

CETE

**Normandie
Centre**

Département
Aménagement
Durable des
Territoires

INERIS

*maîtriser le risque |
pour un développement durable |*

Cahier technique
Solutions de réduction de la vulnérabilité – des
usagers – des voies de transport
Voies routières et ferrées

Rapport final:
Mars 2013

Réalisé conjointement par le CETE NC et l'Ineris

Historique des versions du document

Version	Auteur	Commentaires
22/09/10	G PROD'HOMME M.REIMERINGER A.DIARRA M.BENTLEY	Première version de travail
12/05/11	G PROD'HOMME M.REIMERINGER A.DIARRA M.BENTLEY	Deuxième version de travail
25/07/12	G PROD'HOMME M. REIMERINGER A. DIARRA M. BENTLEY	Troisième document de travail – intégration des remarques DGPR et relecture service CETE spécialisés sur les mesures organisationnelles (CETE de l'Ouest) et structurelles (CETE de l'Est)
25/02/13	G PROD'HOMME M. REIMERINGER M. BENTLEY	Projet de rapport

Rédacteurs

Gaëtan PROD'HOMME – INERIS

Arnaud DIARRA et Michaël BENTLEY – CETE NC / DADT / GRTU

Contributeurs à cette prestation :

J.EISELE, E.BELGHAZI, JM.GOUIFFES – CETE NC / DADT / GRTU

P.F.GUIMONT - CETE NC / DITM

G.DESIRE, G.BERNARD et S.LE MOING - CETE de l'Ouest

F. ANTOINE, M. REIMERINGER, - INERIS

S. NEIERS, F. RENAUDIN - CETE de l'Est

PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS et au CETE Normandie Centre, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS et du CETE Normandie Centre ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par l'INERIS et par le CETE Normandie Centre dans le cadre de leurs prestations qui leur sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS tout comme celle du CETE Normandie Centre ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS et le CETE Normandie Centre dégagent toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

Pour l'INERIS :

	Rédaction	Relecture	Vérification	Approbation
Nom	G.PROD'HOMME	A. VALLEE	M. REIMERINGER G. CHANTELAUVE	S. DUPLANTIER
Fonction	Unité résistance des structures Direction des risques accidentels	Unité Démarche intégrée d'analyse et de gestion des risques Direction des risques accidentels	Responsable de l'unité Résistance des structures Délégué adjoint appui à l'administration Direction des Risques Accidentels	Responsable du pôle Phénomène Dangereux et résistance des Structure Direction des Risques Accidentels
Visa				

Pour le CETE Normandie Centre :

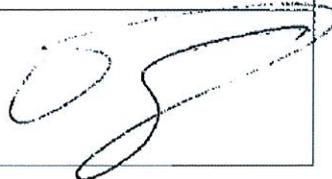
	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	A.DIARRA M.BENTLEY	M.BENTLEY	P.LEMAIRE
Fonction	Chargé d'études vulnérabilité Responsable par intérim du groupe Risques Technologiques et Urbanisme	Responsable par intérim du groupe Risques Technologiques et Urbanisme	Chef du Département Aménagement Durable des Territoires
Visa			

Table des matières

PRÉAMBULE.....	3
INTRODUCTION.....	7
1 PRÉSENTATION DU CAHIER TECHNIQUE.....	8
1.1 Contexte réglementaire et méthodologique.....	8
<i>1.1.1 Le contexte réglementaire</i>	<i>8</i>
<i>1.1.2 Le contexte méthodologique.....</i>	<i>8</i>
<i>1.1.3 Doctrine ou méthode infrastructures et vulnérabilité</i>	<i>9</i>
1.2 Objectifs	10
1.3 Champ d'application, limites et définitions.....	10
1.4 Contenu du cahier technique.....	10
1.5 Les outils et moyens de protection envisageables - Définition.....	11
2 LES OUVRAGES DE PROTECTION DES INFRASTRUCTURES.....	12
2.1 Définition	12
2.2 Données et contraintes génériques.....	13
2.3 Les ouvrages à une paroi.....	13
<i>2.3.1 Généralités.....</i>	<i>13</i>
<i>2.3.2 Protection.....</i>	<i>16</i>
<i>2.3.3 Estimation des coûts.....</i>	<i>17</i>
2.4 Les ouvrages à deux parois.....	18
<i>2.4.1 Généralités.....</i>	<i>18</i>
<i>2.4.2 Protection.....</i>	<i>19</i>
<i>2.4.3 Estimation de coût.....</i>	<i>20</i>
2.5 Les ouvrages à trois parois.....	21
<i>2.5.1 Généralités.....</i>	<i>21</i>
<i>2.5.2 Protection.....</i>	<i>22</i>
<i>2.5.3 Estimation de coût.....</i>	<i>23</i>
2.6 Mesure complémentaire pour la protection aux nuages gazeux.....	24
3 LES MESURES D'AMÉNAGEMENT ET DE MODIFICATION DES CONDITIONS DE CIRCULATION ET DE STATIONNEMENT	25
3.1 Définition.....	25
3.2 Mesures d'aménagement en place	26
<i>3.2.1 Mesures de séparation des usages ou des voies.....</i>	<i>26</i>
<i>3.2.2 Rectification de tracé et aménagements de sécurité ponctuels.....</i>	<i>27</i>
<i>3.2.3 Travaux de réfection et de modernisation – Nouvelles infrastructures</i>	<i>27</i>
3.3 Mesures de modification des conditions de circulation, de stationnement et d'accès.....	28

3.3.1 Les mesures de restriction partielle de circulation, de stationnement et d'occupation du domaine public.....	28
3.3.2 Fermeture d'une infrastructure routière au public (et déclassement)	30
3.3.3 Restrictions d'accès.....	31
3.4 Recherche d'un nouvel itinéraire	32
3.4.1 La recherche d'un nouvel itinéraire sur voie existante.....	33
3.4.2 La recherche d'un nouvel itinéraire : création de nouvelles infrastructures.....	35
3.5 Mesure d'information : la signalisation du risque.....	38
4 MESURES ORGANISATIONNELLES DE GESTION DE CRISE.....	40
4.1 La mise en œuvre de coupure de circulation sur voie routière.....	40
4.2 La mise en œuvre de coupure de circulation sur voie ferrée.....	42
4.3 Autres réseaux de transport collectif.....	43
BIBLIOGRAPHIE.....	45
Liée aux ouvrages de protections.....	45
Liée aux mesures d'aménagement et de modifications des conditions de circulation et de stationnement.....	45
<i>Mesures d'aménagement.....</i>	45
<i>Mesures de modification des conditions de circulation et de stationnement.....</i>	45
<i>Mesures d'information.....</i>	45
Liée aux mesures organisationnelles.....	45
INDEX DES ILLUSTRATIONS.....	48
ANNEXES.....	49
Annexe 1 : Contraintes liées à la réalisation des ouvrages d'art.....	49
Annexe 2 : Pouvoirs de police.....	49
Annexe 3 : Mesures d'aménagement et de modifications des contraintes de circulation et de stationnement.....	49
Annexe 4 : Exemples de dispositifs de coupure de circulation routière.....	49

Introduction

Ce document a été élaboré conjointement par le CETE Normandie Centre et l'INERIS.

Pour cela, un recueil des études de vulnérabilité des infrastructures a été réalisé et a permis d'identifier les principaux outils et moyens de protection des infrastructures utilisés.

Cela a conduit à reconsidérer les types d'outils et de moyens de protection préalablement identifiés.

Trois types de mesures ont finalement été retenus :

- les ouvrages de protection,
- les mesures d'aménagement et de modifications des conditions de circulation et de stationnement,
- les mesures organisationnelles.

Dans la rédaction de ce cahier, le CETE NC et l'INERIS se sont partagés le travail notamment en fonction de leurs compétences. Certaines parties ont pu être strictement rédigées par l'un ou par l'autre tandis que d'autres résultent de ce travail conjoint.

La partie 1 est co-rédigée par le CETE NC et l'INERIS. La partie 2 portant sur les ouvrages de protection a été rédigée par l'INERIS tandis les parties 3 et 4 portant sur les mesures d'aménagement et de modifications des conditions de circulation et de stationnement et les mesures organisationnelles ont été rédigées par le CETE NC.

1 Présentation du cahier technique

1.1 Contexte réglementaire et méthodologique

1.1.1 Le contexte réglementaire

La loi n°2003-699 du 31 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages et son décret d'application n°2005-1130 du 7 septembre 2005 relatif aux plans de prévention des risques technologiques, créent les PPRT, fixent les outils, moyens et règles pour leur élaboration, la mise en œuvre et l'application.

Ces deux textes ont été codifiés aux articles L. 515-15 à L. 515-26 et R. 515-39 à R. 515-50 du code de l'environnement.

Au IV de l'article L. 515-16 du code de l'environnement, il est précisé qu'à l'intérieur du périmètre d'exposition aux risques, le PPRT peut « prescrire les mesures de protection des populations face aux risques encourus, relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des installations et des voies de communication existant à la date d'approbation du plan, qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants et utilisateurs dans les délais que le plan détermine. »

L'article R. 515-42 précise que « Les travaux de protection prescrits en application du IV de l'article L. 515-16 ne peuvent porter que sur des aménagements dont le coût n'excède pas 10 % de la valeur vénale ou estimée du bien avant l'intervention de l'arrêté prévu à l'article R. 515-40 ».

1.1.2 Le contexte méthodologique

Le guide méthodologique PPRT dans sa version de 2007 propose les principes de réglementation suivants au regard des usages et des infrastructures.

Illustration 1 : Extrait du tableau 33 du Guide PPRT : Principes de réglementation des usages

	Type d'infrastructure	Aléa TF +, TF	Aléa F +, F, M +	Aléa M, Fai
infrastructures	Voies structurantes	Prescriptions : - mesures d'adaptation de la signalisation routière ; - construction d'ouvrages de protection des infrastructures (murs en gabion, merlons, etc.).		
TMD 42	Voies structurantes	Itinéraires alternatifs à rechercher pour les transports autres que ceux desservant la zone. Les restrictions de la circulation sont imposées par la réglementation TMD. Le PPRT peut édicter une recommandation.		
	Voies de desserte	Les aires d'attente et de stationnement des TMD doivent être évitées sur la voie publique. Des prescriptions ou des recommandations peuvent être édictées par le PPRT.		
Transports collectifs	Infrastructures lourdes ⁴³	La construction d'ouvrages de protection peut être prescrite.		Les mesures sont les mêmes que celles proposées ci-contre. Elles peuvent être déclinées sous forme de prescriptions ou de recommandations.
	Infrastructures légères	Il peut être pertinent d'adapter les trajets pour réduire leur vulnérabilité en agissant sur le choix du tracé des lignes et éventuellement des arrêts. Les mesures prises ne doivent pas dégrader l'accessibilité du site pour les personnes vivant ou travaillant dans la zone de risques. Des mesures de protection peuvent être prescrites.		
Mode doux	Circulation des piétons et des cyclistes	Les mesures du PPRT peuvent porter sur les itinéraires aménagés pour la circulation des piétons et des cyclistes dès lors que les usagers ne sont pas seulement les personnes résidant ou travaillant dans la zone. Il peut s'agir de pistes cyclables, de sentiers côtiers, de chemins de randonnées ou de parcours sportifs, etc. Une signalisation de danger peut être mise en place à destination du public.		

Source : Guide méthodologique PPRT 2007

Ce guide méthodologique prévoit des investigations complémentaires de deux types : approche de la vulnérabilité et estimation de la valeur vénale des biens immobiliers, dont l'objectif est « *d'apporter des éléments complémentaires de réflexion permettant aux différents acteurs du PPRT de mieux adapter le projet de réponse réglementaire* ».

1.1.3 Doctrine ou méthode infrastructures et vulnérabilité

Le présent document n'a pas pour vocation de proposer une méthode d'analyse de la vulnérabilité des infrastructures mais des outils pour réduire la vulnérabilité des usagers des infrastructures abordées.

1.2 Objectifs

Ce cahier applicatif a pour objectifs :

- d'identifier les moyens de protection envisageables, de fournir des indications sur leurs domaines d'emploi en fonction des aléas et des agressions associées,
- de proposer une première approche de la faisabilité de ces moyens de protection,
- d'estimer les coûts de ces mesures (en ordre de grandeur).

Il convient de préciser que ce document n'a pas pour objectif de déterminer quelles sont les infrastructures de transport qui doivent faire l'objet d'une étude de vulnérabilité mais bien de proposer des mesures de protection adaptées au niveau d'exposition des infrastructures concernées ou au contexte local.

L'objectif reste la présentation d'alternatives de protection aux personnes et organismes associés lors de la phase de stratégie.

En ce sens, il reviendra aux utilisateurs de ce cahier technique d'avoir préalablement déterminé la ou les infrastructures qu'ils souhaitent protéger.

1.3 Champ d'application, limites et définitions

Le présent cahier applicatif vise à alimenter l'élaboration des PPRT dans leur volet relatif à la réduction de la vulnérabilité des infrastructures de transport suivantes :

- les infrastructures routières existantes et les projets sur ces infrastructures,
- les infrastructures ferrées existantes et les projets sur ces infrastructures,
- les nouvelles infrastructures routières,
- les nouvelles infrastructures ferrées.

Sont donc exclus, notamment, les voies de navigation dans les eaux intérieures (voies fluviales), les voies maritimes et les aéroports.

Le terme « infrastructure » est à entendre comme l'ensemble des voies de circulation, de leurs dépendances (stationnements, accotements ...) et de leurs équipements (éclairage, arrêts de bus...) ainsi que les usages associés.

1.4 Contenu du cahier technique

Le cahier technique est constitué de quatre parties.

- ✓ La première partie présente le cadre et le contexte de réalisation du cahier technique,
- ✓ La deuxième partie présente les ouvrages de protection envisageables,
- ✓ La troisième partie propose les mesures d'aménagement et de modifications des conditions de circulation et de stationnement,
- ✓ Enfin la quatrième et dernière partie propose les mesures organisationnelles envisageables pour les infrastructures sus-nommées.

1.5 Les outils et moyens de protection envisageables - Définition

Sont envisagés trois grands types d'outils et de moyens de protection pour les infrastructures routières et ferrées :

- les ouvrages d'art de protection : merlons, murs, auvents, tunnels, qui peuvent engager des travaux relativement lourds selon le cas et qui seront directement dimensionnés en fonction des niveaux d'intensité des effets présents;
- les mesures d'aménagement et de modifications des conditions de circulation et de stationnement, qui sont des mesures permanentes allant de la simple signalisation du risque jusqu'à la réalisation d'une nouvelle infrastructure. Ces mesures visent à des modifications sur la voie elle-même;
- les mesures dites organisationnelles, applicables en situation de crise : mise en place d'un dispositif de coupure de circulation sur une voie routière ou ferrée. Il s'agit là de mesures qui ont pu être proposées pour gérer des situations accidentelles retenues lors de l'élaboration des plans d'urgence de type PPI.

Cette typologie résulte de recherches, aussi bien par l'analyse d'études de vulnérabilité existantes qu'au travers de l'identification de mesures de protection issues d'autres réglementations et potentiellement exportables pour la réduction de la vulnérabilité des infrastructures au regard des risques technologiques.

Il est important de considérer que dans le cadre d'un PPRT, on n'emploiera pas forcément un seul type d'outils ou de moyens de protection des infrastructures, mais que le plus souvent, la réduction de la vulnérabilité des usagers d'une infrastructure passera par la combinaison d'outils et de moyens de protection.

2 Les ouvrages de protection des infrastructures

2.1 Définition

Les ouvrages de protection proposés ici sont des éléments de construction (parois, auvents...) et des ouvrages d'art (tranchées couvertes, tunnels...) destinés à la protection totale ou partielle des usagers des infrastructures face aux risques industriels. Ils correspondent à des mesures passives de protection dans la mesure où le niveau de sécurité qu'ils apportent est garanti de façon continue à partir de leur installation.

Leur nature et leur dimensionnement apportent des niveaux de protection très variables en fonction des effets pouvant affecter l'infrastructure. Par conséquent, les types d'ouvrages de protection à étudier et leur dimensionnement seront à choisir en fonction des effets considérés dans les PPRT.

Dans le cadre de ce guide, trois types d'ouvrages de protection ont été retenus :

- les ouvrages à une paroi, qui apportent une protection face à des effets par la présence d'une paroi sur un côté de l'infrastructure à protéger ;
- les ouvrages à deux parois, qui apportent une protection face à des effets par la présence d'une paroi sur un côté et au dessus de l'infrastructure à protéger ;
- les ouvrages à trois parois ou de couverture, qui apportent une protection face à des effets par la présence de parois des deux côtés et au dessus de l'infrastructure à protéger.

En premier lieu, on rappelle les étapes et les contraintes générales à envisager lors de la réalisation d'un ouvrage au droit d'une infrastructure. Dans cette partie, on retrouve également une description générale quant à l'efficacité des ouvrages de protection proposés dans cette étude, à leur mise en œuvre, à leurs contraintes spécifiques de réalisation et à leurs coûts.

L'ensemble des informations présentées dans cette partie est tiré des études déjà réalisées, des guides existants (cf Références SETRA liées aux structures de protection) et des avis d'expert des services d'ouvrage d'art des CETE consultés. Plusieurs ouvrages traitent de la conception des structures présentées ici, au seul bémol que la destination des ouvrages n'est pas celle prévue dans ces guides et que par conséquent les sollicitations principales s'exerçant sur ces structures sont d'une autre nature. Les principes de construction et les règles de l'art présentés dans ces guides restent cependant en grande partie valables mais nécessitent une adaptation aux situations de calcul réellement rencontrées pour les protections étudiées. Les références du SETRA sont parmi les plus utilisées en France, les principales sont données en annexe de ce guide.

Les ouvrages proposés ici sont donc inspirés d'ouvrages employés généralement pour répondre à d'autres fonctions que la protection aux risques technologiques.

Les éléments quantifiés (caractéristiques des ouvrages, coûts...) sont fournis ici à titre d'ordre de grandeur, purement indicatifs, visant à disposer d'une première lecture de la faisabilité des solutions évoquées. Ils ne dispensent pas de la réalisation d'études précises de faisabilité et de dimensionnement, qui permettront seules de confirmer le choix des solutions et d'adapter les caractéristiques des ouvrages à la réalité du contexte et des phénomènes dangereux recensés.

En particulier, les conditions d'adaptation de ces ouvrages (es critères techniques) aux sollicitations d'origine industrielle devront donc être étudiées avec précision avant d'engager la réalisation d'ouvrages. Ces études doivent notamment intégrer une modélisation fine des scénarios affectant la voie afin de déterminer avec précision la capacité protectrice et le bon dimensionnement des structures envisagées.

2.2 Données et contraintes génériques

La construction d'un ouvrage au droit d'une infrastructure est constituée de nombreuses étapes dont l'essentiel est donné ci-dessous :

- Études Préliminaires,
- Étude de l'Avant-Projet,
- Études de Projets d'ouvrages d'art,
- Pièces techniques de Dossiers de Consultation des Entreprises,
- Exécution (avec études d'exécution),
- Réception.

L'ensemble de ces étapes constitue un projet complexe soumis à de nombreuses règles, en partie détaillées dans la loi MOP (Loi n° 85-704 modifiée relative à la maîtrise d'ouvrage publiques et ses rapports avec la maîtrise d'oeuvre privée dite loi MOP, du 12 juillet 1985).

Afin d'éclairer la réflexion sur la réalisation d'un tel ouvrage, l'annexe 1 recense, de façon générale, les informations et contraintes relatives à la réalisation d'un ouvrage au droit d'une infrastructure routière ou d'une voie ferrée. Pour un projet particulier, ces contraintes doivent être recensées dès les études préliminaires. Le présent guide permet d'évaluer rapidement les contraintes particulières aux différents types d'ouvrage.

On retrouve dans cette annexe l'essentiel des contraintes générales qui s'applique à tout ouvrage d'art regroupées par type :

- les contraintes relatives à la conception du futur ouvrage ;
- les contraintes relatives à la prise en compte de l'environnement, au sens large, de l'infrastructure (contraintes environnementales, contraintes relatives aux règles sismiques et climatiques, relatives aux règles de calcul en vigueur...) ;
- les contraintes relatives à l'exécution des travaux pour un futur ouvrage ;
- les contraintes relatives à l'entretien d'un ouvrage.

Cette liste n'a pas vocation à être exhaustive ; elle devrait toutefois permettre d'avoir un aperçu des thèmes abordés lors de la mise en œuvre des ouvrages proposés, qu'il sera alors éventuellement possible d'appréhender en amont des procédures usuelles.

On retient deux familles d'exigences : celles liées à l'objet infrastructure proprement-dit et celles induites par l'environnement local.

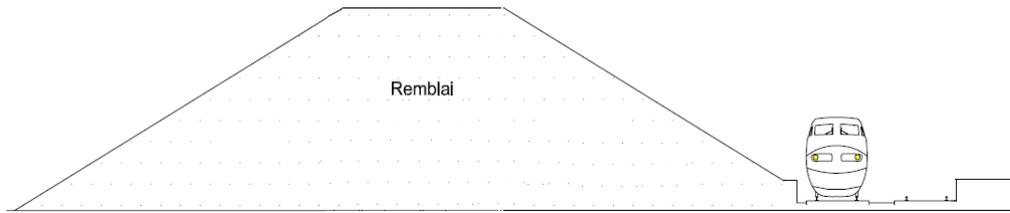
En ce qui concerne la tenue des structures aux charges classiques et le calcul des fondations pour ce type d'ouvrage, on se réfère généralement aux Eurocodes. Les principales références sont également données dans la bibliographie.

2.3 Les ouvrages à une paroi

2.3.1 Généralités

Les ouvrages de ce type qui ont été identifiés sont :

- les merlons et talus constitués de remblai,
- les murs de palplanches,
- les merlons et talus, accompagnés d'ouvrage de soutènements (massifs en terre armés, palplanches, mur en béton armé...),
- les tranchées (non couvertes),
- les voiles en béton armé, géo-matériaux et autres (bétostyrène...).

Illustration 2 : Schéma d'un merlon destiné à protéger une infrastructure

Source : Illustration réalisée par le CETE de l'Est

Les merlons sont des agglomérations de remblai ou de terre qui peuvent être renforcées par des éléments en acier ou en béton. On retrouve en général ce type d'ouvrage en réponse à un déséquilibre déblai/remblai (auquel cas, le talus peut également servir d'isolation phonique et de support d'aménagements paysagers) ou à des risques d'inondation (auquel cas, il constitue une digue de protection du territoire, à l'arrière de laquelle peut être positionnée une infrastructure linéaire).

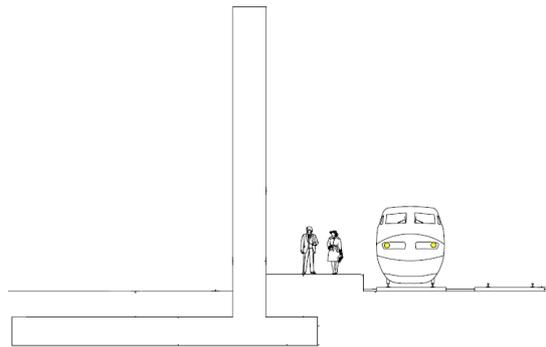
Illustration 3 : Photo d'un merlon destiné à la protection acoustique

Source : Guide du SETRA « Merlons, écrans et paysage routiers »

Généralement, la hauteur d'un merlon est limitée par l'emprise nécessaire à sa construction. En effet, il faut considérer pour l'emprise au sol une distance comprise environ entre trois et huit fois la hauteur du merlon. A titre d'exemple, un merlon de 4 m de hauteur avec une largeur en tête de 2 m occupera au minimum 15 m au sol. Cette emprise importante peut cependant être réduite dans le cas d'utilisation de terre armée, de gabions (ensemble de pierre dans un casier en fils tressés) ou d'un mur de soutènement. Enfin dans tous les cas, selon la nature du sol, la mise en place d'un merlon peut entraîner des problèmes de tassement du sol dû à la surcharge.

Il existe des solutions alternatives aux merlons telles les tranchées non couvertes consistant à déblayer la zone de l'infrastructure pour se retrouver sous le niveau du sol (les parois de la tranchée sont alors réalisées à l'aide de soutènement classiques, de type mur, palplanche ou parois clouées). En terme de solution de protection cela s'avère équivalent aux merlons. Toutefois en terme de construction pour une infrastructure existante, cela nécessite soit une construction en parallèle de la voie, soit la coupure de la voie pendant les travaux. Un reprofilage du profil en long de l'infrastructure est également nécessaire pour amener l'infrastructure à l'altitude souhaité selon les règles de l'Art, ce qui peut nécessiter des travaux sur plusieurs centaines de mètres en amont et aval de l'ouvrage.

Illustration 4 : Schéma d'un mur en béton armé destiné à protéger infrastructure



Source : Illustration réalisée par le CETE de l'Est

On retrouve également des ouvrages à une paroi pour réaliser des murs écrans. Les murs proposés ici seront principalement constitués de béton armé ou de palplanches. Ce type d'ouvrage est classiquement utilisé pour l'isolation phonique des voies de circulation, le maintien de terres (ouvrage de soutènement) ou la protection aux avalanches.

Illustration 5 : Photo d'un mur écran destiné à la protection acoustique



Source : Guide du SETRA « Merlons, écrans et paysage routiers »

Une zone relativement importante doit être dégagée pour permettre les travaux aux abords de la voie de circulation. En effet, lors de la conception d'un voile en béton armé sur semelle superficielle, il faut compter environ un tiers de la hauteur pour la largeur de la semelle sur un bon sol à environ deux tiers de la hauteur pour la dimension de la semelle sur un sol de qualité moyenne. L'emprise au sol est donc relativement importante. Une fondation du mur sur pieux en béton armé est également envisageable suivant la qualité du sol, mais surenchérit le coût de la solution.

Dans le cas des murs de palplanches, il faut considérer un enfoncement minimum des appuis égal à une fois et demi la hauteur souhaitée. Ainsi une zone relativement importante doit être dégagée pour permettre les travaux aux abords de la voie de circulation.

Ainsi, la hauteur de voile de béton comme de mur en palplanche est limitée par l'espace dégagé et le type de sol aux abords de la voie. Par conséquent, des constructions d'une hauteur supérieure à une dizaine de mètres ne semblent pas raisonnablement concevables.

2.3.2 Protection

Ces types d'ouvrages à une paroi peuvent permettre d'apporter une protection au moins partielle à une infrastructure face à :

- des effets de surpression faibles hors zone d'inflammation d'un nuage. Les hauteurs nécessaires ne sont généralement pas raisonnablement envisageables pour de fortes surpressions (les hauteurs plus faibles ne permettant pas de réduire les effets en dessous des effets significatifs);
- des effets thermiques continus ;
- des effets thermiques transitoires .

Ils peuvent permettre, sous certaines conditions, de protéger au moins partiellement des infrastructures face à :

- des effets thermiques transitoires et de surpression lorsque l'infrastructure se situe potentiellement dans un nuage gazeux inflammable ;
- des effets toxiques.

La protection d'une structure à une paroi face aux nuages gazeux est dépendante de nombreux facteurs tels que les conditions météorologiques, la topographie et l'orographie du site ainsi que des propriétés du gaz et du rejet (densité, débit...) considéré. Selon les conditions et le scénario cette protection peut être efficace (gaz lourd, conditions météorologiques favorables...) comme inefficace (gaz léger, rejet directionnel important, conditions météorologiques défavorables...).

Pour l'ensemble des phénomènes, l'efficacité des murs en termes de protection peut être limitée voire nulle. Toutefois si la protection directe ne peut pas toujours être assurée, la présence d'un mur peut permettre d'améliorer sensiblement la protection des personnes durant une évacuation sans véhicule. En effet, la protection des murs est généralement très satisfaisante dans la zone située au plus près du pied du mur. Ainsi, pour réduire les risques post-accidentels, après l'apparition d'un premier phénomène dangereux, un chemin d'évacuation sécurisé peut être signalisé en pied de mur.

Par ailleurs, dans le cas de projections associées au phénomène dangereux, les protections à une paroi peuvent réduire le nombre d'impacteurs atteignant la voie.

Le tableau suivant présente des éléments relatifs à l'efficacité des ouvrages présentés ainsi que des informations générales quant à leur mise en œuvre :

Illustration 6 : Tableau d'informations sur les protections à une paroi

Protection	Informations relatives à la protection apportée	Informations relatives à la réalisation
Merlon ou talus	Contrainte de hauteur nécessaire pouvant être trop importante, rendant la protection face aux effets de surpression ou thermiques partielle voire nulle.	Emprise au sol importante pour hauteur faible Possible réalisation avec maintien de la circulation Attention à apporter au tassement induit notamment près de voies ferrées
Merlon ou talus accompagnés d'ouvrage de soutènements	Protection de l'infrastructure pouvant être validée dans des conditions particulières lorsque l'infrastructure se situe potentiellement dans le nuage gazeux ou la zone de flamme.	Emprise au sol importante Possible réalisation avec maintien de la circulation Attention à apporter au tassement induit notamment près de voies ferrées

Protection	Informations relatives à la protection apportée	Informations relatives à la réalisation
Tranchée	Intérêt de la structure pour les problématiques d'évacuation de voies.	Nécessité de reprendre le profil en long de l'infrastructure à protéger. Maintien de la circulation impossible lors des travaux. Coût élevé
Mur en palplanches Voiles en béton armé et géomatériaux,		Contraintes liées aux fondations et donc à la qualité du sol. Possible réalisation avec maintien de la circulation.
Voiles en matériaux légers (bois, bétostyrènes..)		Contraintes liées à la résistance aux actions accidentelles pouvant être importante (surpression et flux thermique) pour des matériaux légers et peu résistants. Possible réalisation avec maintien de la circulation.

Ce type de protection est applicable aussi bien aux voies existantes qu'aux voies futures. Les travaux peuvent généralement être réalisés sans coupure de la voie, cependant dans le cas de disponibilités foncières avant/arrière de l'ouvrage faibles, la coupure de la circulation peut s'avérer nécessaire.

2.3.3 Estimation des coûts

Les coûts donnés ici présentent un caractère aléatoire, seule une étude en phase projet peut permettre de déterminer de façon fiable le coût d'un ouvrage (le type de fondation peut influencer par exemple notablement sur le coût final de l'ouvrage).

Les coûts sont donnés à titre indicatif et correspondent à des prix HT valables en 2012 et hors suggestion locale d'exécution (variations de coût liées à l'exploitation, au positionnement des installations de chantier, à l'approvisionnement des matériaux,...).

Les coûts liés à la réalisation de murs en béton armé peuvent être estimés, en première approximation, entre 4 000 € et 6 000 € par mètre linéaire pour une hauteur de 5 m et entre 6 000 et 8 000 € par mètre linéaire pour une hauteur de 8 m. Ces chiffres sont basés sur une épaisseur de mur d'environ 60 cm ;

Les coûts liés à la réalisation de merlons et de talus peuvent être estimés entre 1 000 € et 2 000 € par mètre linéaire pour un merlon de quelques 3 m de haut et entre 12 000 € à 15 000 € par mètre linéaire pour un merlon de 10 m de hauteur ;

Ceux liés à la réalisation de murs de palplanches ou autres parois métalliques peuvent être estimés entre 5 000 € et 6000 € par mètre linéaire pour une paroi d'environ 4 mètres de hauteur et entre 12 000 € et 15 000€ par mètre linéaire pour une paroi d'environ 8 mètres de hauteur ;

Ces coûts ne prennent pas en compte les frais inhérents au contexte local. Par exemple, un surcoût lié à la perte d'exploitation par coupure de circulation peut également être envisagé dans le cas d'une infrastructure existante. De même, certaines étapes peuvent nécessiter un travail de nuit pour lequel il faut compter des frais complémentaires.

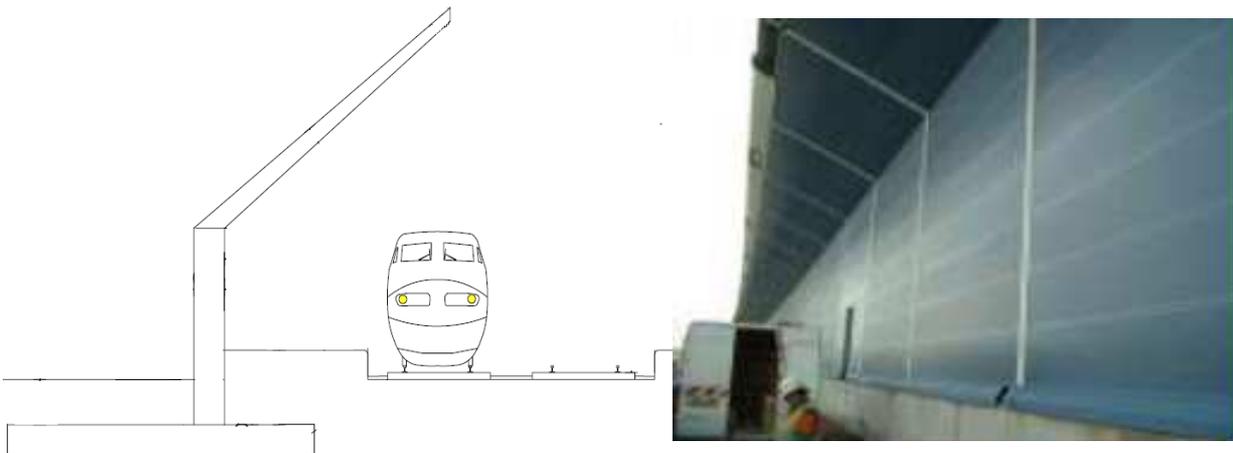
2.4 Les ouvrages à deux parois

2.4.1 Généralités

Les ouvrages de ce type qui ont été identifiés sont :

- les casquettes, paroi verticale associée à une paroi supérieure inclinée ou horizontale sans support poteau (Cf. illustration 7);
- les auvents, paroi verticale associée à une dalle supérieure horizontale recouvrant l'ensemble de l'infrastructure pouvant être soutenue par des poteaux. Ceux-ci se distinguent d'un ouvrage de couverture complet par la présence d'une paroi ouverte limitant le confinement sous l'ouvrage (Cf. illustration 8);

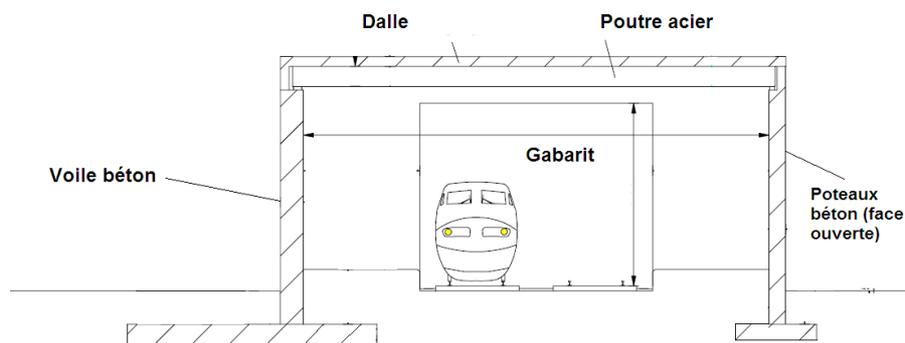
Illustration 7 : Schéma et photographie d'une structure casquette destinée à protéger une infrastructure



Source : Illustration réalisée par le CETE de l'Est

Au même titre que les murs, ces ouvrages seront ici constitués de béton armé. Ce type d'ouvrage est usuellement utilisé pour l'isolation phonique des voies de circulation, le maintien de terres avec éboulement possible sur voie ou encore pour la protection aux avalanches.

Illustration 8 : Schéma d'un auvent destiné à protéger une infrastructure



Source : Illustration réalisée par le CETE de l'Est

Lors de la conception d'un simple voile en béton armé sur semelle superficielle, il faut compter pour la largeur de la semelle environ un tiers de la hauteur sur un bon sol et environ deux tiers de la hauteur sur un sol de qualité moyenne. Dans le cas où l'on ajoute une casquette, la taille de ces fondations sera probablement modifiée, sans qu'il soit a priori possible de dire dans quelle proportion. On signalera que le poids et les sollicitations s'exerçant sur la casquette limitent la longueur de celle-ci et donc son efficacité si la largeur de l'infrastructure à protéger est importante.

Les fondations de l'auvent resteront de taille importante du côté exposé à la surpression mais seront plus limitées du côté non exposé. Pour les deux solutions, des fondations sur pieux en béton armé sont également envisageables suivant la qualité du sol, mais suréleveront le coût de la solution.

Pour la réalisation des ouvrages de ce type, il est nécessaire de couper les voies de circulation, a minima pour réaliser les parties d'ouvrages surplombant les voies. La réalisation d'élément par pré-fabrication peut réduire fortement la durée de coupure de la voie.

Illustration 9: Photo d'un structure de type auvent



Source : Rapport INERIS

2.4.2 Protection

Ces ouvrages permettent d'apporter une protection au moins partielle à une infrastructure face à :

- des effets de surpression (hors zone d'inflammation d'un nuage);
- des effets thermiques continus ;
- des effets thermiques transitoires (hors zone d'inflammation d'un nuage).

Dans le cas d'une casquette, l'inclinaison d'une partie du voile permet d'obtenir une protection similaire à un voile droit avec une hauteur inférieure. L'auvent apporte une protection supérieure grâce au recouvrement de la voie à protéger.

Ils peuvent permettre, sous certaines conditions, de protéger au moins partiellement des infrastructures face à :

- des effets thermiques transitoires et de surpression lorsque l'infrastructure se situe potentiellement dans un nuage gazeux inflammable ;
- des effets toxiques.

De façon similaire aux structures à une paroi, la protection des infrastructures face aux nuages gazeux par des structures à deux parois est dépendante de nombreux facteurs tels que les conditions météorologiques, la topographie et l'orographie du site ainsi que des propriétés du gaz et du rejet (densité, débit...) considéré. Selon les conditions et le scénario cette protection peut être efficace (gaz lourd, conditions météorologiques favorable...) comme inefficace (gaz léger, rejet directionnel important, conditions météorologiques défavorables...).

Par ailleurs, dans le cas de projections associées au phénomène dangereux, les ouvrages à deux parois peuvent réduire voire éviter complètement (cas des auvents) les impacts potentiels sur l'infrastructure.

Le tableau suivant présente des éléments relatifs à l'efficacité des ouvrages présentés ainsi que des informations générales quant à leur mise en œuvre :

Illustration 10 : Tableau d'informations sur les protections à deux parois

Protection	Informations relatives à la protection apportée	Informations relatives à la réalisation
Mur à casquette	Atténuation de la surpression pouvant être partielle. Protection complète possible face aux effets thermiques continus et transitoire (hors zone de flamme).	Contraintes liées aux fondations et donc à la qualité du sol. Coupure partielle de la circulation lors des travaux.
Auvent	Protection pouvant être validée dans des conditions particulières lorsque l'infrastructure se situe potentiellement dans le nuage gazeux ou la zone de flamme.	Contraintes liées aux fondations et donc à la qualité du sol. Coupure partielle de la circulation lors des travaux.

Ces protections peuvent être réalisées sur une voie existante, toutefois leur construction s'avère complexe et le maintien de la circulation difficile durant tout ou partie de la durée des travaux. Certaines méthodes (éléments préfabriqués) permettent de réduire le temps de coupure de la circulation. Cependant, une construction dans le cas d'une infrastructure existante sera nécessairement plus coûteuse que lors de la réalisation d'une nouvelle infrastructure.

2.4.3 Estimation de coût

Les coûts donnés ici présentent un caractère aléatoire, seule une étude en phase projet peut permettre de déterminer de façon fiable le coût d'un ouvrage (le type de fondation peut influencer par exemple notablement sur le coût final de l'ouvrage).

Les coûts sont donnés à titre indicatif et correspondent à des prix HT valables en 2012 et hors suggestion locale d'exécution (variations de coût liées à l'exploitation, au positionnement des installations de chantier, à l'approvisionnement des matériaux,...).

Les coûts liés à la construction de casquettes sont estimés entre 8 000 et 15 000€ au mètre linéaire pour une hauteur maximale de 8 m.

Ceux liés à la réalisation d'auvents sont estimés :

- entre 20 000 et 30 000 €/ml pour une RN (2x1 voie) ou une voie ferrée;
- entre 50 000 et 85 000 €/ml pour une autoroute (2x2 voies).

Par ailleurs, dans le cas d'une construction sur voie existante, les travaux ne peuvent généralement pas être réalisés sans coupure de la voie, il y a donc des surcoûts particuliers pour les travaux en termes de :

- modification de l'alimentation des engins ferrés (modifications de câbles, caténaires...) et de la signalisation pour les infrastructures ferroviaires;
- travaux de nuit (hors période de circulation) ;
- mise en place de solutions alternatives (déviation pour les infrastructures routières, service de bus pour les infrastructures ferroviaires...) ;
- perte d'exploitation (i.e. fret, voyageurs, péages autoroutiers...).

Ces coûts, non négligeables mais difficilement généralisables, peuvent s'avérer en somme supérieurs aux coûts de la construction dans le cas de modification sur une infrastructure existante notamment pour les axes les plus fréquentés. En particulier, les frais supplémentaires semblent très importants dans le domaine des infrastructures ferroviaires.

2.5 Les ouvrages à trois parois

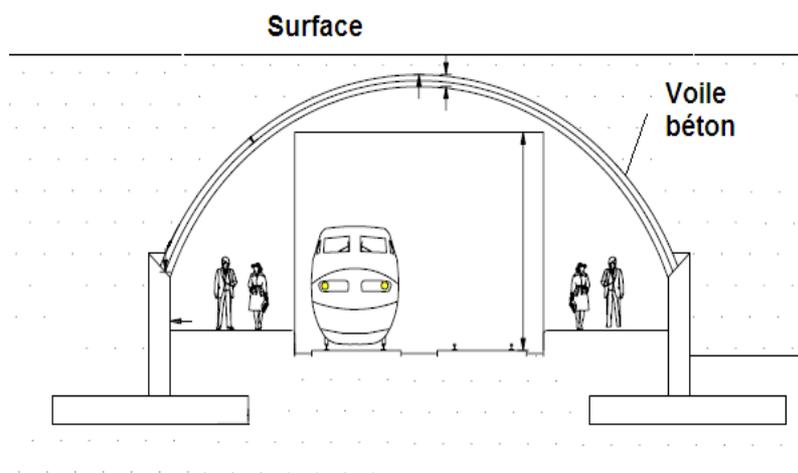
2.5.1 Généralités

Les termes génériques pour désigner un ouvrage couvrant intégralement une infrastructure sont généralement « tranchée couverte » ou « tunnel ». Toutefois, nous distinguons ici deux catégories d'ouvrage supplémentaires, les couvertures et les couvertures remblayées :

- les couvertures sont réalisées à partir du niveau du sol et constituent des structures non enterrées;
- les couvertures remblayées sont réalisées à partir du niveau du sol et sont enterrées à l'aide d'un remblai;
- les tranchées couvertes sont réalisées en tranchée dans le terrain naturel avec deux murs de soutènement de part et d'autre puis une couverture entre ces soutènements située près du niveau du terrain naturel (cette couverture est éventuellement recouverte d'un remblai);
- les tunnels, intégralement enterrés, ils sont réalisés par forage direct d'une extrémité à l'autre. Au final, c'est principalement le mode de réalisation qui constitue la différence fondamentale entre un tunnel et une tranchée couverte.

Ces ouvrages permettent potentiellement d'apporter une protection totale à une infrastructure face à tous types d'effets.

Illustration 11 : Schéma d'une voûte remblayée destinée à protéger une infrastructure

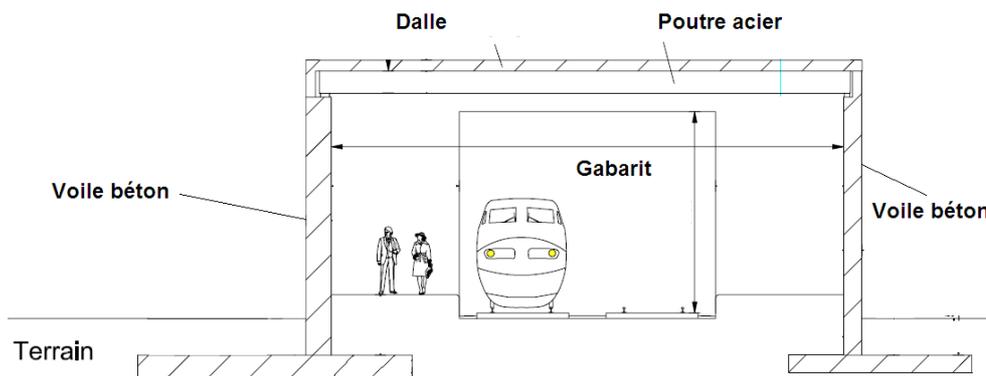


Source : illustration réalisée par le CETE de l'Est

Les ouvrages de couvertures sont destinés à isoler intégralement une infrastructure de son environnement. Généralement destinés à traverser des milieux encombrés ou incontournables (construction dense, relief important, cours d'eau...), ces ouvrages sont rarement privilégiés pour des infrastructures existantes car synonymes de lourds travaux. Pour les infrastructures futures, ces ouvrages sont généralement justifiés par la complexité d'un contournement de la zone à traverser.

On notera que pour les tunnels ou tranchées couvertes, un reprofilage du profil en long de l'infrastructure est nécessaire pour amener l'infrastructure à l'altitude souhaitée au niveau de la protection selon les règles de l'art, ce qui peut nécessiter des travaux sur plusieurs centaines de mètres en amont et aval de l'ouvrage. Ce type de solution ne sera envisageable en pratique que dans des zones de relief accidenté.

Pour les couvertures remblayées, qui présentent l'avantage de protéger par du remblai les matériaux constitutifs des structures porteuses vis à vis des sollicitations thermiques, l'emprise du remblai sur la structure peut constituer un inconvénient de la solution.

Illustration 12 : Schéma d'une couverture destinée à protéger une infrastructure

Source : illustration réalisée par le CETE de l'Est

Lors de la construction d'un tel ouvrage, des coupures de la circulation sur l'infrastructure sont à prévoir. Elles peuvent être plus ou moins conséquentes selon les ouvrages. Notamment, la construction d'un tunnel ou d'une tranchée couverte pour une voie existante entraîne une coupure prolongée (plusieurs mois à années). Toutefois, les ouvrages de couverture en surface, pré-fabriqués, peuvent permettre de réduire considérablement le temps de coupure de la voie.

Étant donné le confinement inhérent aux ouvrages de couverture, des contraintes particulières liées aux risques d'incendie, à l'intervention des secours et à l'évacuation sont à prendre en compte lors de leur conception. En particulier, les ouvrages d'une longueur supérieure à 300 m pour les voies routières et 400 m pour les voies ferrées doivent faire l'objet d'une étude de sécurité complète comprenant notamment une étude des dangers engendrés par l'ouvrage. La sécurité à l'intérieur de ces ouvrages engendrera également des coûts d'entretien élevés.

Illustration 13 : Photo aérienne d'une couverture destinée à protéger une infrastructure routière

Source : INERIS

2.5.2 Protection

En ce qui concerne la protection face aux risques industriels, le confinement de la voie peut permettre une protection totale de l'infrastructure pour la plupart des aléas thermiques et de surpression. Toutefois, les phénomènes de dispersion de nuages gazeux doivent être considérés avec attention lors de l'étude de la mise en place d'une telle protection. En effet, des contraintes particulières doivent être prises en compte vis à vis de la ventilation des ouvrages pour protéger l'infrastructure face à de tels phénomènes (mise en surpression).

Par ailleurs, lors de projections associées au phénomène dangereux, les ouvrages de couverture permettent d'apporter une protection complète aux impacts sur l'infrastructure.

Le tableau suivant résume les éléments relatifs à l'efficacité des ouvrages présentés ainsi que des informations générales quant à leur mise en œuvre :

Illustration 14 : Tableau d'information sur les ouvrages de couverture

Protection	Informations relatives à la protection apportée	Informations relatives à la réalisation
Couvertures	Protection complète possible face aux effets de surpression et thermiques continus et transitoires. Protection complète possible face aux effets toxiques et thermiques transitoires (lorsque l'infrastructure se situe potentiellement dans le nuage gazeux toxique ou inflammable) sous réserve de mettre en place une ventilation adaptée.	Contrainte de réalisation nécessitant la coupure de l'infrastructure. Contrainte de mise en surpression par de l'air sain complexe à mettre en œuvre. Nécessité de reprendre le profil en long de l'infrastructure à protéger pour les structures enterrées (tranchées couvertes et tunnels). Emprise importante pour les couvertures remblayées. Une étude spécifique des dangers est obligatoire pour un ouvrage de longueur supérieure à : - 300 m pour les tunnels routiers ; - 400 m pour les tunnels ferroviaires.
Couvertures remblayées		
Tranchées couvertes		
Tunnels		

Ces solutions lourdes ne sont pas toujours raisonnablement applicables pour une voie existante en raison de difficultés de réalisation et des difficultés de maintien de la circulation qui peuvent se poser sur ces voies.

Pour les tranchées couvertes ou les tunnels, une construction sur le tracé de la voie signifiant sa destruction, le déblayage ainsi que les superstructures doivent être construits en parallèle de la voie. Ainsi la circulation est maintenue sur la voie initiale et il y a arrêt de circulation uniquement pour la connexion des extrémités. Cette solution nécessite une large emprise foncière en parallèle de la voie et constitue une nouvelle infrastructure.

La seule solution admissible sur une voie existante semble l'ouvrage de couverture hors sol, toutefois, son coût est très élevé, sa construction sur voie existante s'avère complexe et le maintien de la circulation difficile durant toute ou partie de la durée des travaux.

2.5.3 Estimation de coût

Les coûts donnés ici présentent un caractère aléatoire, seule une étude en phase projet peut permettre de déterminer de façon fiable le coût d'un ouvrage (le type de fondation peut influencer par exemple notablement sur le coût final de l'ouvrage).

Les coûts sont donnés à titre indicatif et correspondent à des prix HT valables en 2012 et hors suggestion locale d'exécution (variations de coût liées à l'exploitation, au positionnement des installations de chantier, à l'approvisionnement des matériaux,...).

Les coûts liés à la réalisation des couvertures sont estimés entre :

- 20 000 et 30 000 € au mètre linéaire pour une RN (2x1 voies) ou une voie ferrée ;
- 5 000 et 85 000 € pour une autoroute (2x2 voies).

Ceux liés à la réalisation de tranchées couvertes sont estimés entre :

- 35 000 et 60 000 € au mètre linéaire pour une RN ou une voie ferrée ;
- 50 000 et 100 000 € au mètre linéaire pour une autoroute.

Enfin, les coûts liés à la réalisation de tunnels sont probablement supérieurs aux coûts énoncés précédemment mais ne peuvent être donnés sans étude des caractéristiques des sols rencontrés. Toutefois, sur la base de coût de construction d'ouvrage réalisés (non exhaustif), les coûts rencontrés varient entre 50 000 € et 300 000 € au mètre linéaire.

Par ailleurs, dans le cas d'une construction sur voie existante, les travaux ne peuvent généralement pas être réalisés sans coupure de la voie, il y a donc des surcoûts particuliers pour les travaux en termes de :

- modification de l'alimentation des engins ferrés (modifications de câbles, caténares...) et de la signalisation ;
- travaux de nuit, hors période de circulation ;
- mise en place de solution alternative (déviation, service de bus...) ;
- perte d'exploitation (i.e. fret, voyageurs).

Ces coûts, non négligeables mais difficilement généralisables, peuvent s'avérer en somme supérieurs aux coûts de la construction dans le cas de modification sur une infrastructure existante, notamment pour les axes les plus fréquentés. En particulier, les frais supplémentaires semblent très importants dans le domaine des infrastructures ferroviaires.

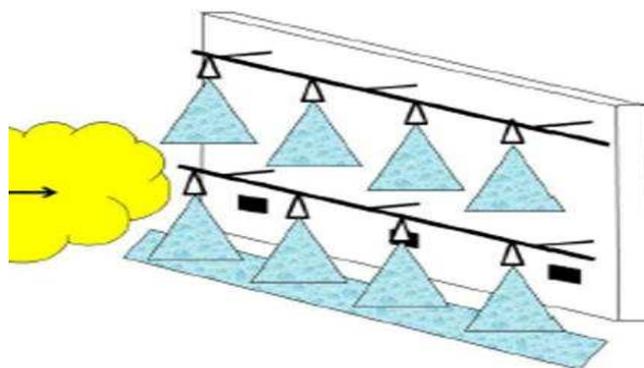
2.6 Mesure complémentaire pour la protection aux nuages gazeux

Pour compléter la protection offerte par des structures à une et deux parois vis à vis des nuages gazeux, un dispositif de rideau d'eau peut être installé en complément sur la paroi faisant face à la source du phénomène dangereux. Ces installations sont souvent utilisées comme barrière de réduction du risque à la source sur les sites industriels.

Le rôle de ce rideau d'eau est d'absorber le gaz qui viendrait à se disperser jusqu'au droit de la paroi. La faculté d'absorption d'un rideau d'eau étant liée aux propriétés du gaz, à la concentration du nuage impactant la paroi et au débit d'eau, cette mesure ne peut pas être efficace pour tous les types de scénario de dispersion de gaz. La performance de cette barrière est également sensible aux conditions atmosphériques. L'illustration suivante permet de schématiser le concept du rideau d'eau.

Illustration 15 : Schéma de principe du rideau d'eau

(source INERIS)



Par ailleurs cette mesure est associée à un système de détection du nuage gazeux (détecteurs de gaz) et de déclenchement du rideau (pompes). La cinétique de détection et de déclenchement doit être comparée à la cinétique de dispersion du scénario de fuite considéré. Le dimensionnement est par conséquent associé au scénario considéré.

Le dimensionnement et la protection apportée par un tel système sont dépendants de nombreux facteurs. En effet, en fonction de la solubilité du gaz dans l'eau, de la répartition spatiale et de la durée du nuage envisagé, le nombre et la hauteur de buse, le débit linéaire et la quantité d'eau nécessaires au rideau seront très variables. En conséquence, il est donc complexe d'estimer un coût pour ce type d'installation. Celui-ci est dépendant du dimensionnement précité et de la disponibilité en eau sur le site. En effet, les besoins d'eau peuvent être très importants et l'installation de stockages dédiés peut s'avérer nécessaire.

3 Les mesures d'aménagement et de modification des conditions de circulation et de stationnement

3.1 Définition

Il s'agit ici de mesures portant directement sur l'infrastructure elle-même ou ses usages à la différence des mesures proposées dans le chapitre précédent qui portent sur la réalisation d'ouvrages d'art de protection au droit de l'infrastructure.

Ces mesures visant également la réduction de la vulnérabilité des infrastructures, peuvent consister aussi bien en des mesures « simples » de modification de la réglementation des infrastructures (modification des utilisations de la voie, des limitations de vitesse.....), de la signalisation du risque qu'en des mesures plus « lourdes » comme la fermeture de la voie ou la réalisation d'une nouvelle infrastructure qui va nécessiter des travaux relativement importants.

Il a donc été identifié les mesures suivantes :

- Mesures d'aménagement en place : séparation des usages, rectification de tracé, aménagements de sécurité...
- Mesures de modification des conditions de circulation et de stationnement : fermeture (partielle ou totale) de la voie et déclassement éventuel.
- Recherche d'un nouvel itinéraire.
- Mesures d'information : signalisation du risque.

3.2 Mesures d'aménagement en place

3.2.1 Mesures de séparation des usages ou des voies

Objectifs de ces mesures :

Les mesures peuvent être utilisées pour :

- Faciliter la fluidité des transports en commun afin de réduire leur présence dans la zone d'exposition;
- Limiter les conséquences de la perte de contrôle d'un véhicule routier et d'un sur-accident potentiel;
- Améliorer la protection des usagers les plus vulnérables.

Description des mesures :

Il s'agit de séparer les voies ou usages pour limiter les sur-accidents.

On pourra donc examiner comme aménagements possibles dans le cadre de cette mesure, la mise en œuvre de pistes cyclables ou des transports en commun en site propre mais également la séparation des sens de circulation d'une voie.

Concernant la réalisation de pistes cyclables dissociées de la voirie routière, la mise en œuvre de cette mesure sera à favoriser dans les zones de surpression 20 – 50 mbar où les dangers ne sont pas directs pour les usagers mais indirects, liés à une chute ou à une perte de contrôle d'un véhicule. Le gain de sécurité attendu de la piste cyclable (s'entend une piste cyclable en site propre avec séparateur de voies) est alors d'offrir une meilleure protection de ces usagers plus vulnérables en évitant aux cyclistes de tomber au milieu de la chaussée et aux véhicules motorisés de les renverser. Il s'agit alors d'un objectif similaire à celui qui est affecté aux pistes cyclables dans des conditions classiques de circulation en l'absence d'aléas technologiques.

Par contre, il faudra veiller à ce que dans des zones de plus fortes expositions et/ou d'exposition à d'autres effets, la mise en œuvre de pistes cyclables ne soit pas à l'origine d'un afflux de personnes extérieures à la zone.

La mise en site propre des transports en commun peut s'accompagner de mesures de priorité au feu tricolore. Quelles que soient les circonstances de trafic, les transports en commun seront prioritaires sur tout autre trafic par l'activation via un boîtier détenu par le chauffeur ou par détection automatique du véhicule (à gérer spécifiquement en cas de crise). Il faudra veiller également dans la mesure du possible à ne pas créer d'arrêts dans les zones d'effets les plus importants.

Ces mesures existent dans d'autres politiques d'aménagement du territoire. A défaut de les mettre en œuvre spécifiquement dans le cadre des PPRT, on cherchera à identifier si de telles mesures existent ou sont en projet sur les infrastructures exposées.

Coût de la mesure :

Pour la séparation des usages cyclistes – PL/VL : entre 200 et 800 € pour un mètre linéaire.

Pour la mise en site propre des transport en commun (hors tramway) : entre 500 et 5 000 € pour un linéaire en fonction notamment des travaux connexes potentiels et de la typologie des matériels retenus (véhicules, systèmes de guidage...).

Le coût d'une piste cyclable neuve est généralement de l'ordre de 400 à 600 € le mètre linéaire (hors acquisitions foncières et ouvrage d'art de type passerelle sur voie) .

3.2.2 Rectification de tracé et aménagements de sécurité ponctuels

Objectif de la mesure :

L'objectif consistera plus généralement ici à identifier les éventuels points singuliers présents sur les itinéraires vulnérables, zones d'accumulation d'accidents, rétrécissements de chaussée ponctuels, zones de perte de visibilité, carrefours accidentogènes –et à mettre en œuvre la résorption de ces points singuliers de manière à garantir la fluidité des trafics, l'homogénéité des vitesses et la réduction de l'accidentologie en situation courante mais surtout en situation dégradée (gestion de crise).

Il s'agit également de limiter l'utilisation de la voirie par des mesures physiques adaptées (chicanes, cousins,...) compatibles avec l'usage de desserte rendant moins attractive la voie pour des usagers en transit.

Description de la mesure :

Sur la base d'un diagnostic de sécurité routière global, il s'agira d'identifier les aménagements prioritaires destinés à faciliter et fiabiliser les conditions de circulation à l'intérieur du périmètre PPRT, en prêtant une attention particulière aux itinéraires d'accès des services de secours et d'évacuation des employés et habitants.

Ces aménagements pourront rendre nécessaires des ajustements dans la délimitation du domaine public routier, qui pourront notamment se traduire par l'inscription d'emplacements réservés dans le ou les PLU au titre de leur mise en compatibilité avec les dispositions du PPRT approuvé.

Au titre de ces aménagements ponctuels, on pourra également citer la possibilité de déplacer un arrêt de transport en commun (TC) pour le positionner dans un secteur moins exposé, voire, en cas d'obligation de maintien en place, la possibilité de durcissement des caractéristiques de l'abri (capacité, matériaux) lorsque la nature et l'intensité des effets l'autorisent.

Coût de la mesure :

Variable selon les contextes et l'état initial.

3.2.3 Travaux de réfection et de modernisation – Nouvelles infrastructures

Le PPRT pourra interdire toute création de nouvelles infrastructures en dehors de celles directement nécessaires à la desserte de la zone ou à la mise en place d'un itinéraire de substitution à une voie condamnée.

La transformation d'une ancienne emprise ferroviaire en voie verte pourra ainsi être proscrite par le PPRT aux abords d'un site Seveso seuil haut .

Les travaux de réaménagement, réfection ou modernisation des infrastructures pourront être encadrés de manière à éviter toute augmentation de capacité globale susceptible d'être à l'origine d'une augmentation de trafic dans la zone exposée.

Dans le même esprit, la réouverture de lignes ferroviaires fret au trafic voyageurs pourra être proscrite si les phénomènes dangereux le justifient.

3.3 Mesures de modification des conditions de circulation, de stationnement et d'accès

3.3.1 Les mesures de restriction partielle de circulation, de stationnement et d'occupation du domaine public

Objectifs de ces mesures :

Les mesures peuvent être utilisées pour :

- Réduire la vulnérabilité en réglementant certains usages de la voie afin de limiter la présence humaine permanente sur la voie;
- Limiter l'utilisation de la voirie concernée en la rendant moins attractive pour des usagers en transit par des contraintes réglementaires compatibles avec l'usage de desserte.

Description de ces mesures :

Il s'agit ici de réglementer dans le cadre du PPRT certains usages comme les transports en commun, les itinéraires de grande randonnée, la présence de cyclistes, les stationnements en bord de voie dans les zones les plus exposées... ou encore de restreindre plus globalement les possibilités d'accès (sens interdit sauf riverains, sens interdit sauf créneaux horaires de circulation des salariés,...).

La mise en œuvre d'un simple sens unique pourra permettre de limiter la capacité de trafic de la voie et par la même, l'exposition potentielle d'usagers l'utilisant en termes de nombre de voyageurs et de rendre l'itinéraire dissuasif pour des personnes étrangères à la zone exposée.

Les lignes de TC dont la circulation devrait être maintenue au sein de la zone exposée pourront ainsi voir leur fréquence réduite (attention toutefois aux effets d'augmentation du nombre de personnes) ou leur circulation encadrée sur certains créneaux horaires (embauche des salariés) de manière à réduire l'exposition inutile d'usagers en transit.

On pourra considérer que cette mesure est une mesure « minimum » du PPRT et qu'elle pourra faire partie intégrante d'un dispositif comprenant d'autres mesures présentées ci-après.

Des usages et aménagements liés à la fonction transport et non strictement indispensables sur la zone pourront être proscrits par le PPRT (station de recharge de véhicules électriques, stations taxi...).

Par extension, entrent également dans le champ d'application de ces mesures les permis de stationnement ou de dépôt temporaire sur le domaine public, susceptibles de faire obstacle à la circulation et à l'évacuation des personnes (dépôt de matériaux, dispositifs publicitaires...), ou d'être à l'origine de présences ou fréquentations non souhaitables dans les secteurs exposés.

Compétence de la mesure :

La définition de cette réglementation relève du pouvoir de police de circulation exercé par différentes autorités, selon le lieu (en et hors agglomération) et le type de voies concerné (Cf. Annexe 2 du présent document et article L. 411-1 du Code de la route).

La prescription de cette mesure dans le cadre du PPRT ne se suffit pas à elle-même pour sa mise en œuvre, elle doit s'accompagner d'une prise de décision (arrêté) de l'autorité chargée des services de voiries (L. 411-6 du Code de la Route) pour la mise en œuvre de cette signalisation.

Il convient de préciser que cette mesure de police doit respecter quelques principes fondamentaux :

- la finalité exclusive de la mesure doit être le maintien de l'ordre public ;
- la mesure doit être nécessaire et indispensable : il ne faut pas que d'autres solutions soient envisageables ;
- la mesure doit être proportionnée aux faits qui l'ont motivée.

L'application (arrêté) de cette mesure est généralement assurée par l'autorité investie du pouvoir de police sur la voie concernée. La mise en place de la signalétique est assurée généralement par le gestionnaire.

Coût de la mesure :

Le coût de revient de la mesure correspond a minima à la signalétique matérialisant les restrictions d'usage instituées dans l'arrêté de police.

Le tableau suivant donne les coûts de mesures de signalisation :

Illustration 16: Tableau de coûts indicatifs pour des mesures de signalisation

Items	Quotité	Coût
Étude du système de signalisation	Forfait	10 à 50 000€ HT
Panneaux jalonnement, support, massif et pose	Unité	500 à 1 500€ HT
Panneaux police, support, massif et pose	Unité	500 à 1 500€ HT

Coûts identifiés en 2011.

Points de vigilance :

La simple rédaction de règles n'est pas suffisante : dans le cas évoqué, il sera nécessaire de la mettre en œuvre, in-situ sous la forme de signalisation dite de « prescription ».

Les règles d'implantation et la signalétique appropriée à des mesures de prescriptions d'usages de la voie sont définies par l'Instruction ministérielle sur la sécurité routière et plus particulièrement dans la 4^{ème} partie concernant la signalisation de prescription.

Ainsi ont pu être identifiés pour l'exemple, les articles spécifiques et les panneaux qui leur sont associés pour les restrictions d'usages suivants :

- Interdiction de stationnement : article 55 et panneau B6a1 ,
- Accès interdit aux piétons : article 58 et panneau B9a,
- Accès interdit aux cyclistes : article 58-1 et panneau B9b,
- Accès interdit aux transports en commun : article 58-5 et panneau B9f.

Illustration 17 : Panneaux de prescriptions des usages



Source : Instruction ministérielle sur la signalisation routière 4^{ème} partie- Annexes

3.3.2 Fermeture d'une infrastructure routière au public (et déclassement)

Objectif de la mesure :

Suite à l'identification d'un itinéraire alternatif, on souhaite proscrire les usages autres que ceux inhérents à la desserte locale de sites ou zones industrielles. On peut également avoir l'approche inverse, à savoir, souhaiter fermer une infrastructure et dans ce cas, il sera nécessaire d'identifier un itinéraire alternatif.

Cette mesure vise les voiries de faible importance et dépend de la configuration du site. En considérant que ces voiries sont destinées initialement à la desserte de sites ou de zones industrielles, on souhaite proscrire leur utilisation comme voies de transit par les autres usagers.

L'utilisation très contrainte de la voie est susceptible de remettre en cause sa vocation d'ouvrage public, évolution qui doit logiquement aboutir au déclassement de la voie, préalablement à un transfert de propriété.

Description de la mesure :

Le déclassement est l'acte administratif qui, à l'issue de l'événement engendrant la fermeture au public d'une voie, lui fait perdre son caractère public et qui la soustrait au régime juridique applicable au domaine public. Afin de céder une voirie publique à un propriétaire privé, il convient préalablement de la déclasser du domaine public.

Une fois les voiries déclassées, elles entrent dans le domaine privé du gestionnaire, qui peut alors les conserver (conserver les parcelles), ou les aliéner. Dans le cas où le gestionnaire décide de vendre ses parcelles, les propriétaires riverains ont un droit de préemption (article L. 112-8 du code de la voirie routière).

Dans le cas de voiries exposées à des risques industriels et lorsque celles-ci sont contiguës au(x) site(s) à l'origine du risque, une telle démarche permet de donner aux industriels à l'origine du PPRT la possibilité d'acquérir les voiries dans leur domaine privé et ainsi d'en maîtriser l'usage, par exemple en maintenant l'accès ouvert uniquement aux personnels des entreprises qui travaillent en collaboration avec eux.

Responsabilité de la mesure :

La procédure de déclassement relève de la compétence du gestionnaire de la voie concernée (État ou collectivité territoriale). Il est à noter qu'avant toute prise de décision, une enquête publique doit être ouverte pour les voies départementales comme pour les voies communales.

Les textes applicables pour la procédure de déclassement sont les suivants :

- *voie communale* : Art. L. 141-3 à L. 141-5 et R. 141-4 à R. 141-10 du code de la voirie routière,
- *voie départementale* : Art L. 131-4 et R. 131-3 à R. 131-8 du code de la voirie routière,
- *voie nationale* : Art. L. 123-2 à L. 123-5 et R. 123-1 et R. 123-2 du code de la voirie routière.

3.3.3 Restrictions d'accès

Objectif de la mesure :

Il s'agit ici d'agir sur la localisation et l'organisation des accès aux propriétés riveraines, de manière à limiter les circulations sur des voies identifiées comme vulnérables et réduire les risques d'accidents liés à la fréquentation de ces accès.

Description de la mesure :

Ces mesures, propres au PPRT, s'inscrivent en complément de celles prescrites au titre de l'art R. 111.4 du code de l'urbanisme et susceptibles d'être déjà reportées au PLU.

Pour les parcelles ou opérations d'urbanisme desservies par plusieurs voies, l'accès devra être établi de manière à orienter les circulations vers les voies exposées au risque le plus faible et présentant les meilleures garanties en cas d'évacuation.

A niveau de risque équivalent, les accès pourront être regroupés ou orientés sur des voies secondaires de manière à améliorer la sécurité routière et fiabiliser les conditions de circulation sur les axes principaux, notamment en situation de gestion de crise.

Ces mesures concerneront prioritairement la création de nouveaux accès ou la réalisation de nouvelles opérations d'urbanisme mais pourront aussi concerner des propriétés déjà bâties dans des conditions particulières d'exposition aux risques .

Responsabilité de la mesure :

La gestion des accès relève de la compétence du gestionnaire de la voie concernée (État ou collectivité territoriale). Les restrictions d'accès doivent être reportées dans le PLU, par la collectivité compétente, au titre de sa mise en compatibilité avec les dispositions du PPRT approuvé.

3.4 Recherche d'un nouvel itinéraire

Objectif de la mesure :

L'objectif est de proposer un ou plusieurs autres itinéraires pour tout ou partie des usagers afin de réduire la présence humaine sur la voie ou les voies exposées.

Description de la mesure :

La recherche d'un nouvel itinéraire peut apparaître sous deux variantes :

- recherche d'un nouvel itinéraire sur des voies existantes :
 - pour l'ensemble des usagers,
 - pour une partie des usagers : cyclistes, usagers des transports en commun.....
- recherche d'un nouvel itinéraire conduisant à la création d'une nouvelle infrastructure.

La recherche d'un nouvel itinéraire résulte de la nécessité d'introduire des modifications d'usages sur l'itinéraire d'origine, qui se traduiront par des autorisations, des restrictions voire des fermetures de voiries pour tout ou partie des usagers.

Si ces modifications d'usage sont importantes et incompatibles avec la vocation initiale de l'ouvrage, elles devront si nécessaire s'accompagner d'un transfert de domanialité (abordé au paragraphe 3.3.2) ou d'un déclassement.

Ainsi, on cherchera à réduire au maximum l'exposition des usagers aux risques, ce qui pourra conduire à différencier les possibilités de circulation selon leurs profils (riverains, usagers des transports en commun, usagers en transit, employés des entreprises du site...) et à adapter si nécessaire le statut des voies en conséquence.

La recherche d'un nouvel itinéraire peut potentiellement déboucher sur l'identification de sections de substitution à l'extérieur du périmètre du PPRT. La mise en place d'un ou de plusieurs itinéraires de substitution n'est donc pas directement prescrite par le PPRT mais résulte des modifications d'usage sur l'itinéraire d'origine qui peuvent effectivement être prescrites par le PPRT. La recherche d'itinéraire est néanmoins abordée ici dans la mesure où elle relève des investigations complémentaires indispensables pour assurer la crédibilité des dispositions du PPRT.

3.4.1 La recherche d'un nouvel itinéraire sur voie existante

Description de la mesure :

Cette variante peut être abordée de deux manières différentes :

- rechercher un itinéraire pour certains usages,
- rechercher un nouvel itinéraire pour l'ensemble ou presque des usagers.

Dans le premier cas, il s'agit d'identifier un nouvel itinéraire pour des usages spécifiques comme les transports en commun, les pistes cyclables, des itinéraires de randonnée, voire des transports de matières dangereuses.

Dans le second cas, on vise à identifier un itinéraire pour l'ensemble ou presque des usages (la voirie pourrait par exemple être maintenue en desserte d'une zone industrielle uniquement).

Dans les deux cas, il convient de définir les exigences ou le cahier des charges du nouvel (ou des nouveaux) itinéraire(s) : caractéristiques de trafic et de dimensionnement (gabarit de la voie, présence d'ouvrages d'art avec un tirant d'air permettant le passage de poids lourds...).

Dans les deux cas il faudra engager la recherche de la (ou des) solution(s) de substitution dans le cadre d'une démarche associant le gestionnaire du réseau vulnérable, le ou les gestionnaires des réseaux potentiels de substitution, éventuellement l'autorité organisatrice de transport (AOT)¹ concernée par la modification d'un réseau ou d'un service de transport collectif, la commune en tant qu'autorité compétente en matière de police de circulation en agglomération.

Dans le second cas de quasi fermeture d'un itinéraire, on aura souvent un report de trafic non pas sur un mais sur plusieurs itinéraires. Dans les cas complexes, la réalisation d'une étude de trafic² pourra permettre de caractériser le redéploiement et de vérifier la capacité globale du réseau à faire face à ce redéploiement de trafic. Cette étude devra s'appuyer sur des données fournies par les gestionnaires de la voie ou des voies. Ainsi, a minima, il sera nécessaire de disposer des volumes de trafic, des types de trafics (transit, entrant – sortant et interne) et des types de véhicules (répartition véhicules légers (VL) - poids lourds (PL)).

Responsabilité de la mesure :

On ne peut pas à proprement parler de responsabilité spécifique pour une telle mesure.

Cette responsabilité (mise en œuvre : études à mener, dispositifs proposés, arrêté, mise en place de la signalisation....) sera partagée en fonction du contexte local et de la mesure entre les différents acteurs : gestionnaires, exploitants, autorités en charge des services de voiries et AOT concernés notamment pour les aménagements potentiels des voiries vers lesquelles le trafic aura été reporté.

1 Il s'agit des collectivités territoriales en charge d'organiser les transports, principalement les transport en commun : il peut s'agir des communes ou groupements de communes en milieu urbain, des départements pour les liaisons routières en milieu interurbain et de régions pour les liaisons ferroviaires régionales.

2 Cf. « Évaluation des projets d'infrastructures routières - Pilotage des études de trafic - Guide méthodologique », SETRA, Octobre 2007, 40 pages

Coût de la mesure :

On ne peut pas établir de manière générale un coût moyen pour une telle mesure compte tenu de la grande diversité des cas à traiter.

Toutefois, on ne devra pas s'abstenir des coûts directs et indirects qu'implique une telle mesure :

- étude de trafic,
- travaux d'aménagement de la voie,
- nouvelle signalisation...

Points de vigilance :

Les points suivants apparaissent essentiels à la bonne recherche d'un nouvel itinéraire sur voies existantes :

- identifier la personne publique gestionnaire de la voie exposée ou AOT et des voies susceptibles de supporter le report de trafic,
- bien définir les besoins aussi bien en termes de trafic qu'en termes de dimensionnement de la voie,
- bien identifier les possibles contraintes existant sur les voies (hauteur des ouvrages d'art, réglementation,...) susceptibles d'accepter le trafic de la voie exposée.

Pour ce qui est de la bonne mise en œuvre de cette mesure, on n'oubliera pas le traitement de la voirie exposée (restrictions d'usage, fermeture, aménagements éventuels de réduction de capacité...).

3.4.2 La recherche d'un nouvel itinéraire : création de nouvelles infrastructures

Description de la mesure :

Cette variante est susceptible d'être retenue dans le cas où il n'existe pas d'autres voies en capacité d'accueillir le trafic de la voie exposée aux risques ou qu'il n'existe tout simplement pas d'autres voies dans la zone d'étude.

Il convient dans ce cas de se positionner dans une situation de création d'une nouvelle infrastructure.

La maîtrise d'ouvrage d'un projet d'infrastructure nouvelle sera l'État, le Conseil Général ou la commune (ou communauté urbaine, district...) selon la voirie concernée.

Pour mener à bien une telle démarche, il est nécessaire de suivre une procédure comportant notamment :

- les études d'opportunité (études préliminaires) : elles définissent les fonctions de l'infrastructure et s'assurent de sa faisabilité technique et financière,
- l'étude préalable à l'enquête publique (anciennement avant projet sommaire) : poursuivant les études préliminaires, elle a pour objectif principal de préparer l'enquête publique ; son contenu est fixé par circulaire d'État,
- les autres études associées à des dossiers réglementaires (ex : loi sur l'eau, espèces protégées.....),
- une enquête publique (et l'enquête parcellaire associée préalable aux acquisitions foncières par voie d'expropriation),
- la déclaration d'utilité publique,
- les acquisitions foncières,
- les travaux de réalisation de la nouvelle infrastructure.

Le dossier d'enquête publique est établi sur la base des informations contenues dans les études préliminaires et l'étude préalable. Une des pièces majeures de ce dossier est l'étude d'impact, réalisée sur la base des études d'environnement issues des phases d'étude précédentes.

L'étude d'impact comporte généralement 5 volets dont un état initial sur l'environnement et l'évaluation des principaux effets du projet sur l'environnement.

Le délai pour l'ensemble de la procédure de création d'infrastructure routière varie entre 3 et plus de 10 ans.

Concernant les voies ferrées, la démarche et les délais de réalisation sont les mêmes que pour les routes tout en considérant les spécificités techniques liées à ce mode de transport.

Responsabilité de la mesure :

A l'image de la mesure de report de trafic sur voirie existante, la responsabilité sera partagée entre les acteurs en fonction du contexte local : gestionnaires, exploitants et autorités en charges des services de voiries, de par leurs compétences et leurs connaissances propres des voiries concernées.

On pourra toutefois considérer que ce sont les autorités compétentes en charge des services de voirie, les gestionnaires et exploitants directement concernés par la voirie exposée qui auront une part plus importante dans l'initiative de cette mesure.

Coût de la mesure :

Il va varier selon le type de voies : autoroutes, routes nationales, départementales, urbaines, inter-urbaines.....

Le tableau suivant fournit les coûts d'investissement en euros TTC relativement à la création de nouvelles infrastructures :

Illustration 18: Tableau de coûts indicatifs d'investissement lors de la création de nouvelles infrastructures routières

	Items	Unité	Coût
Infrastructures sans ouvrage d'art non courant (tunnel, tranchée couverte, viaduc)	Autoroute en milieu inter-urbain	km	5 à 10 millions
	Infrastructure de type 2x2 voies en milieu inter-urbain	km	2,5 à 7 millions d'euros
	Infrastructure de type 2x1 voies en milieu inter-urbain	km	1 à 4,5 millions d'euros
	Infrastructure de type 2x2 voies en milieu urbain	km	4 à 16 millions d'euros
	Infrastructure de type 2x1 voies en milieu urbain	km	3 à 8 millions d'euros
Infrastructures avec ouvrage(s) d'art non courant(s) (tunnel, tranchée couverte, viaduc)	Autoroute en milieu inter-urbain	km	5 à 70 millions d'euros
	Infrastructure de type 2x2 voies en milieu inter-urbain	km	6 à 35 millions d'euros
	Infrastructure de type 2x1 voies en milieu inter-urbain	km	4 à 14 millions d'euros
	Infrastructure de type 2x2 voies en milieu urbain	km	10 à 110 millions d'euros
	Infrastructure de type 2x1 voies en milieu urbain	km	6 à 30 millions d'euros
	Voie de trois mètres de large de type voie communale	km	500 000 à 2 millions d'euros
	Piste cyclable	km	400 à 600 000 euros (hors acquisitions foncières et ouvrages d'art)

Sources :

- *base de données « Infracoût » de la Direction générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer ;*
- *informations recueillies auprès des services en lien avec les maîtrises d'ouvrage et maîtrise d'œuvre des projets routiers (voies communales, pistes cyclables).*

La fourchette haute présentée ci-dessus tient compte d'un grand nombre d'ouvrages d'art de mise en œuvre complexe. Concernant la fourchette haute pour la 2x2 voies en milieu urbain, elle est considérée dans le cas de réalisation d'un tunnel.

Des coûts d'exploitation et d'entretien sont également à prévoir pour les nouvelles infrastructures ; le tableau suivant présente les éléments de coûts identifiés relativement aux infrastructures routières en milieu inter urbain (en euros HT) :

Illustration 19: Tableau de coûts indicatifs d'entretien lors de la création de nouvelles infrastructures

Items	Coût	
Coûts d'entretien,d'exploitation et grosses réparations en milieu inter urbain	Autoroutes concédées	130 000 à 160 000 €/km/an
	Voies Rapides Urbaines (2x2 voies et 2x3 voies)	50 000 à 80 000 €/km/an
	Autoroutes non concédées	15 000 à 20 000 €/km/an
	Grandes Liaisons d'Aménagement du Territoire (2 voies et 2x2 voies)	7 000 à 14 000 €/km/an
	4 voies (14 m)	10 000 à 14 000 €/km/an
	3 voies (9m ou 10,5m)	8 000 à 10 000 €/km/an
	2 voies (6 ou 7m)	4 500 à 8 000 €/km/an

Sources :

- *instruction de mai 2007 relative aux méthodes d'évaluation économique des investissements routiers interurbains ;*
- *observatoire des coûts du Service des Politiques et des Techniques de la Direction Interdépartementale des Routes du Nord-Ouest.*

A titre indicatif, le coût d'une déviation d'une voie ferré (1 x 1 voie) est entre 4,5 et 6,5 millions d'euros le kilomètre linéaire. Il faut ajouter à cela un minimum de 15% du montant des travaux pour intégrer les coûts de maîtrise d'œuvre et maîtrise d'ouvrage. A cela peut potentiellement s'ajouter un supplément de coût relatif au travail de nuit limitant la perte d'exploitation.

Le prix sera modulé par le contexte physique et géographique du site et notamment la nécessité ou non d'ouvrages d'art qui vont grever de manière conséquente le coût des travaux, notamment en milieu urbain.

Points de vigilance :

Les points suivants doivent faire l'objet d'une attention particulière :

- identifier la personne publique qui sera la responsable de l'aménagement potentiel,
- bien définir les besoins aussi bien en termes de trafic qu'en termes de dimensionnement de la voie (anticiper un possible élargissement de la voie),
- utiliser comme référence la procédure issue de la Circulaire du 7 janvier 2008 fixant les modalités d'élaboration, d'instruction, d'approbation et d'évaluation des opérations d'investissement sur le réseau routier national.

Un guide applicatif de la circulaire du 7 janvier 2008 est disponible sur Internet³. Il pourra servir de référence aux services même s'il est destiné au réseau routier national.

Pour ce qui est de la bonne mise en œuvre de cette mesure, on n'oubliera pas le traitement de la voirie exposée (restrictions d'usage, fermeture, aménagements éventuels de réduction de capacité.....).

3 http://www.cete-aix.fr/imgarea/Cotita10%20CCR%20Guide_application_circulaire.pdf (version provisoire)

3.5 *Mesure d'information : la signalisation du risque*

Objectif de la mesure :

Il s'agit ici d'informer tous les usagers de la présence des risques.

Descriptif de la mesure :

Elle est identifiée comme la mise en œuvre d'une signalisation spécifique aux limites du périmètre d'exposition aux risques, en bordure d'infrastructures.

Pour d'autres mesures présentées ci-après, cette signalisation fera partie intégrante du dispositif.

Responsabilité:

Cette réglementation repose sur le pouvoir de police générale ou le pouvoir de police spéciale alloué aux autorités chargées des services de la voirie (Cf. Annexe 2).

La mesure doit faire l'objet d'une décision (arrêté) par l'autorité compétente pour la voirie concernée.

La mise en œuvre de cette mesure est généralement assurée par l'autorité en charge du pouvoir de police de circulation.

Coût de la mesure :

Ce type de mesure ne nécessite pas un budget important. Par contre, ce budget sera croissant selon l'étendue du périmètre d'exposition aux risques et du nombre de voies sur lesquelles devront être mises en place ces mesures.

Le tableau suivant donne les coûts de mesures de signalisation :

Illustration 20: Tableau de coûts indicatifs pour des mesures de signalisation

Items	Quotité	Coût
Étude du système	Forfait	10 à 50 000€ HT
Panneaux jalonnement, support, massif et pose	Unité	500 à 1 500€ HT
Panneaux police, support, massif et pose	Unité	500 à 1 500€ HT

Coûts identifiés en 2011.

Points de vigilance :

Il n'existe pas à l'heure actuelle de panneau de signalisation de danger spécifique aux risques technologiques. La signalisation qui s'en approche est déterminée à l'article 45 (et 45-1 spécifique au risque inondation) de l'instruction ministérielle sur la signalisation routière 2^{ème} partie.

Illustration 21 : Panneaux de signalisation du risque

Source : *Instruction ministérielle sur la signalisation routière 1^{ère} et 2^{ème} partie- Annexes*

Il s'agit de la signalisation pour le risque inondation, composée de différents panneaux : un panneau A14 (tous dangers), complété par un panneau M9 (d'indications complémentaires) si possible complété par un panneau M2 (d'étendue).

D'autre part, la prescription dans le cadre du PPRT ne se suffit pas à elle-même et la mise en œuvre de cette signalisation doit être précédée d'une prise de décision (arrêté) de l'autorité chargée des services de voiries (L. 411-6 du Code de la Route).

4 Mesures organisationnelles de gestion de crise

4.1 La mise en œuvre de coupure de circulation sur voie routière

Objectifs :

La coupure de circulation a pour objectif, lors de la survenance d'un accident industriel, d'évacuer le plus rapidement possible une infrastructure routière impactée par des aléas technologiques et d'empêcher de nouvelles personnes d'entrer dans la zone exposée.

Description du dispositif :

Il s'agit donc ici d'une mesure de gestion de crise pour limiter les impacts potentiels d'un accident industriel.

Ce type de mesures est fréquent dans les plans d'urgence comme les plans particuliers d'intervention (PPI) sous la forme de barrages routiers mis en œuvre par les forces de l'ordre (Police et/ou Gendarmerie).

Elle peut toutefois prendre une autre forme afin d'apporter une mise en œuvre plus rapide de la coupure de la circulation et une évacuation accélérée. Il s'agit d'un dispositif composé :

- de barrières visant à interrompre la circulation sur la voie routière concernée,
- de panneaux à messages variables (PMV) ou de panneaux à diodes informant de la survenance d'un accident technologique et de la conduite à tenir pour les usagers,
- d'une signalisation complémentaire : feu R24, panneau AK14, B14 et B1,
- de caméras de surveillance de la zone concernée,
- d'un poste de contrôle permettant de gérer la situation de crise (fermeture des voies),
- d'un code de procédure spécifiant le rôle et la responsabilité des différents acteurs concernés par la mise en œuvre de la coupure de circulation.

Des exemples de ces dispositifs sont présentés en annexe 4.

Conditions de mise en œuvre

Ce type de mesures s'inspire des mesures proposées dans le cadre de la mise en œuvre des plans ORSEC (organisation des secours) et des annexes spécifiques qui lui sont associées (Décret n°2005-1157 du 13 septembre 2005 relatif au plan ORSEC et pris pour application de l'article 14 de la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile) :

- soit dans le cadre d'un PIS (plan d'intervention et de sécurité) qui ne concerne que les autoroutes (conçédées ou non, Cf. circulaires interministérielles du 24 février 1978 et du 27 octobre 1987 pour la gestion des réseaux autoroutiers conçédés et la Circulaire interministérielle du 12 novembre 1979 pour la gestion des réseaux autoroutiers non conçédés.) mais qui prend en compte aussi bien les risques naturels que technologiques, météorologiques
- soit dans le cadre d'un PPI (plan particulier d'intervention) qui est spécialisé dans le champ des risques technologiques mais qui peut s'appliquer à l'ensemble des voies présentes dans le périmètre concerné.

La mise en œuvre d'un dispositif de coupure de circulation dans le cadre d'un PPI ou d'un PIS induit un code de procédure.

D'autre part, on visera à identifier l'existence ou non d'un plan de gestion de trafic qui a pour objectif de gérer des situations de saturation du réseau routier. Ce type de dispositif peut entraîner la mise en œuvre de panneaux à messages variables ou d'autres

équipements susceptibles d'être utilisés dans le cadre d'une coupure temporaire de circulation lors d'un accident technologique et notamment l'existence d'un centre de commande. Cela permettrait de faire des économies d'échelle pour la bonne mise en œuvre de telles mesures.

D'autre part, ce dispositif vise à réduire les temps à la fois pour empêcher des usagers de rentrer dans la zone de danger et faciliter leur évacuation. Ces durées pour l'évacuation de la zone seront dépendantes du réseau routier concerné et du trafic de véhicules. Il ne peut donc être fourni de données précises à ce sujet.

On peut néanmoins considérer que la coupure de circulation (c'est à dire le fait que plus personne ne puisse entrer dans la zone) se ferait entre 5 à 15 minutes selon la zone concernée. Par contre, concernant l'évacuation de la zone, on ne peut pas définir d'ordre de grandeur.

Coûts estimés :

Un dispositif de coupure de circulation de type barrières (ensemble barrières, PMV et signalisation complémentaire) est estimé entre 500 000 et 1 000 000 € par dispositif complet pour une voie (s'entend dans les deux sens avec des vitesses de 110 à 130 km/h). Ce coût ne prend pas en compte le poste de commandement ni les personnels mobilisés pour garantir le bon processus de fonctionnement.

Ces valeurs sont à nuancer selon plusieurs critères :

- l'existence ou non de réseaux de transmission,
- l'existence ou non de centre de contrôle,
- le type de voirie (urbaine, inter-urbaine,.....),
- le nombre de voies,
- la vitesse autorisée sur l'infrastructure concernée.

Le prix de certains matériels et prestations est donné à titre indicatif en annexe 4.

Points de vigilance :

Plusieurs éléments sont à prendre en compte pour la bonne mise en place d'une mesure de coupure de circulation d'une voie routière à l'aide de barrières automatiques :

- Responsabilité des opérateurs : plusieurs opérateurs sont susceptibles d'être concernés, pouvoir de police générale et pouvoir de police de circulation,
- Choix d'implantation et conséquences sur le trafic : un arrêt du trafic pleine voie peut créer des bouchons. De fait, il est nécessaire d'identifier des itinéraires de délestage et /ou des itinéraires de déviation,
- Territoires couverts par ce dispositif et cohérence avec les barrages routiers (humains) du PPI,
- Coûts connexes du réseau de communication (distance par rapport au poste de commandes), de maintenance (matériel et humain),
- Respect des règles de sécurité routière (distance entre les panneaux, pré-signalisation, barrières fusibles.....),
- Proximité des services de secours, préserver l'accès des services des secours sur le site impacté,
- Cohérence avec PIS, PGT, .

4.2 La mise en œuvre de coupure de circulation sur voie ferrée

Objectifs :

La coupure de circulation sur une voie ferrée a pour objectif de limiter, voire d'éviter la présence de trains dans la zone exposée lors de la survenance d'accident technologique.

Pour ce faire, l'approche par rapport à une voie routière, même si le principe est le même, ne prendra pas la même forme d'application.

Description du dispositif :

Le dispositif est composé :

- du matériel de signalisation spécifique installé en bordure de la voie ferrée,
- d'un code de procédure spécifique entre l'entreprise à l'origine du risque ou son représentant et le gestionnaire de la voie ferrée (SNCF) ou son représentant.

Le matériel de signalisation est installé dans les deux sens de circulation en amont des zones à risques et en tenant compte de la distance nécessaire à l'arrêt des trains selon leur vitesse d'exploitation. Il a pour objectif de faire s'arrêter les trains avant qu'ils ne rentrent dans la zone à risques. Il s'agit d'un dispositif de type feu de Bengale utilisé de manière classique par la SNCF pour signaler au conducteur sans le contacter un danger imminent.

Les trains engagés ne reçoivent pas d'ordre d'arrêt.

Selon les situations (croisement de voies,), une ou plusieurs signalisations sur les voies peuvent être présentes. Leur nombre sera fonction de la vitesse d'exploitation et de la distance à laquelle elles se trouvent de la zone de risques.

Mise en œuvre :

La circulaire conjointe du Ministère de l'Intérieur et de l'Ecologie du 30 mars 2012 (relative à la prévention des conséquences d'accidents industriels sur les voyageurs circulant sur les infrastructures du réseau ferré national situées à proximité des sites soumis à autorisation avec servitudes) présente les principes quant à la mise en œuvre des mesures organisationnelles sur des voies ferrées.

Elle préconise en premier lieu d'aborder « les mesures de protection » des voies ferrées dans le cadre des PPI (plan particulier d'intervention) du fait, d'une part, du périmètre d'application du PPI plus étendu que celui du PPRT, d'autre part, des caractéristiques des phénomènes retenus dans le cadre des PPI, et ce dans un souci de cohérence dans la mise en œuvre de ces mesures de protection.

Elle propose par la suite une démarche afin de déterminer les mesures de protection adaptées :

1. Définir les tronçons de voie concernée, l'exposition des tronçons et le nombre de personnes exposées,
2. Définir la cinétique des phénomènes dangereux. qui conditionnera le type et le dimensionnement du dispositif d'alerte retenu.
3. Définir les mesures appropriées à mettre en place dans le cadre du PPI. Ces mesures devraient être définies par RFF en fonction de l'analyse réalisée dans les deux étapes précédentes et les caractéristiques du réseau ferré concerné.

Concernant l'intégration de ces mesures dans les PPI, il est privilégié de profiter de la révision de ces derniers qui doit s'opérer tous les 3 ans dans le cas de sites SEVESO seuil haut.

Dans le cas du transfert vers l'industriel de la possibilité de la mise en œuvre de la coupure de la circulation ferroviaire, cela devra s'accompagner par une délégation du

pouvoir de police afférant.

Coût de la mesure :

Il est variable selon la taille du réseau ferré exposé.

Le coût d'un dispositif de coupure de feu de circulation avec feu de Bengale pour une voie simple à double sens est d'environ 1 million d'euros pour un temps de mise en œuvre d'environ 36 mois.

Le coût et les délais sont principalement conditionnés par la nécessité de réaliser les travaux en dehors des temps d'exploitation de la voie. En effet, si la voie ne peut être détournée temporairement sans perte d'exploitation, elle nécessitera de travailler en dehors des horaires d'utilisation courante de la voie.

Cela implique alors des temps de réalisation plus long et des coûts de travaux supérieurs car ceux-ci devront être réalisés essentiellement la nuit.

On pourra toutefois considérer que la signalisation existante peut être réutilisée en fonction de son implantation et des temps d'arrêt nécessaires pour rester hors de la zone de risques.

La circulaire précédemment citée précise que le coût de mise en œuvre de ces mesures sera répartie entre l'industriel en ce qui concerne les équipements nécessaires à la détection de l'alerte et sa transmission, et RFF, en ce qui concerne la gestion de l'alerte et l'éventuelle nécessité d'équipements pour assurer les coupures de circulation.

4.3 Autres réseaux de transport collectif

En cas de maintien de la circulation d'une ligne de TC dans une zone exposée, l'équipement des véhicules par un dispositif de géolocalisation et de communication permettant de les informer et de les stopper avant leur entrée dans la zone de danger pourra être prescrite par le PPRT.

Ces dispositifs équipent aujourd'hui couramment les lignes de bus et tramway en milieu urbain, mais ils sont peu présents sur les réseaux de TC interurbains.

La mise en œuvre de ce dispositif repose également sur la mise en œuvre d'un code de procédure entre l'entreprise génératrice du risque et l'exploitant de la ligne de TC, comme évoqué ci-dessus pour le réseau ferroviaire.

Ce type de code de procédure est susceptible d'exister dans les plans de secours comme les plans particuliers d'intervention (PPI).

Bibliographie

Liée aux ouvrages de protections

- « Rapport d'études : Merlons, écran et paysages routiers. » SETRA, Mars 2003
- « Guide pour la conception générale du génie civil des tranchées couvertes », SETRA, Juillet 2002
- « Guide du projeteur Ouvrages d'art », SETRA, 1999
- « Ouvrages de soutènement - MUR 73 », SETRA, 1988
- Eurocode 0: Bases de calcul - NF EN 1990
- Eurocode 1: actions sur les structures - NF EN 1991
- Eurocode 2: Calcul des structures en béton - NF EN 1992
- Eurocode 3: Calcul des structures en acier - NF EN 1993
- Eurocode 4: Calcul des structures mixtes acier-béton - NF EN 1994
- Eurocode 5: Calcul des structures en bois - NF EN 1995
- Eurocode 6: Calcul des ouvrages en maçonnerie - NF EN 1996
- Eurocode 7: Calcul géotechnique - NF EN 1997
- Eurocode 8: Conception et dimensionnement des structures pour leur résistance aux séismes - NF EN 1998
- Eurocode 9: Calcul des structures en alliages d'aluminium - NF EN 1999
- « Prise en compte des rideaux d'eau puvérisée fixes dans la démarche d'analyse des risques » INERIS, 2000

Liée aux mesures d'aménagement et de modifications des conditions de circulation et de stationnement

Mesures d'aménagement

Guide d'application de la circulaire du 7 janvier 2008 fixant les modalités d'élaboration, d'instruction, d'approbation et d'évaluation des opérations d'investissement sur le réseau routier national.

Circulaire du 7 janvier 2008 fixant les modalités d'élaboration, d'instruction, d'approbation et d'évaluation des opérations d'investissement sur le réseau routier national.

« Évaluation des projets d'infrastructures routières - Pilotage des études de trafic - Guide méthodologique », SETRA, Octobre 2007, 40 pages

Instruction ministérielle n°81-85 (valeur de circulaire) du 23 septembre 81 relative à la répartition des charges afférentes à la fourniture, la pose, l'entretien, l'exploitation, le remplacement et éventuellement la suppression des dispositifs de signalisation routière

Mesures de modification des conditions de circulation et de stationnement

Code de la route

Code de la voirie routière

Code général des collectivités territoriales

« Instruction ministérielle sur la signalisation routière » Version d'août 2009

Mesures d'information

« Instruction ministérielle sur la signalisation routière » Version d'août 2009

Liée aux mesures organisationnelles

« Les panneaux à message variable en milieu urbain et périurbain », CERTU, Octobre 2009, 166 pages

« Plan de gestion du trafic interurbain - Dossier 1 : concepts et organisations - Guide technique » SETRA, Décembre 2008, 26 pages

« Plan de gestion du trafic périurbain : guide méthodologique ».- CERTU; DSCR, 2007.-

105 pages.,

« Guide de fermetures des tunnels routiers », CERTU, 2002

Décret n°2005-1157 du 13 septembre 2005 relatif au plan ORSEC et pris pour application de l'article 14 de la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile

Circulaires interministérielles du 24 février 1978 et du 27 octobre 1987 pour la gestion des réseaux autoroutiers concédés et la circulaire interministérielle du 12 novembre 1979 pour la gestion des réseaux autoroutiers non concédés

Circulaire du 30 mars 2012 relative à la prévention des conséquences d'accidents industriels sur les voyageurs circulant sur les infrastructures du réseau ferré national situées à proximité des sites soumis à autorisation avec servitudes (dits « SEVESO seuil haut »)

Index des illustrations

Illustration 1 : Extrait du tableau 33 du Guide PPRT : Principes de réglementation des usages....	9
Illustration 2 : Schéma d'un merlon destiné à protéger une infrastructure.....	15
Illustration 3 : Photo d'un merlon destiné à la protection acoustique.....	15
Illustration 4 : Schéma d'un mur en béton armé destiné à protéger infrastructure.....	16
Illustration 5 : Photo d'un mur écran destiné à la protection acoustique.....	16
Illustration 6 : Tableau d'informations sur les protections à une paroi.....	17
Illustration 7 : Schéma et photographie d'une structure casquette destinée à protéger une infrastructure.....	19
Illustration 8 : Schéma d'un auvent destiné à protéger une infrastructure.....	19
Illustration 9: Photo d'un structure de type auvent.....	20
Illustration 10 : Tableau d'informations sur les protections à deux parois.....	20
Illustration 11 : Schéma d'une voûte remblayée destinée à protéger une infrastructure	22
Illustration 12 : Schéma d'une couverture destinée à protéger une infrastructure	23
Illustration 13 : Photo aérienne d'une couverture destinée à protéger une infrastructure routière	23
Illustration 14 :Tableau d'information sur les ouvrages de couverture.....	24
Illustration 15 : Schéma de principe du rideau d'eau	25
Illustration 16: Scéma de principe du rideau d'eau (source INERIS).....	25
Illustration 17: Tableau de coûts indicatifs pour des mesures de signalisation.....	30
Illustration 18 : Panneaux de prescriptions des usages	30
Illustration 19: Tableau de coûts indicatifs d'investissement lors de la création de nouvelles infrastructures routières.....	37
Illustration 20: Tableau de coûts indicatifs d'entretien lors de la création de nouvelles infrastructures.....	38
Illustration 21: Tableau de coûts indicatifs pour des mesures de signalisation.....	39
Illustration 22 : Panneaux de signalisation du risque.....	40

Annexes

Annexe 1 : Contraintes liées à la réalisation des ouvrages d'art

Annexe 2 : Pouvoirs de police

Annexe 3 : Mesures d'aménagement et de modifications des contraintes de circulation et de stationnement

Annexe 4 : Exemples de dispositifs de coupure de circulation routière

Annexe 1: *Contraintes liées à la réalisation des ouvrages d'art*

Le tableau ci-dessous résume les contraintes générales liés à la construction d'ouvrages d'art:

Informations générales à recueillir pour caractériser l'infrastructure	Infrastructure routière	<ul style="list-style-type: none"> - largeur de la chaussée (nombre de voies de largeur précisée) - présence et largeur de bandes d'arrêt d'urgence (B.A.U.) - présence et largeur de bandes dérasées - caractéristiques du terre-plein central (T.P.C.) - présence et encombrement des fils d'eau - largeur des trottoirs ou des passages de service - caractéristiques des pistes cyclables - dévers (chaussée, trottoirs,...)
	Infrastructure ferroviaire	<ul style="list-style-type: none"> - profils en long et en travers des voies franchies permettant de proposer des zones d'implantation possibles pour les appuis et leurs fondations ainsi que les conditions d'accessibilité - protections particulières (en service et en construction) - consignes de sécurité particulières (en service et en construction) - consignes particulières pendant les phases de reconnaissance du site (topographie, sondages,...)
Contraintes de réalisation de l'ouvrage	Contrainte de conception	<ul style="list-style-type: none"> - gabarits d'exploitation à respecter en service et en construction - contraintes d'exécution particulières - définition des charges d'exploitation : charges civiles, exceptionnelles, militaires, charges de chantier - définition, si nécessaire, des conditions de prise en compte des séismes, définition du spectre et des méthodes de calculs des efforts induits dans la structure - définition, si nécessaire, des données climatiques particulières : vent (des études particulières sont à prévoir en fonction de l'importance de l'ouvrage et du site), variations de température (uniforme et du type gradient thermique), neige, température moyenne, hygrométrie - définition des règlements de calcul et des dérogations éventuelles - vérification de la stabilité des pentes en service et en cours d'exécution - gabarit de navigation aérienne - lignes à haute tension : gabarits à respecter - présence de faisceaux hertziens - étude de la nécessité de mise à la terre de l'ouvrage - prise en compte de courants baladeurs, des risques de phénomènes électrolytiques, éventuelle nécessité de protections cathodique - proximité d'un observatoire astronomique (type d'éclairage spécifique à utiliser) - nécessité d'une signalisation particulière de l'ouvrage - nécessité d'un éclairage particulier sur l'ouvrage
	Contraintes de conception spécifiques aux infrastructures routières	<ul style="list-style-type: none"> - actions accidentelles : chocs de véhicules, protections particulières - définition du niveau d'exploitation de l'itinéraire (incidence sur les dispositifs latéraux de sécurité, ainsi que sur la vérification à la fatigue), - nécessité de joints de chaussée spéciaux (présence de cyclistes, par exemple) - dispositifs de mines éventuels (itinéraire militaire)

Contraintes d'exécution	<ul style="list-style-type: none"> - délais prévisionnels d'exécution - emplacement du chantier, limites d'emprises, accessibilité - périodes favorables à l'exécution (conditions climatiques, hydrauliques,...) - contraintes de circulation, maintien des circulations fluviales, maritimes, ferroviaires, routières, piétonnes, protection des usagers et des tiers - protection contre les vibrations - risques liés à la présence d'engins explosifs anciens - matériaux disponibles (granulats, ciments, bétons,...) et conditions de livraison - itinéraires pour l'acheminement de convois exceptionnels (poutres métalliques, par exemple) - contraintes liées à l'exécution d'autres chantiers (notamment, passage d'engins de chantier) - contraintes induites par l'adaptation à des ouvrages ou des réseaux existants, ou liées à leur proximité - contraintes apportées par l'utilisation de certains matériels (par exemple, pour l'exécution des fondations : trépan, explosifs,...)
Contraintes environnementales	<ul style="list-style-type: none"> - définition du niveau de bruit admissible, nécessité de protections phoniques (étude particulière à prévoir) - définition de l'assainissement de l'ouvrage qui doit s'intégrer dans le contexte général de l'opération (traitement des eaux de ruissellement sur ouvrage), en s'attachant au respect de la loi sur l'eau - définition des zones foncières à préserver, ainsi que des emprises autorisées (notamment, référence à un site classé ou à un site inscrit, protection de zones archéologiques) - contraintes de sol: renvoyées aux données relatives au sol (protection contre les instabilités du sol : tassements, glissements, chutes de blocs,...) - contraintes hydrauliques: renvoyées aux données relatives à l'hydraulique (niveaux de nappe phréatique, données hydrogéologiques)
Contraintes sur les matériaux	<ul style="list-style-type: none"> - agressivité particulière de l'atmosphère sur les matériaux (en particulier les peintures et les bétons armés : embruns, fumées industrielles,...) - agressivité particulière des eaux, notamment vis-à-vis des fondations et des appuis - parties en béton de l'ouvrage devant faire l'objet d'une résistance au gel et aux sels de déverglaçage - risques potentiels de réaction alcali-granulat
Contraintes particulières	<ul style="list-style-type: none"> - contraintes architecturales particulières, notamment les exigences en matière d'architecture et d'insertion dans le site; rappelons à ce sujet la nécessité de recueillir l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France pour les travaux dans l'emprise d'un site classé - contraintes d'aspect, par exemple teintes souhaitées pour un ouvrage métallique - mesures à prévoir pour l'avenir : éventualité du doublement de l'ouvrage, possibilités d'agrandissement de l'ouvrage et de modification de son profil en travers fonctionnel, prise en compte de la possibilité de modifier les gabarits des voies franchies (électrification de voies ferrées, gabarit de navigation, voies nouvelles franchies,...) - conditions de mise en concurrence des entreprises de travaux, ainsi que les modalités de passation du marché envisagées - planification des études et des travaux: les délais impartis pour chaque phase doivent être précisément définis, notamment si une concertation ou une déclaration d'utilité publique est à prévoir - date de mise en service désirée (elle doit être en accord avec les délais mentionnés précédemment), cette date devra être validée en cours d'étude par le maître d'œuvre général en fonction des délais prévisionnels d'exécution

Informations relatives à l'entretien de l'ouvrage de protection	<ul style="list-style-type: none"> - conditions d'exploitation pendant les travaux de surveillance ou d'entretien (fermeture partielle ou totale) - prise en compte des contraintes d'entretien (accès derrière l'entretoise d'about, par exemple) - portes et trappes d'accès (éviter, si possible, les accès par la chaussée) - éclairage de l'intérieur des poutres caissons - entretien de l'intérieur des caissons métalliques (déshumidificateur?) - passerelle de visite éventuelle, son dispositif support et son garage - conditions de remises en peinture pour les ouvrages métalliques - moyens d'accès aux appareils d'appui, ainsi que les dispositions à prévoir pour le remplacement de ceux-ci (notamment, incidence du vérinage sur l'exploitation) - dispositifs d'exploitation et d'entretien des réseaux des concessionnaires (dilatation, vidange, purge, ...) - dispositifs de sécurité vis-à-vis des risques inhérents aux réseaux des concessionnaires (rupture de canalisations, par exemple)
Documents administratifs divers	<ul style="list-style-type: none"> - études géotechniques préliminaires - études hydrauliques préliminaires - note de calcul sommaire pour les ouvrages complexes

Le tableau suivant présente des règles spécifiques de réalisation des ouvrages à une paroi :

Merlon	<p>Dimensionnement des talus :</p> <ul style="list-style-type: none"> - généralement ratio horizontal/vertical max de 3/2 - possibilité de pentes plus raides si réalisation d'ouvrages de soutènement ; réalisation d'étude géotechnique spécifique indispensable <p>On doit rajouter aux talus des passages pour l'entretien(en tête de talus et aux pieds) ; ex :</p> <ul style="list-style-type: none"> - merlon 3 m de haut avec pentes de 3/2 : 11 m de largeur (1 m pour passages entretien) - merlon 3 m de haut avec pentes de 2/1 : 18 m de largeur (3 m pour passages entretien)
Paroi au droit d'une infrastructure routière	<p>Issue des contraintes pour les murs acoustiques</p> <p>NF EN 1794 partie 1 : performances mécaniques et exigences en matière de stabilité :</p> <ul style="list-style-type: none"> - annexe A : charge du vent et charge statique - annexe B : poids propre de l'écran - annexe C : Impacts des pierres - annexe D : sécurité en cas de collision (utiliser conformément à norme NF EN 1317) - annexe E : force dynamique due au déblaiement de la neige <p>NF EN 1794 – 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - annexe A : résistance au feu de broussailles - annexe B : sécurité secondaire : danger des chutes de débris - annexe C : protection de l'environnement - annexe D : Issues de secours en cas d'urgence - annexe E : Réflexion de la lumière - annexe F : transparence <p>NF EN 14389 – 2 : prise en compte vieillissement matériaux pour performances non acoustiques</p>

<p>Paroi au droit d'une infrastructure ferroviaire</p>	<p>Contraintes liées à la qualité du sol (fondations)</p> <p>Issue des contraintes pour les murs acoustiques Emprises souvent très étroites, avec présence potentielle de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - caténaires - signalisation - pistes piétonnes - réseaux techniques (câbles...) - armoires électriques <p>==> certains sont déplaçables d'autres non</p> <p>Accès à la zone de travaux par l'extérieur ; en zone urbaine, présence potentielle de bâtiments, dont habitations</p> <p>Distance des murs aux voies de circulation dépend :</p> <ul style="list-style-type: none"> - du gabarit ferroviaire - des éléments prévus entre les voies et les murs (supports caténaires, caniveaux...) <p>==> étude particulière à mener pour chaque cas ; distance rarement inférieure à 4,80m</p> <p>Murs souvent très proches des voies de circulations ==> résistance des murs aux vibrations des trains, au souffle, aux éventuelles projection de ballast</p> <p>De plus, il faut s'assurer que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les murs ne dégradent pas la visibilité de la signalisation - n'engendrent pas de perturbations électromagnétiques et augmentent les risques en cas de foudre (assurer liaison équipotentielle et mise à la terre) - issues de secours et accès de services soient assurés <p>Action du vent prise en compte selon les règles NV65</p> <p>Action du souffle prise en compte selon la fiche 779-1 R de l'UIC « Effet de souffle au passage des circulations ferroviaires sur les ouvrages à proximité des voies »</p> <p>Action extérieure totale : action du vent et du souffle simultanément sans atténuation ; valeur caractéristique pour action du vent égale à 1,2 fois valeur trouvée par application des règles NV65</p>
---------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Annexe 2 : Pouvoirs de police afférents à la problématique des transports

Lors de la mise en œuvre des mesures définies dans le PPRT concernant les infrastructures de transport, on devra considérer que deux étapes directement liées peuvent se dérouler impliquant des acteurs potentiellement différents. Il s'agit :

- de la mise en œuvre réglementaire des mesures par les autorités administratives compétentes,
- de la mise en œuvre technique et opérationnelle par les gestionnaires ou exploitants.

1 Principes :

Cette annexe vise à faciliter l'identification des autorités compétentes en matière de prescriptions de règles de restriction de circulation et de stationnement susceptibles d'être mises en œuvre sur les infrastructures de transports.

Pour mener à bien cette mission, ces autorités compétentes disposent d'un pouvoir de police. Il s'agit donc dans un premier temps de définir ce que cela signifie.

1.1 Définition de pouvoir de police :

« [...] le mot police peut être employé au sens de :

- réglementation juridique (ex : police des cours d'eau, du domaine public.....),
- service de police (ex : la police nationale, la police municipale.....),
- action administrative pour prévenir ou rétablir l'ordre public.

Selon la finalité de l'action de l'administration, on distingue la police administrative qui possède un rôle de prévention de la police judiciaire qui s'attache à la répression des infractions. »¹

« La police administrative est l'activité administrative qui vise à assurer et maintenir l'ordre public par des mesures appropriées à l'égard de tous les citoyens et de toutes les activités dans un territoire donné. ²»

C'est par le biais de ce pouvoir de police que ces autorités peuvent réguler et modifier la circulation sur les voies routières, les voies ferrées, et pour tous les modes de transports.

Il existe deux types de pouvoirs de police :

- le pouvoir de police générale : la police générale vise des **objectifs généraux d'ordre public** : la sécurité publique, la tranquillité publique, le bon ordre et la salubrité publique. Elle donne droit à son détenteur d'agir sur l'ensemble du territoire dont il a la charge et des personnes qui s'y trouvent.

Le pouvoir de police générale est détenu par le Préfet (Art. L. 2215-1 à L. 2215-8 du CGCT), par le Maire (Art. L. 2212-1 à L. 2212-4 du CGCT) et le Premier Ministre. Ils peuvent également détenir des pouvoirs de police spéciale.

- le pouvoir de police spéciale : les polices spéciales sont sectorielles et **visent des domaines particuliers**. Il ne s'applique qu'à certaines catégories de personnes (étrangers...), certains lieux (gare, aéroports) ou certaines activités (chasse, pêche, cinéma). Les textes instituant les polices spéciales désignent les autorités qui en sont chargées.

Le pouvoir de police générale permet globalement au Maire d'intervenir sur l'ensemble des personnes et des activités sur le territoire de sa commune et pour le Préfet de département à l'échelle du département.

Par contre, ce pouvoir de police générale est limité par l'existence potentielle de police spéciale dans un domaine particulier restreint. Il s'agit notamment des polices spéciales allouées au Préfet sur des domaines spécifiques (ex : police des chemins de fer, police des ICPE). Dans le cas de la police des ICPE, le Maire ne peut pas intervenir sauf « [...] en cas de dangers graves ou imminents[...] » (art. L. 2214-4 du Code Général des Collectivités Territoriales).

Les règles sont généralement organisées au travers d'un règlement général constitué des décisions législatives et réglementaires nationales (lois, décrets, arrêtés ministériels...) et de règlements particuliers constitués de décisions adaptées au contexte local (arrêté préfectoraux, arrêtés municipaux...).

¹ « Les pouvoirs de police du Maire », Centre de formation des Maires et des élus locaux, 2000

² Source : Droit Administratif par Nadine Poulet- Gibot Leclerc, 2007, Editions BREAL

1.2 Rappel des principaux pouvoirs en matière de police générale

Il est présenté ci-dessous, les principaux pouvoirs de police générale du Maire et du Préfet .

Tableau n°1 : Principaux pouvoirs de police générale du Maire et du Préfet

Détenteurs du pouvoir de police	Pouvoir de police générale
Maire	<p>Art L. 2212-1 du CGCT : Le Maire est chargé de la police municipale</p>
	<p>Art L 2212-2 du CGCT : La police municipale comprend le soin de prévenir par des précautions convenables les accidents et les fléaux calamiteux.</p>
	<p>Art L 2214-4 du CGCT : En cas de dangers graves ou imminents tels que les accidents naturels, le Maire prescrit l'exécution des mesures de sûreté exigées par les circonstances. C'est le seul cas où le Maire peut déroger à l'existence de police spéciale et intervenir au regard de sa police générale</p>
Préfet de département	<p>Art L. 2215-1 du CGCT : Le Préfet dispose d'un pouvoir de police générale et doit prendre les mesures nécessaires au maintien de la sécurité publique si :</p> <ul style="list-style-type: none"> - il existe une carence du Maire - si le Maire n'a pas agi après mise en demeure du Préfet
	<p>Art L. 2215-1-3 du CGCT: Le Préfet doit agir si la mesure est étendue à plusieurs communes</p>
	<p>Art L. 3221-5 du CGCT Le Préfet dispose d'un pouvoir de police générale et doit prendre les mesures nécessaires au maintien de la sécurité publique si :</p> <ul style="list-style-type: none"> - il existe une carence du Président du Conseil général - si le Président du Conseil général n'a pas agi après mise en demeure du Préfet <p>Cela ne signifie pas pour autant que le Président du Conseil général dispose d'un pouvoir de police générale mais que ce pouvoir détenu par le Préfet lui permet de se substituer au Président du conseil général dans des conditions particulières.</p>

Le pouvoir de police générale s'applique aussi bien sur le domaine public que sur le domaine privé.

Le Premier Ministre détient également un pouvoir de police générale à l'échelle du territoire national.

2 Les pouvoirs de police spéciale de la circulation routière

2.1 Champ d'application

Il est défini aux articles L. 110-2 et L. 110-3 du Code de la Route.

2.2 Textes de référence

Le pouvoir de police spéciale de la circulation routière et du stationnement est défini dans les codes suivants :

- Code général des collectivités territoriales,
- Code de la route,
- Code de la voirie routière.

Les principaux articles définissant cette police sont présents à la fois dans le Code de la route et le Code général des collectivités territoriales.

Le tableau ci-dessous présente la correspondance entre les principaux articles ayant trait à la police spéciale de la circulation routière des deux codes précédemment cités.

Tableau n°2 : Correspondance entre Code de la Route et Code Général des Collectivités Territoriales en matière de police spéciale de la circulation et du stationnement sur voie routière

Code de la route	Code général des collectivités territoriales
L. 411-1 : pouvoirs de police spéciale de circulation du <u>Maire</u>	Art. L. 2213-1 à L. 2213-6
L. 411-2 : pouvoirs de police spéciale de circulation du <u>Maire de Paris</u>	Art. L. 2512-14
L. 411-3 : pouvoirs de police spéciale de circulation <u>du Président du Conseil Général</u>	Art. L. 3221-4 et L. 3221-5
L. 411-4 : pouvoirs de police spéciale de circulation <u>du Président du conseil exécutif de la collectivité territoriale de Corse</u>	Art. L. 4424-21 et L. 4422-25
L. 411-5-1 : pouvoirs de police spéciale de circulation <u>du Président du conseil régional (régions d'outre mer)</u>	Art. L. 4433-24-1-1 et L. 4433-24-1-2

Il est important de noter que pour les voies dites d'intérêt communautaire, le pouvoir de police est attribué au Maire ou, en cas de transfert dans les conditions définies à l'art. L. 5211-9-2 du CGCT, conjointement au président de l'EPCI et au Maire.

Les types de pouvoirs et leurs détenteurs sont définis dans le tableau en page suivante.

Tableau n°3 : Synthèse des pouvoirs de police spéciale de la circulation sur voie routière et autorités compétentes

Détenueurs du pouvoir de police	Pouvoir de police spéciale de la circulation routière et du stationnement
Maire	<p>Art. L. 2213-1 du CGCT : Le Maire exerce ses pouvoirs de police de la circulation sur les <u>RN, les RD, et les voies de communication à l'intérieur des agglomérations</u> (sous réserve des pouvoirs attribués au Préfet sur les routes à grande circulation)</p>
	<p>Art. L. 2213-2 du CGCT : Le Maire peut eu égard aux nécessités de la circulation et à la protection de l'environnement:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interdire à certaines heures l'accès de certaines voies de l'agglomération ou réserver cet accès à certaines heures à diverses catégories d'usagers ou véhicules • Réglementer l'arrêt et le stationnement de certains véhicules
	<p>Art. L. 2213-4 du CGCT : Le Maire peut: - <u>interdire l'accès de certaines voies ou de certaines portions de voies</u> ou de certains secteurs de la commune aux véhicules dont la circulation sur ces voies ou dans ces secteurs est de nature à compromettre soit la tranquillité publique, soit la qualité de l'air, soit la protection des espèces animales ou végétales, soit la protection des espaces naturels, des paysages ou des sites ou leur mise en valeur à des fins esthétiques, écologiques, agricoles, forestières ou touristiques. Dans ces secteurs, le Maire peut, en outre, par arrêté motivé, <u>soumettre à des prescriptions particulières relatives aux conditions d'horaires et d'accès</u> à certains lieux et aux niveaux sonores admissibles les activités s'exerçant sur la voie publique, à l'exception de celles qui relèvent d'une mission de service public. Ces dispositions ne s'appliquent pas aux véhicules utilisés pour assurer une mission de service public et ne peuvent s'appliquer d'une façon permanente aux véhicules utilisés à des fins professionnelles de recherche, d'exploitation ou d'entretien des espaces naturels. Dans ces secteurs, le Maire peut, en outre, par arrêté motivé, soumettre à des prescriptions particulières relatives aux conditions d'horaires et d'accès à certains lieux et aux niveaux sonores admissibles les activités s'exerçant sur la voie publique, à l'exception de celles qui relèvent d'une mission de service public. Ces dispositions ne s'appliquent pas aux véhicules utilisés pour assurer une mission de service public et ne peuvent s'appliquer d'une façon permanente aux véhicules utilisés à des fins professionnelles de recherche, d'exploitation ou d'entretien des espaces naturels.</p>
Maire de Paris	<p>Art. L. 2512-14 du CGCT : Précise les pouvoirs dévolus au Maire de Paris <u>sous réserve de ceux attribués au Préfet de police</u> -motifs d'ordre public ou liés à la sécurité des personnes et des biens -pour assurer la protection du siège des institutions de la République et des représentations diplomatiques -manifestation de voie publique à caractère revendicatif, festif, sportif ou culturel</p>

Détenteur du pouvoir de police	Pouvoir de police spéciale de la circulation routière et du stationnement
Président du Conseil Général	<p>Art L. 3221-1 du CGCT Le Président du Conseil Général exerce ses pouvoirs de police sur les RD <u>à l'extérieur des agglomérations</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le président du conseil général gère le domaine du département. A ce titre, il exerce les pouvoirs de police afférents à cette gestion, notamment en ce qui concerne la circulation sur ce domaine sous réserve des pouvoirs attribués au Maire et au Préfet - <u>Le Préfet peut se substituer au Président du Conseil Général en cas de carence</u>
Président du conseil régional (Outre Mer)	<p>Art. L. 4433-24-1-1 et L. 4433-24-1-2 Ces articles décrivent l'action du Président du conseil régional (régions d'outre mer) sous réserve des pouvoirs attribués au Préfet en cas de carence et après mise en demeure</p>
Président du conseil exécutif dans la collectivité territoriale de Corse	<p>Art. L. 4424-21 du CGCT Ces articles décrivent les compétences attribuées au Président du Conseil exécutif de la collectivité territoriale de Corse dont celles relative à la circulation</p>
Préfet	<p>Art. R. 2213-1 CGCT et R. 411-7 et R. 411-8 du Code de la Route : Définit la compétence du Préfet en matière de <u>voies classées « à grande circulation »</u> et des intersections avec les autres voiries</p> <p>Art. R. 411-9 du Code la route : Définit la compétence du Préfet pour les autoroutes</p>

NB : Concernant les routes à grande circulation disposant d'un statut spécifique, la liste des voies concernées est définie à l'annexe du décret n° 2010-578 du 31 mai 2010 modifiant le décret n° 2009-615 du 3 juin 2009 fixant la liste des routes à grande circulation.

Les règles de gestion du réseau des routes à grande circulation sont définies dans le décret n°2006-253 du 27 février 2006 relatif aux routes classées à grande circulation et le décret n° 2010-1390 du 12 novembre 2010 portant diverses mesures de sécurité routière.

2.3 Autorités compétentes en matière de police

NB : il est rappelé, notamment dans le cadre des voies routières, pour la bonne mise en œuvre des mesures prescrites qu'il est important d'informer à la fois :

- le propriétaire de la voie,
- l'autorité compétente en matière de police de la circulation et du stationnement sur la voie,
- le gestionnaire de la voie.

Il peut s'agir dans certains cas des mêmes personnes.

La police de la circulation routière et du stationnement est généralement conditionnée géographiquement par la notion d'agglomération qui est définie au premier alinéa de l'article R. 110-2 du code de la route comme suit :

« agglomération : espace sur lequel sont groupés des immeubles bâtis rapprochés et dont l'entrée et la sortie sont signalées par des panneaux placés à cet effet le long de la route qui le traverse ou qui le borde » ;

Les panneaux matérialisant les entrées d'agglomération sont les panneaux EB 10 et les panneaux de sortie sont les panneaux EB 20. Il sont définis à l'article 3.1 de l'Instruction interministérielle sur la signalisation routière – 1^{re} partie.

L'implantation de ces panneaux est fixée par arrêté du Maire (Cf. R. 411-2 du Code de la Route).

Au regard des textes cités précédemment, on pourra considérer que les pouvoirs de police des voies routières sont définis comme suit :

Tableau n°4 : Synthèse des autorités compétentes en matière de police des voiries routières

Infrastructures routières		Autorité compétente	
		En agglomération	Hors agglomération
Autoroutes		Maire	Préfet
Routes à grande circulation (cas général hors cas particuliers)		Maire après avis du Préfet ou Maire conjointement avec le Préfet	Président du Conseil général après avis du Préfet pour les RD Préfet pour autres voies que RD
Routes à grande circulation dans les départements 92, 93 et 94		Préfet	Préfet
Routes nationales		Maire	Préfet
Routes départementales		Maire	Président du Conseil général
Voiries d'intérêt communautaire	Sans transfert de compétences	Maire	Sans objet
	Avec transfert de compétences	Président de l'EPCI conjointement avec le Maire	
Routes communales		Maire	Maire
Chemin ruraux (voies du domaine privé de la municipalité)		Maire	Maire
Voies privées ouvertes à la circulation du public (chemins de halage.....)		Maire	Aucune disposition n'est prévue

3 Pouvoirs de police spéciale des chemins de fer

3.1 Champ d'application

Selon les termes du Code des transports, il existe quatre grands types de réseau ferroviaire et guidé :

- le réseau ferré national (Cf. Art. L. 2111-1 à L. 2111-3 du Code des transports),
- le réseau de la RATP (Cf. Art. L 2111-4 du Code des transports),
- les voies ferrées portuaires (Cf. Art. L 2111-4 du Code des transports),
- les autres infrastructures (Cf. Art. L. 2111-1 à L. 2111-3 du Code des transports).

Les autres infrastructures concernent soit des voies à statut particulier, soit des voies transfrontalières (Espagne, Angleterre), soit des voies d'intérêt local.

Le réseau ferré national porte donc sur l'intégralité ou presque du réseau ferré français.

3.2 Textes de référence

En France, la loi du 15 juillet 1845 (abrogée par Ordonnance n° 2010-1307 du 28 octobre 2010 et transposée le 1er décembre 2010 dans le Code des Transports) pose les bases de la Police du Chemin de Fer (statut des voies ferrées, servitudes, droits et devoirs des exploitants et des tiers, contrôle des titres de transport, etc.).

Ce texte a été codifié, à ce jour dans le code des Transport sous le titre « Deuxième partie : Transport ferroviaire ou guidé ». Toutefois, il n'existe qu'une partie législative dans ce code et pas de partie réglementaire pour l'heure.

Les pouvoirs de police administrative en matière de police des chemins de fer sont précisés par les articles 2, et 9 à 13 du décret n°2006-1279 du 19 octobre 2006 relatif à la sécurité des circulations ferroviaires et à l'interpolarité du système ferroviaire.

L'article 2 dudit décret rappelle que :

« L'État veille à la sécurité des circulations ferroviaires.

Le ministre chargé des transports fixe par arrêté :

1° Les objectifs de sécurité précisant les niveaux de sécurité à atteindre lors de l'exploitation de transports ferroviaires ;

2° Les indicateurs de sécurité relatifs aux accidents et incidents de circulation ferroviaire ;

3° Les méthodes de sécurité destinées à préciser la manière dont le niveau de sécurité et la conformité aux exigences en matière de sécurité sont évaluées. ».

A l'article 9, il est défini : gestionnaire d'infrastructure, gestionnaire d'infrastructure délégué et entreprise ferroviaire comme suit :

« Au sens du présent décret, on entend par :

- " Gestionnaire de l'infrastructure " :

Réseau ferré de France ci-après dénommé " RFF ", chargé en application des dispositions de la loi du 13 février 1997 susvisée de l'aménagement, du développement et de la maintenance du réseau ferré national ;

Le cas échéant, le titulaire d'un contrat de partenariat ou d'une convention de délégation de service public conclus en application de l'article 1er-1 ou de l'article 1er-2 de la même loi, au titre de la mission de gestion et d'exploitation de l'infrastructure ferroviaire, telle que définie au A de l'annexe I du règlement (CEE) n° 2598 / 70 de la Commission du 18 décembre 1970 susvisé, prévue par ce contrat ou cette convention ;

- " Gestionnaire d'infrastructure délégué " : la Société nationale des chemins de fer français ci-après dénommée " SNCF ", en tant qu'elle est chargée, en vertu des dispositions de la même loi, de la gestion du trafic et des circulations, assurée par le service gestionnaire des trafics et des circulations mentionné au III de l'article 24 de la loi du 30 décembre 1982, ou du fonctionnement et de l'entretien des installations techniques et de sécurité du réseau ferré national ;

- " Entreprise ferroviaire " : toute personne titulaire d'une licence d'entreprise ferroviaire assurant la traction ferroviaire pour la fourniture de services de transport de marchandises ou de voyageurs. »

A l'article 10, RFF est identifié comme étant le détenteur de pouvoir de police administrative sur le réseau ferré national et précise notamment « [...] les conditions techniques d'admission des circulations et les consignes locales d'exploitation que doivent respecter les entreprises ferroviaires titulaires du certificat prévu à l'article 20. [...] ».

A l'article 11, il est fait état de la possibilité pour les gestionnaire d'infrastructure, gestionnaire d'infrastructure délégué et les entreprises ferroviaires d'établir « [...] dans le respect de la réglementation technique de sécurité de l'exploitation mentionnée à l'article 3 et des conditions techniques, consignes locales d'exploitation et règles d'exploitation particulières mentionnées à l'article 10, les consignes et instructions opérationnelles pour la maîtrise de la sécurité de l'exploitation [...] », c'est à dire la réalisation de règlement particuliers locaux dans le respect des règlements édictés par RFF sous contrôle de l'EPSF³.

A l'article 12, il est fait mention de la possibilité en cas « [...] d'une situation ou d'un événement présentant un risque grave ou imminent pour la sécurité, le gestionnaire d'infrastructure délégué prend toutes les mesures conservatoires nécessaires et en informe sans délai l'EPSF et le gestionnaire de l'infrastructure. [...] ». Cela signifie que la SNCF dans des cas tels que décrits ci-dessus peut prendre des mesures de coupure ou de restriction de circulation sur le réseau ferré français.

A l'article 13, il est fait état de compétence de la SNCF en matière de gestion de situation d'urgence en collaboration avec le préfet.

Concernant les autres réseaux définis précédemment, les détenteurs du pouvoir de police sont :

- réseau de la RATP : la RATP et RFF (Cf. Art. L. 2142-3 du Code des transports)
- voies ferrées portuaires : l'autorité portuaire (Cf. Art. L. 5352-4 du Code des transports)
- autres infrastructures : Ministre en charge des transports et EPSF (Cf. Art. 28 et 29 du Décret n°2006-1279 du 19 octobre 2006 relatif à la sécurité des circulations ferroviaires et à l'interpolarité du système ferroviaire.)

3.3 Autorités compétentes en matière de police

Au regard des textes cités précédemment, on pourra considérer que les pouvoirs de police des chemins de fer sont définis comme suit :

Tableau n°5 : Synthèse des autorités compétentes en matière de police des chemins de fer

Champ d'application du pouvoir de police	Autorité compétente
Règlement général sur le réseau ferré national	Ministre en charge des transports, RFF sous couvert de l'EPSF après avis de la SNCF
Règlements particuliers sur le réseau ferré national	RFF, SNCF et autres entreprises ferroviaires
Situation d'urgence sur le réseau ferré national	SNCF et Préfet
Réseau de la RATP	RATP et RFF
Règlement général pour les voies ferrées portuaires	Ministre en charge des transports
Règlement particulier pour les Voies ferrées portuaires	Préfet de département sur proposition de l'Autorité portuaire
Autres réseaux	Ministre en charge des transports et EPSF

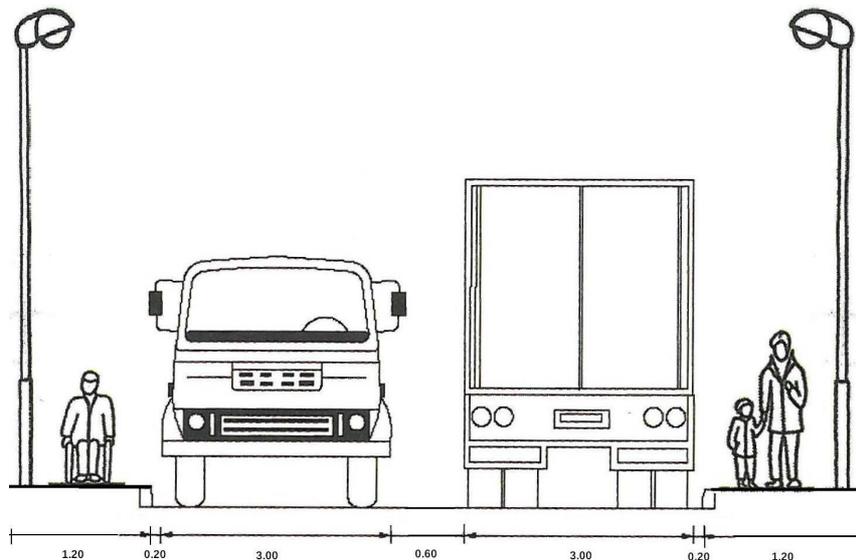
3 Établissement public de sureté ferroviaire, établissement public administratif (EPA) créé en 2006, en charge délivrer les autorisations nécessaires à l'exercice des activités ferroviaires sur le réseau ferré national aussi bien pour les entreprises ferroviaires que pour les gestionnaires d'infrastructures.

Annexe 3: Mesures d'aménagement et de modifications des conditions de circulation et de stationnement

Cette annexe présente des éléments complémentaires pour mieux appréhender la mise en œuvre de mesures d'aménagement et de modification des conditions de circulation et de stationnement sur les voies routières identifiées dans le cahier technique . Il s'agit principalement de contraintes d'ordre général et d'ordre de grandeur de coût.

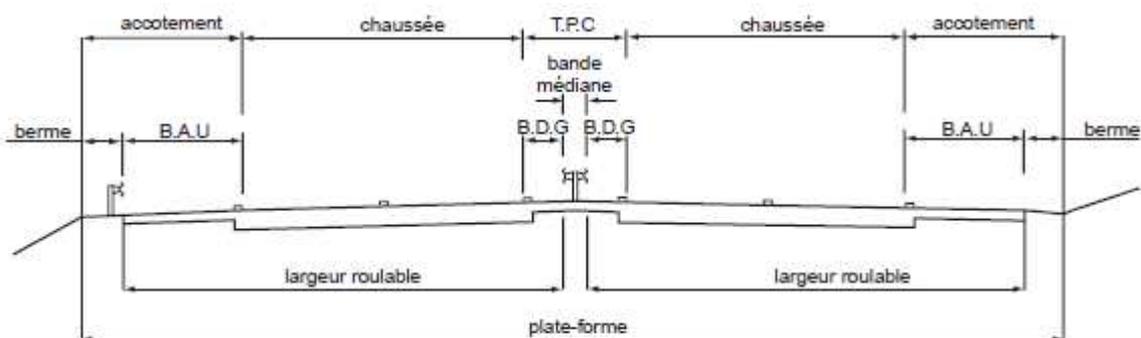
1 Zoom sur les contraintes liées à une nouvelle infrastructure

Les schémas suivants présentent les caractéristiques géométriques générales (profil en travers) des voies urbaines et des autoroutes classiques :



Source : CETE NC et illustration de l'ouvrage « Le profil en travers, outil de partage des voies urbaine, CERTU, 2009

Éléments constitutifs du profil en travers en section courante



- T.P.C. : terre-plein central
- B.A.U. : bande d'arrêt d'urgence
- B.D.G. : bande dérasée de gauche

Source : ICTAAL, instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison, Circulaire du 12 décembre 2000.

Ces deux schémas mettent en évidence, avec pour exemple un profil en travers, les contraintes différentes qui peuvent être considérées selon que la nouvelle voie est une voie urbaine ou inter-urbaine. On pourra

notamment considérer que dans le cas d'une voie urbaine, les trottoirs, les caniveaux, la continuité des réseaux et le mobilier urbain seront des contraintes, à la fois techniques et économiques. Pour les voies inter-urbaines, des contraintes spécifiques sont à prévoir relativement à des emprises foncières plus importantes et des aménagements de récupération et de filtrage des eaux.

2 Synthèse des contraintes potentielles selon les mesures

Le tableau suivant récapitule les contraintes majeures et les niveaux de protection apportés pour les mesures proposées :

Illustration 1: Tableau de synthèse des contraintes majeures et des niveaux de protection apportés par les mesures d'aménagement et des modifications des conditions de circulations

Mesure		Niveau de protection	Contraintes majeures
Modification des règles de circulation et de stationnement		Dépendant des niveaux d'aléas évités pour les usagers concernés	Respect de la réglementation relative à l'usage des voies routières Respect des normes relatives à la signalisation spécifique
Restriction totale de circulation		Dépendant des niveaux d'aléas évités pour les usagers concernés	Respect des procédures administratives de déclassement et d'acquisition dans le domaine privé Respect des normes relatives à la signalisation spécifique
Gestion des accès aux domaines privés		Dépendant des niveaux d'aléas évités pour les usagers concernés	Respect de la réglementation relative à la gestion des accès
Recherche d'un nouvel itinéraire	Sur réseau existant		Contraintes dues à la réalisation des aménagements éventuellement nécessaires sur les infrastructures nouvellement utilisées
	Création de nouvelle infrastructure	Dépendant des niveaux d'aléas évités pour les usagers déviés	Disponibilité foncière Respect de la procédure pour les nouvelles infrastructures Respect des règles techniques de réalisation de nouvelles infrastructures Respect des règles liées à l'environnement, pouvant induire des contraintes nombreuses et importantes
Séparation des usages et/ou des voies		Réduction des risques d'accidents indirects uniquement	Contraintes éventuelles dues au réseau existant Respect des règles techniques de réalisation d'aménagements de sécurité
Réalisation d'aménagements de sécurité ponctuels		Réduction des risques d'accidents indirects uniquement	Contraintes éventuelles dues au réseau existant Respect des règles techniques de réalisation d'aménagements de sécurité

Source : CETE NC

3 Coûts des mesures proposées

3.1 Les mesures de signalisation

Les coûts des mesures de gestion des règles de circulation et de stationnement concernent essentiellement les coûts d'analyse des possibilités de leur mise en œuvre et les coûts de mise en place d'une signalisation adaptée ; de plus, ces coûts sont directement liés à la taille et à la forme des zones à réglementer.

Le tableau suivant donne les coûts de mesures de signalisation.

Illustration 2: Tableau de coûts indicatifs pour des mesures de signalisation

Items	Quotité	Coût
Étude du système	Forfait	10 à 50 000€ HT
Panneaux jalonnement, support, massif et pose	Unité	500 à 1 500€ HT
Panneaux police, support, massif et pose	Unité	500 à 1 500€ HT

Coûts identifiés en 2011.

3.2 Les coûts d'aménagement des voies

Relativement aux coûts de séparation des usages et/ou des voies, il peut être noté que :

- le coût pour séparer les vélos des autres usagers sur une infrastructure existante est estimé entre 200 000 et 800 000 € par km ;
- le coût pour aménager la circulation des transports en commun en site propre sur une infrastructure existante est estimé entre 500 000 € et 5 000 000 € par km.

(informations recueillies auprès des services en lien avec les maîtrises d'ouvrage et maîtrise d'œuvre des projets routiers).

3.3 Les coûts d'investissement pour une nouvelle infrastructure

Le tableau suivant fournit les coûts d'investissement en euros 2000 TTC relativement à la création de nouvelles infrastructures :

Illustration 3: Tableau de coûts indicatifs d'investissement lors de la création de nouvelles infrastructures

Items		Unité	Coût
Infrastructures sans ouvrage d'art non courant (tunnel, tranchée couverte, viaduc)	Autoroute en milieu inter-urbain	km	5 à 10 millions
	Infrastructure de type 2x2 voies en milieu inter-urbain	km	2,5 à 7 millions d'euros
	Infrastructure de type 2x1 voies en milieu inter-urbain	km	1 à 4,5 millions d'euros
	Infrastructure de type 2x2 voies en milieu urbain	km	4 à 16 millions d'euros
	Infrastructure de type 2x1 voies en milieu urbain	km	3 à 8 millions d'euros
Infrastructures avec ouvrage(s) d'art non courant(s) (tunnel, tranchée couverte, viaduc)	Autoroute en milieu inter-urbain	km	5 à 70 millions d'euros
	Infrastructure de type 2x2 voies en milieu inter-urbain	km	6 à 35 millions d'euros
	Infrastructure de type 2x1 voies en milieu inter-urbain	km	4 à 14 millions d'euros
	Infrastructure de type 2x2 voies en milieu urbain	km	10 à 110 millions d'euros
	Infrastructure de type 2x1 voies en milieu urbain	km	6 à 30 millions d'euros
Voie de trois mètres de large de type voie communale		km	500 000 à 2 millions d'euros
Piste cyclable		km	De l'ordre de 1 million d'euros

Sources :

- base de données « Infracôût » de la Direction des Infrastructures, des Transports et de la Mer ;
- informations recueillies auprès des services en lien avec les maîtrises d'ouvrage et maîtrise d'œuvre des projets routiers (voies communales, pistes cyclables).

3.4 Les coûts d'exploitation et d'entretien d'une infrastructure

Des coûts d'exploitation et d'entretien sont également à prévoir pour les infrastructures ; le tableau suivant présente les éléments de coûts identifiés relativement aux infrastructures routières en milieu inter urbain (en euros 2000 HT) :

Illustration 4: Tableau de coûts indicatifs d'entretien lors de la création de nouvelles infrastructures

Items	Coût	
Coûts d'entretien, d'exploitation et grosses réparation en milieu inter urbain	Autoroutes concédées	130 000 à 160 000 €/km/an
	Voies Rapides Urbaines (2x2 voies et 2x3 voies)	50 000 à 80 000 €/km/an
	Autoroutes non concédées	15 000 à 20 000 €/km/an
	Grandes Liaisons d'Aménagement du Territoire (2 voies et 2x2 voies)	7 000 à 14 000 €/km/an
	4 voies (14 m)	10 000 à 14 000 €/km/an
	3 voies (9m ou 10,5m)	8 000 à 10 000 €/km/an
	2 voies (6 ou 7m)	4 500 à 8 000 €/km/an

Sources :

- *instruction de mai 2007 relative aux méthodes d'évaluation économique des investissements routiers interurbains ;*
- *observatoire des coûts du Service des Politiques et des Techniques de la Direction Interdépartementale des Routes du Nord-Ouest.*

Annexe 4 :

Exemples de dispositifs de coupure de circulation routière

Cette annexe présente les principes de mise en œuvre, des exemples de dispositifs et les équipements nécessaires pour la réalisation de coupures dynamiques de circulation routière.

1 Principes généraux

1.1 Types de coupure de circulation

Plusieurs cas peuvent être envisagés selon la ou les voies pour lesquelles les mesures seront mises en œuvre.

On peut considérer que les coupures de circulation de voies routières au regard des risques technologiques pourraient se faire de deux manières :

- une coupure de circulation en pleine voie,
- une coupure de circulation aux intersections ou aux échangeurs.

La plus courante sera la seconde. En effet, ce type de coupure de circulation permet de délester la voie impactée vers des itinéraires alternatifs de déviation temporaire.

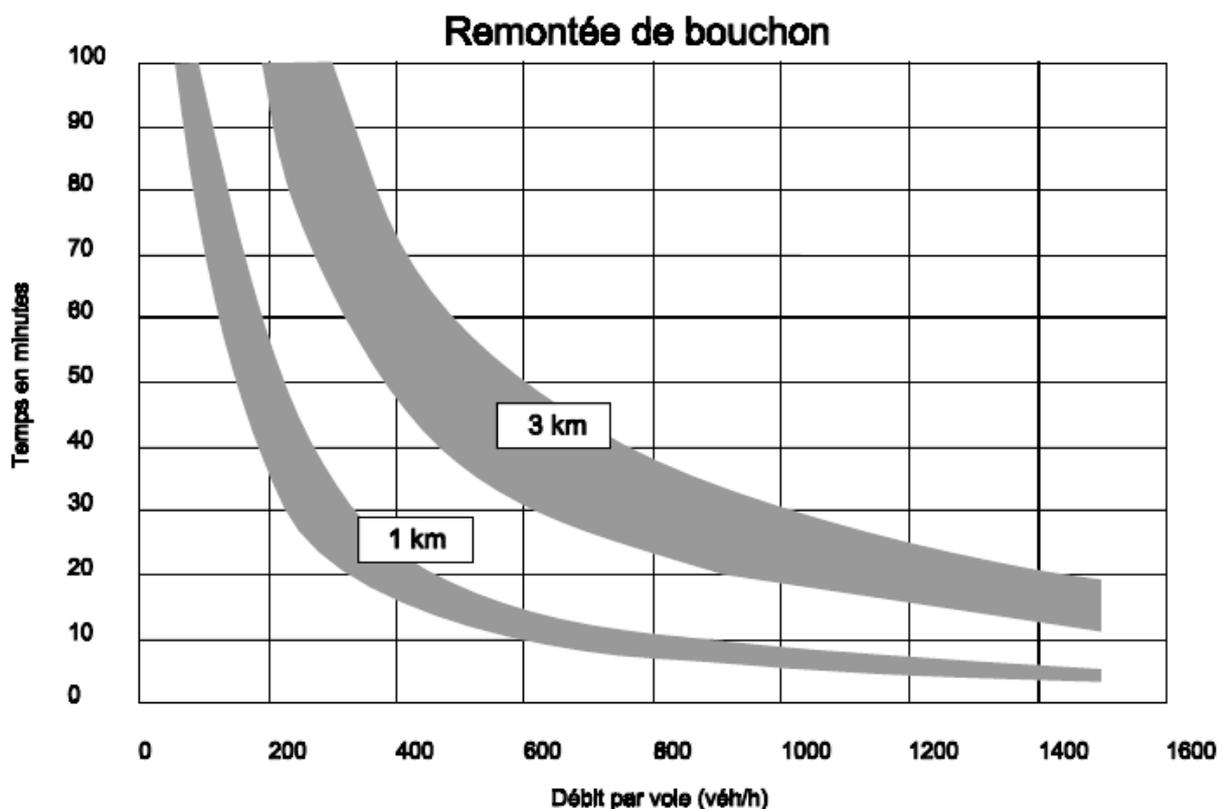
L'étude de ces itinéraires faisant de fait, partie intégrante de l'analyse qui sera menée lors de la proposition de mesures organisationnelles de type coupure de circulation.

Néanmoins dans certains cas, il pourra être considéré nécessaire de prévoir des coupures de circulation en pleine voie. Ces situations pourront être considérées plus courante sur des voies interurbaines sur des sections longues sans échangeurs ou intersections.

Dans ce cas, il faudra tenir compte des conséquences de la coupure de circulation sur la voie : la création de « bouchons ».

Le diagramme ci dessous présente l'évolution d'un bouchon en fonction du débit par voie :

Illustration 1 : Évolution d'un bouchon en fonction du débit par voie



Source : CETU : Guide de fermeture des tunnels routiers – Septembre 2002

Ainsi des dispositifs complémentaires sous la forme de moyens humains (intervention de personnels du gestionnaire de voie lors de l'événement) devront être pris en compte.

1.2 Dispositifs en fonction du type de voie et de la vitesse associée

Le dispositif dont l'estimation est proposée au point 3 est celui présenté ci-après au point 2.1.

Il convient de nuancer cette estimation au regard de certains paramètres :

- le nombre de voies (dimensions des barrières, panneaux des deux côtés de la voie),
- la vitesse autorisée sur la voie : on considérera qu'un plus petit nombre d'équipements seront nécessaires sur une infrastructure urbaine limitée à 50 km/h par rapport à une infrastructure inter-urbaine limitée à 130 km/h (pour respecter les règles édictées par l'Instruction Interministérielle sur la signalisation routière (2^{ème} partie et 6^{ème} partie, version d'août 2009)),
- le type de voirie (urbaine ou inter-urbaine) et le type de coupure de circulation (pleine voie ou aux intersections ou échangeurs),
- l'existence ou non de centre de contrôle,
- l'existence ou non de réseaux de transmissions (câblage entre le dispositif et le centre de contrôle) voir le dimensionnement de ces réseaux (capacité du réseau pour gérer les équipements supplémentaires) et la distance au centre de contrôle envisagé
- l'existence d'un logiciel de gestion à distance des équipements de coupure dynamique dans le centre de contrôle.

1.3 Exemples d'équipements de coupure de circulation

Illustration 2 : Exemples d'équipements de pré-signalisation de coupures de circulation



Panneau de pré-signalisation indiquant une déviation à 150 m avec un feu R2.

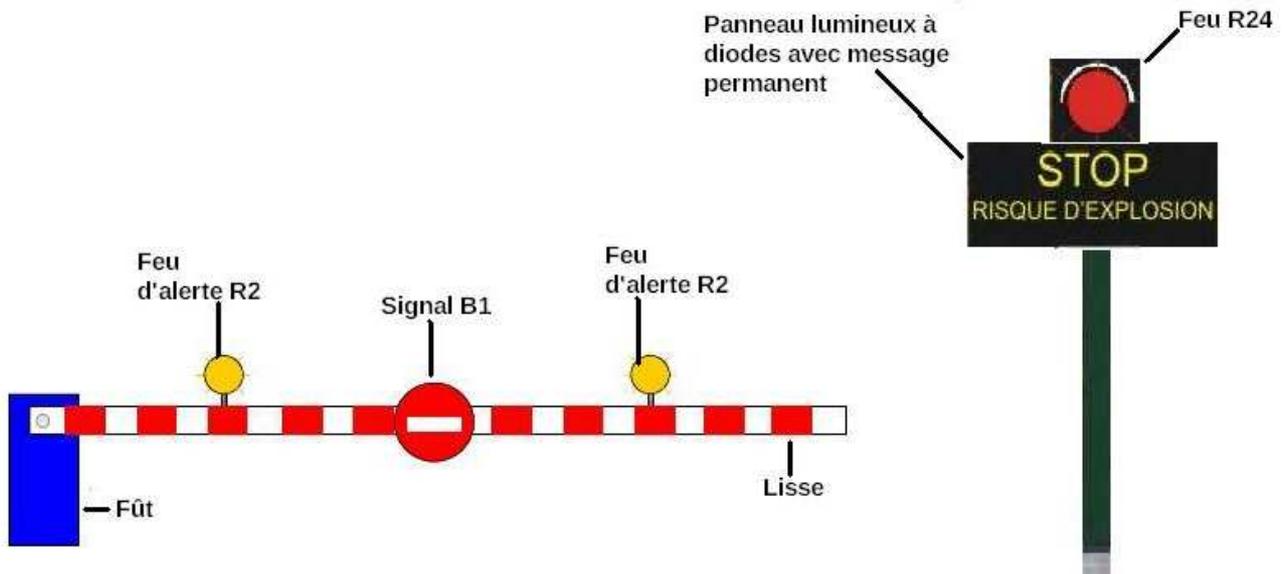
Peut être utilisé en panneaux à message fixe ou panneau de signalisation à diode.

Utilisé pour des coupures de circulation après des intersections ou des embranchements.

Source : CETE Ouest

Ci-dessous, une barrière avec feu R2 et signal B1 ainsi que panneau à diodes à message permanent avec feu R24 qui sont placés à la limite à partir de laquelle on souhaite que la route coupée.

Illustration 3 : Exemple d'équipements de coupure de signalisation



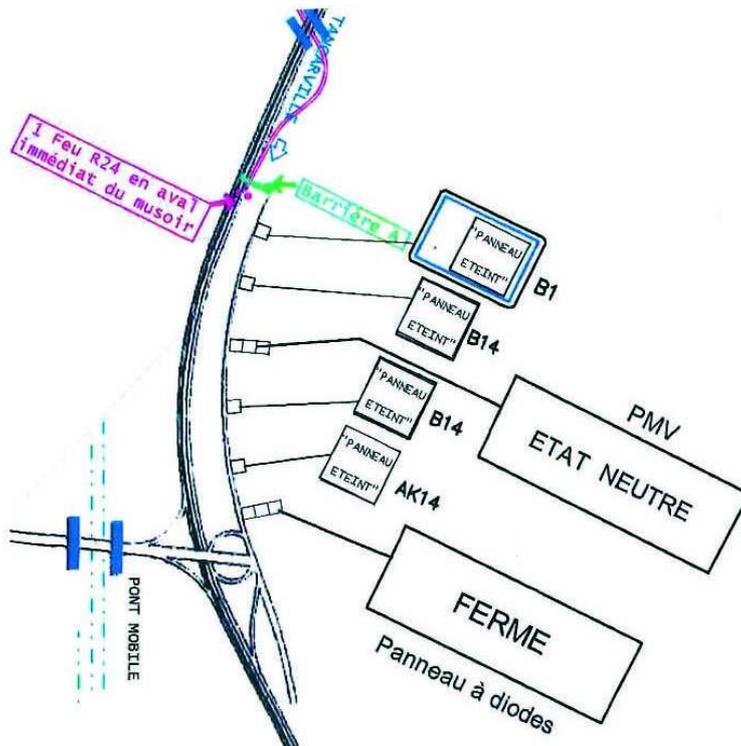
Source : CETU : Guide de fermeture des tunnels routiers – Septembre 2002 et CETE Ouest

2 Exemples de dispositifs de coupure de circulation routière

2.1 Exemple de coupure de circulation via un échangeur sur une voie de catégorie I à 130 km/h

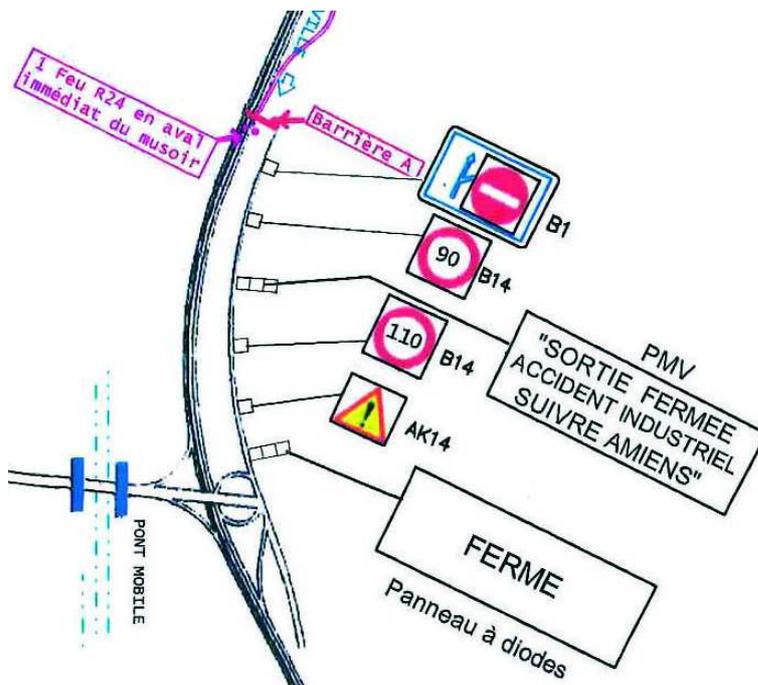
L'exemple ci-après concerne un bretelle d'autoroute d'accès à un pont :

Illustration 4 : Schéma du dispositif de coupure de circulation à T0 : situation normale de circulation



Source : Code de procédures opérationnelles et administratives pour la gestion des risques dans la zone industrielle du Havre sur l'A29 Nord, la RN1029, la Bretelle A131 Est, le Pont de Normandie et le Pont de Tancarville

Illustration 5 : Schéma du dispositif de coupure de circulation T8 : coupure de circulation effective



Source : Code de procédures opérationnelles et administratives pour la gestion des risques dans la zone industrielle du Havre sur l'A29 Nord, la RN1029, la Bretelle A131 Est, le Pont de Normandie et le Pont de Tancarville

Les deux illustrations précédentes sont un exemple de dispositif de coupure de circulation. La première illustration présente le dispositif en début d'alerte alors qu'un seul des panneaux est allumé et la seconde lorsque l'ensemble du dispositif est en place c'est à dire environ 3 minutes après selon le code de procédure.

Le déroulé de la mise en place se fait comme suit :

- T0 : situation normale aucun panneau n'est allumé,
- T1 : Allumage du panneau fixe à diodes "FERMÉ",
- T2 = T1 + 3 secondes : Allumage des panneaux AK14 (catégorie : panneau et dispositif de signalisation temporaire "Autres dangers"),
- T3 = T2 + 3 secondes : Allumage des premiers panneaux B14 "110" (catégorie : panneau d'interdiction "Limitation de vitesse"),
- T4 = T3 + 3 secondes : Affichage sur le PMV (Panneau à Messages Variables) du message "SORTIE FERMÉE ACCIDENT INDUSTRIEL SUIVRE AMIENS",
- T5 = T4 + 3 secondes : Allumage des seconds panneaux B14 "90" (catégorie : panneau d'interdiction "Limitation de vitesse"),
- T6 = T5 + 3 secondes : Allumage du panneau XC2b-B1 (panneau indiquant que la prochaine sortie est à sens interdit pour tous les véhicules),
- T7 = T6 + 3 secondes : Allumages des feux R24 (catégorie : signaux lumineux de circulation "Signaux d'arrêt") et fermeture de la barrière,
- T8 : l'ensemble du dispositif est en place qui comprend la coupure de circulation de plusieurs voies est effective dans un délai de 3 minutes environ à partir de T0.

Les deux illustrations proposées ci-dessus et le déroulement de la mise en place est un exemple de dispositif. Le nombre de panneaux de limitation de vitesse et de PMV varie selon les choix retenus pour constituer ce dispositif.

Il est également important de noter qu'à minima ce type de dispositif nécessite également la présence de caméras et d'un poste de contrôle à distance.

Le temps nécessaire à la coupure de la circulation sur les voies ne doit pas être assimilé au temps d'évacuation du réseau routier concerné.

En effet, la mise en place de la coupure dynamique de circulation n'induit pas que dans le même temps l'évacuation de la zone ait été réalisée totalement.

Pour mémoire, le dispositif de coupure de circulation a pour premier objectif d'empêcher de nouveaux usagers d'entrer dans la zone exposée.

2.2 Exemple de coupure de circulation en pleine voie

L'exemple ci-après (cf. illustration 6) montre la fermeture dynamique d'une infrastructure à 2 voies sur un seul sens.

Dans ce cas, on observe la nécessité d'une réduction progressive de la vitesse, avec des pas de 20 km/h qui peuvent être portés à 40 km/h par dérogation.

Dans le cas de voie avec une vitesse moins importante, le dispositif sera allégé.

2.3 Exemple de coupure de circulation à une intersection sur une voie urbaine

L'exemple ci-après (cf. illustration 7) montre la fermeture dynamique d'une infrastructure à 2x1 voie dans les deux sens en milieu urbain.

On considère par défaut que la vitesse d'exploitation est de 50 km/h. Ainsi à la différence de l'exemple précédent, il n'est pas nécessaire de prévoir une réduction progressive de la vitesse et les panneaux à messages variables ne sont pas forcément nécessaires.

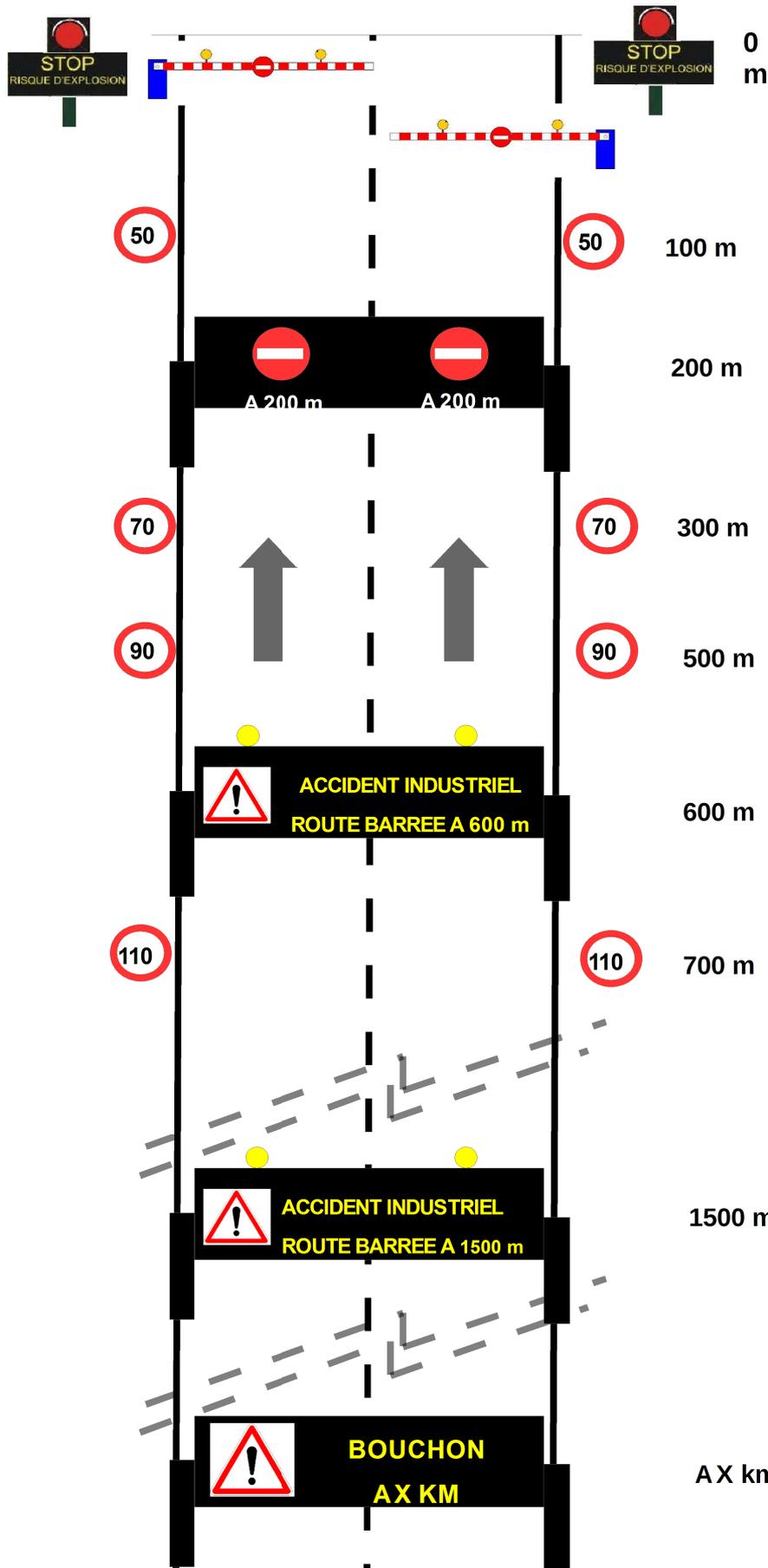
A contrario, on devra avoir une réflexion vis à vis d'itinéraires alternatifs, qui nécessiteront un jalonnement supplémentaire et notamment en amont de l'intersection une pré-signalisation de déviation.

2.4 Synthèse

Les deux exemples présentés ci-après sont les deux cas extrêmes. Il sera possible de rencontrer de nombreux cas intermédiaires comme des voies rapides urbaines à 90 km/h où l'on aura à la fois une recherche d'itinéraire alternatif et des coupures en pleine voie avec une gestion par PMV.

Il sera donc nécessaire de réaliser un diagnostic de l'usage des infrastructures avant de définir de manière définitive le dispositif de coupure de circulation.

Illustration 6 : Schéma de dispositif de coupure de circulation pleine voie pour une double voie à 130 km/h



Un espace doit être laissé entre les deux barrières pour permettre aux secours de passer.

Le dispositif peut être complété par des alarmes sonores aux abords des barrières.

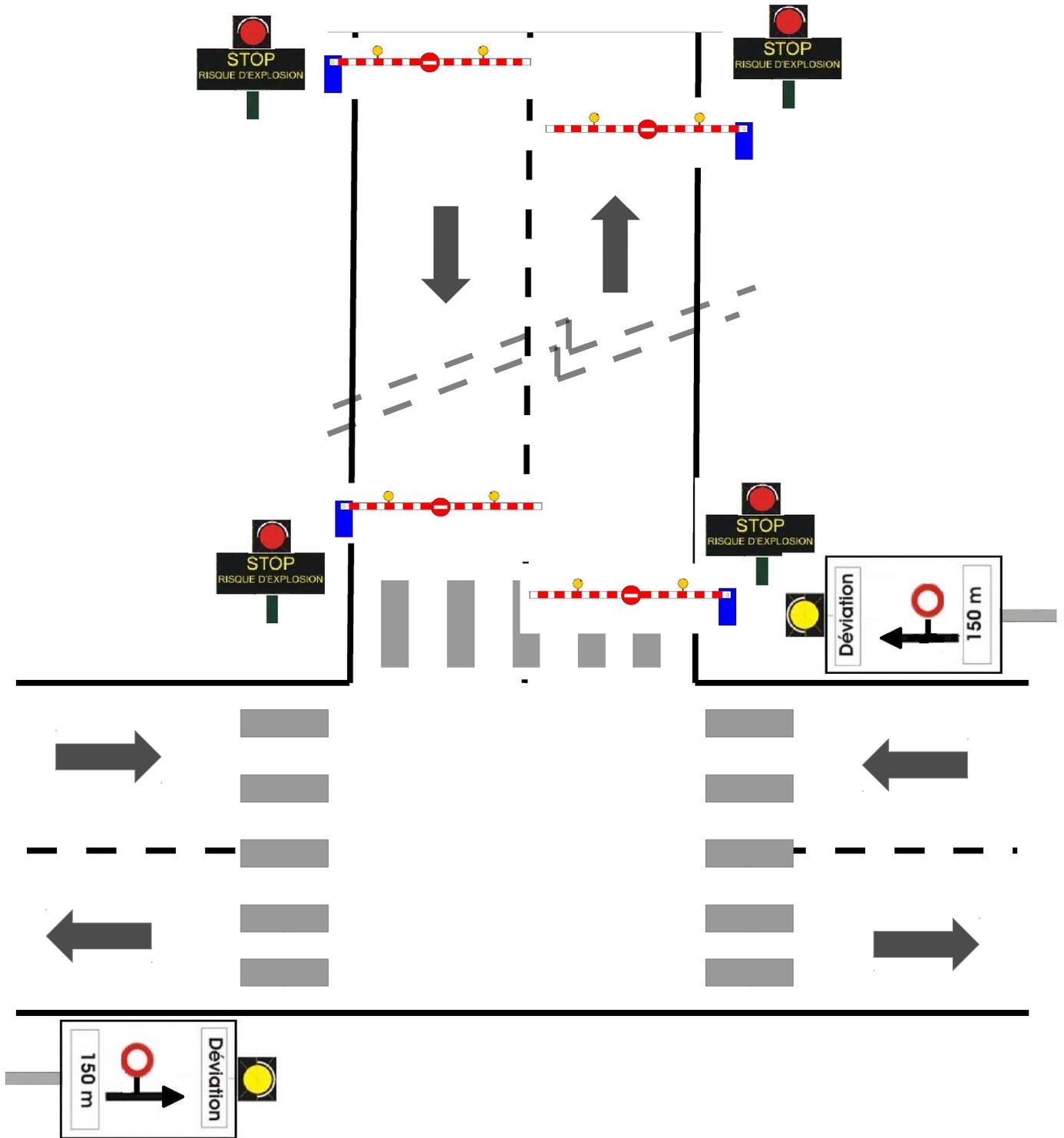
Il est conseillé de doubler de chaque côté de la voie les panneaux B14 de limitation de vitesse (panneau à diodes à message permanent).

La distance entre deux panneaux de limitation de vitesse B14 est normalement de 100 m minimum. Ici dans cet exemple c'est une distance supérieure qui a été retenue mais qui devra être adaptée en fonction des situations locales.

Ce PMV peut être remplacé par un fourgon mobile.

Source : Inspiré de « CETU : Guide de fermeture des tunnels routiers – Septembre 2002 » et modifié par le CETE NC

Illustration 7 : Schéma de dispositif de coupure de circulation pleine voie pour une double voie à 130 km/h



Source : Inspiré de « CETU : Guide de fermeture des tunnels routiers – Septembre 2002 » et modifié par le CETE NC

3 Coûts des mesures proposées

Comme cela a été évoqué précédemment, différents éléments sont à considérer pour l'estimation d'un dispositif de coupure de circulation routière :

- L'étude du système pour la mise en œuvre opérationnelle,
- Les équipements,
- Les transmissions : génie civil et câblage,
- Le protocole d'intervention,
- Le raccordement et la mise en fonction du dispositif,
- la maintenance.

Certains de ces éléments sont repris dans le tableau ci-dessous, issus d'études pré-opérationnelles et de résultats d'appels d'offre, ils sont fournis à titre indicatif pour permettre aux services instructeurs de disposer d'éléments de référence avec les acteurs du PPRT. Ils ne se suffisent pas à eux-mêmes dans le cas d'une mise en œuvre concrète des dispositifs de coupure de circulation :

Illustration 8 : Tableau de coûts indicatifs pour les équipements de coupure dynamique de circulation

Items	Quotité	Coût
Étude du système	Forfait	10 à 50 000€ HT
Barrière de fermeture automatique avec béquille avec feux R2 et panneau B1	Unité	6 à 18 000€ HT
Panneau à message fixe avec feu R2 ou R24 et mat de fixation	Unité	12 à 20 000€ HT
Panneau à message variable avec feux R24 sans mat de fixation	Unité	20 à 30 000€ HT
Alerte sonore	Unité	500 à 1 000€ HT
Génie civil et câblage	Mètre linéaire	60 à 100€ HT
Système de détection de l'alerte et télé-transmission	Unité	2 à 4 000€ HT
Système de gestion des commandes vers les dispositifs dynamiques	Unité	6 à 40 000€ HT
Mise en place code de procédure et publication/information	Forfait	3 à 5 000€ HT
Mise en service et raccordement	Forfait	20 à 80 000€ HT

Coûts identifiés en 2011.



*maîtriser le risque
pour un développement durable*

www.ineris.fr



CETE Normandie Centre
Département Aménagement Durable des Territoires
10, chemin de la Poudrière, BP 245,
76121 Le Grand-Quevilly cedex
Téléphone : 02 35 68 81 69
Télécopie : 02 35 68 82 52
Courriel : DACT.CETE-Normandie-Centre@developpement-durable.gouv.fr
Internet : www.cete-normandie-centre.equipement.gouv.fr