant rénovation</b>	<b>évolution après rénovation</b>
<b>Mesures liées à l'infrastructure :</b>		
<b>Issues de secours :</b>	Non	Non
- type (directes, galeries de communication, deuxième tube ou galerie d'urgence, abris) :		Deuxième tube avec galeries de communication (3)
- distance qui les sépare :		380 m maximum
- adaptées aux services de secours.		La galerie de communication du milieu peut être utilisée par les services de secours.
- identification claire pour l'utilisateur :	Oui	Oui
<b>Emplacements d'arrêt d'urgence :</b>		
- présence (O/N) :	Oui	Oui
- nombre :	1	1 pour chaque tube
<b>Drainage :</b>	Système séparé pour les liquides sur la chaussée mais pas de pare-flammes	Il existe un système séparé avec pare-flammes (siphons) qui empêche la propagation de l'incendie, pour le nouveau tube. Système séparé, sans pare-flammes pour l'ancien tube (rénové). Pour ce tube renouvé, la construction de pare-flammes tous les 50 m est prévue dans un futur proche (après les pics de trafic des mois estivaux).
- caniveaux :	Oui	Oui
- rigoles à siphons :	Non	Oui pour le nouveau tube
<b>Système de ventilation :</b>		
- longitudinal :	Oui	Oui
- puits d'aspiration de la fumée - nombre :	Non	Non
- semi-transversal :	Non	Non
- puits d'extraction des fumées - distance qui les sépare :	Non	Non
- contrôle du flux d'air longitudinal :	Non	Oui

<b>CARACTÉRISTIQUES DE RÉNOVATION (suite)</b>		
Équipements	État du tunnel	
	avant rénovation	évolution après rénovation
<b>Équipements de sécurité :</b>		
<b>Postes de secours :</b>		
- distance qui les sépare :	Maximum 200 m	Pour le nouveau tube (tube gauche), 50 m de distance, pour le tube existant (tube droit) distance maximale de 200 m.
<b>Alimentation en eau :</b>		
- distance entre les bornes d'incendie :	Maximum 200 m	Pour les bornes d'incendie du nouveau tube (tube gauche), 50 m de distance, pour les bornes d'incendie du tube existant (tube droit) distance maximale de 200 m.
<b>Éclairage :</b>		
- bonnes conditions d'éclairage :	Non	Oui
<b>Systèmes de surveillance :</b>		
- vidéo :	Oui	Oui
- détection automatique d'incident :	Non	Oui
- détection automatique d'incendie :	Oui (détecteurs analogiques traditionnels répartis sur 7 zones)	Oui [capteur de chaleur linéaire (câble à fibre optique)]
- contrôle de la qualité de l'air :	Capteur de CO et de visibilité	Capteurs de CO, d'oxyde d'azote et de visibilité, système de mesure de la direction et de la vitesse de l'air
<b>Équipements de fermeture du tunnel (barrières) :</b>		
- à l'extérieur du tunnel :	Non	Non
- à l'intérieur du tunnel :	Non	Non
- signaux :	Oui	Oui
<b>Communication :</b>		
- radio :	Non	Non
- diffusion des pompiers :	Non	Oui
- haut-parleur :	Non	Uniquement dans les galeries de communication

<b>CARACTÉRISTIQUES DE RÉNOVATION (suite)</b>		
<b>Équipements</b>	<b>État du tunnel</b>	
	<b>avant rénovation</b>	<b>évolution après rénovation</b>
<b>Questions d'exploitation :</b>		
- formation du personnel :	Oui	Oui
- plans d'intervention d'urgence :	Oui	Oui
- mesures spécifiques pour véhicules transportant des matières dangereuses :	Pas de véhicules transportant des matières dangereuses	Non
- exercices de sécurité :	Oui	Oui
- réglementations spéciales relatives au trafic (distances, etc.) :	Non	Distance de sécurité pour les voitures : 45 m, pour les PL : 90 m

<b>PRINCIPALES CONCLUSIONS</b>	
<b>Analyse des risques avec l'état actuel</b>	<b>Principales améliorations</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principaux facteurs d'influence :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Composition du trafic (pour le tube rénové, présence de véhicules transportant du carburant liquide (contrairement au nouveau tube où les véhicules ont pour la plupart leur citerne vide) et risque de propagation des incendies due à l'écoulement de liquides)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dérogation (concernant les réglementations locales)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Il n'existe aucune dérogation concernant les réglementations locales et les exigences de la Directive européenne 2004/54/CE.</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principaux points faibles identifiés :</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesures de compensation supplémentaires :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le centre de contrôle du tunnel n'est pas obligatoire mais recommandé au regard des résultats de l'analyse des risques pour le transport de matières dangereuses.</li> </ul> </li> </ul>

## B.6. CAS N°6 – TUNNEL UNIDIRECTIONNEL EN ITALIE

CARACTÉRISTIQUES DU TUNNEL		
	avant rénovation	évolution après rénovation
<b>Description générale :</b>		
Lieu :	Italie	
Longueur (m) :	1669	
Nombre de tubes :	2	
Trafic unidirectionnel ou bidirectionnel :	Unidirectionnel	
Urbain :	Non	
<b>Trafic :</b>		
<b>volume de trafic quotidien annuel moyen :</b>		
- par tube :	50 000	
- par voie :	12 500	
- indiquer le volume aux heures de pointe :	5 000	
- risque de bouchon (quotidien ou saisonnier) :	Oui (quotidien)	
- présence et pourcentage de poids lourds :	Oui	
- présence, pourcentage et type de matières dangereuses	Oui	
- trafic (% de PL) :	20 %	
- catégorie d'après l'EDR :	A	
<b>Environnement – exploitation :</b>		
- environnement géographique et météorologique particulier :	tunnel urbain	
- caractéristiques des routes d'accès : nombreuses, à proximité des têtes du tunnel :		
limitation de vitesse (km/h) :	130	50
surveillance permanente :	Non	Oui
forte influence des services de secours :	Non	Non

CARACTÉRISTIQUES DE RÉNOVATION		
Équipements	État du tunnel	
	avant rénovation	évolution après rénovation
<b>Géométrie : section transversale pour un tube :</b>		
- nombre de voies :	2 x 2	2 x 2
- bande d'arrêt d'urgence et largeur :	Non	
- largeur de la voie pour véhicules rapides et véhicules lents :	3,75 m	3,75 m
- espace de séparation pour le trafic bidirectionnel et largeur :	Non	
- largeur des trottoirs d'évacuation, facilement accessibles :	0,75 m – Oui	
- alignement vertical (pente) :	1,5%	
- alignement horizontal : virages dangereux :		
<b>Mesures liées à l'infrastructure :</b>		
<b>Issues de secours :</b>		
- type (directes, galeries de communication, deuxième tube ou galerie d'urgence, abris) :	Aucun	Galeries de communication
- distance qui les sépare :		300 m
- adaptées aux services de secours.		Oui
- identification claire pour l'utilisateur :		Oui
<b>Emplacements d'arrêt d'urgence :</b>		
- présence :	Non	Non
- nombre :		
<b>Drainage :</b>		
- caniveaux :	Non	Non
- rigoles à siphons :	Non	Non
<b>Système de ventilation :</b>		
- longitudinal :	Non	Oui
- puits d'aspiration de la fumée - nombre :	Non	Non
- semi-transversal :	Non	Non
- puits d'extraction des fumées - distance qui les sépare :	Non	Non
- contrôle du flux d'air longitudinal :	Non	Oui
<b>Équipements de sécurité :</b>		
<b>Postes de secours :</b>		
- distance qui les sépare :		150 m
<b>Alimentation en eau :</b>		
- distance entre les bornes d'incendie :		150 m
<b>Éclairage :</b>		
- bonnes conditions d'éclairage :	Non	Oui

CARACTÉRISTIQUES DE RÉNOVATION (suite)		
Équipements	État du tunnel	
	avant rénovation	évolution après rénovation
<b>Systèmes de surveillance :</b>		
- vidéo :	Non	Oui
- détection automatique d'incident :	Non	Oui
- détection automatique d'incendie :	Non	Oui
<b>Équipements de fermeture du tunnel (barrières) :</b>		
- à l'extérieur du tunnel :	Non	Non
- à l'intérieur du tunnel :	Non	Non
- signaux :	Non	Oui
<b>Communication :</b>		
- radio :	Oui	Oui
- diffusion des pompiers :	Non	Oui
- haut-parleur :	Non	Oui
<b>Questions d'exploitation :</b>		
- formation du personnel :	Oui	Oui
- plans d'intervention d'urgence :	Non	Oui
- mesures spécifiques pour véhicules transportant des matières dangereuses :	Non	Oui
- exercices de sécurité :	Non	Oui
- réglementations spéciales relatives au trafic (distances, etc.) :	Non	Oui

PRINCIPALES CONCLUSIONS	
Analyse des risques avec l'état actuel	Principales améliorations
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principaux facteurs d'influence :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Densité du trafic</li> <li>- Pourcentage de PL</li> </ul> </li> <li>- principaux points faibles identifiés :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Galeries de communication ouvertes</li> <li>- Ventilation</li> <li>- Eclairage</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dérogation (concernant les réglementations locales)</li> <li>• Mesures de compensation supplémentaires :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compartimentation et ventilation des galeries de communication</li> <li>- Ventilation longitudinale avec contrôle de la vitesse de l'air</li> <li>- Eclairage normal et d'évacuation à LED</li> </ul> </li> <li>• Techniques innovantes :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guidage visuel à LED pour l'éclairage et la signalisation</li> <li>- Module de galeries de communication intelligent préfabriqué (ventilation, éclairage, signalisation, communications, automates programmables)</li> </ul> </li> </ul>