RAPPORTS

STRMTG

Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés

Division Métros et chemins de fer Locaux

Décembre 2013

État des lieux de la sécurité des tunnels existants des Transports Guidés Urbains

Traitement des données des Dossiers de Sécurité Régularisés

Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie

www.developpement-durable.gouv.fr

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
1	*30/12/13*	Version 1

Rédacteur

Thibault CHATELUS - STRMTG / DML

Relecteurs

Rémy CATTEAU - STRMTG / BNO

Grégoire ISIDORE - STRMTG / BNO

Séverine FEBVRE - STRMTG / DEE

Vérificateur

Jérôme CHARLES - STRMTG / DML

SOMMAIRE

1 - SYNTHÈSE DU RAPPORT D'ÉTUDE....5

2 - OBJET DE L'ÉTUDE....6
2.1 - Périmètre de l'étude....6
2.2 - Démarche adoptée pour la réalisation et le rendu de l'étude....6
2.3 - Objectifs de l'étude (extrait du cahier des charges)....8
2.4 - Données d'entrée....8
2.5 - Chronologie détaillée du déroulement de l'étude....9

3 - EXAMEN DES DÉFAUTS DE SÉCURITÉ CONCERNANT LES TUNNELS EXISTANTS IDENTIFIÉS PAR LES OQA DANS LES DSR....10
3.1 - Définition et caractérisation des défauts de sécurité 10
3.2 - Inventaire des défauts de sécurité concernant les tunnels existants....10
3.2.1 -Méthodologie de recensement des défauts....10
3.2.2 -Comptabilisation des défauts....11
3.2.3 -Analyse des défauts par type de système....11
3.2.4 -Analyse des défauts par sous-système / équipement....14
3.3 - Défauts spécifiques et génériques....16
3.3.1 -Prise en compte des défauts par les services de contrôle....16
3.3.2 -Répartition des défauts génériques par type de système....16
3.4 - Analyse croisée des défauts de sécurité génériques par thématiques....17
3.4.1 -Cohérence des défauts génériques significatifs et mineurs....17
3.4.2 -Distribution des défauts génériques par thématiques....18
3.4.3 -Export de défauts vers d'autres réseaux....20

4 - TYPOLOGIE DES TUNNELS....21
4.1 - Recensement des tunnels....21
4.1.1 -Méthodologie....21
4.1.2 -Nombre de tunnels....21
4.1.3 -Répartition du linéaire de tunnels sur les différents réseaux....22
4.1.4 -Répartition du linéaire par types de systèmes....22
4.2 - Caractéristiques des ouvrages....24
4.2.1 -Analyse par type d'ouvrage (nombre de voies / nombre de tubes)....24
4.2.2 -Analyse par longueur....25
4.2.3 -Analyse par année de construction....27
4.2.4 -Longueur et année de construction....27
4.2.5 -Type de système et année de construction....29
4.3 - Proposition de typologie des ouvrages....29

5 - ANALYSE DU RETOUR D'EXPÉRIENCE....31
5.1 - Données d'entrée....31

5.2 - Dégagements de fumée....32
5.2.1 -Analyse des données des DSR Pièces 8....32
5.2.2 -Statistiques annuelles sur les dégagements de fumée TGU....33
5.2.3 -Dégagements de fumée saisis dans la BDD nationale du STRMTG....35
5.2.4 -Dégagements de fumée liés aux isolateurs....37
5.2.5 -Lien entre dégagements de fumée et évacuations....37
5.3 - Évacuations en interstation....37
5.3.1 -Analyse générale sur les évacuations....37
5.3.2 -Évacuations en interstation survenues entre 2007 et 2012 sur les réseaux métros-RER en CM/CAI....38
5.3.3 -Évacuations en interstation survenues en 2012 sur les réseaux métros-RER, saisies dans la BDD nationale du STRMTG....39
5.3.4 -Nombre de trains évacués....40
5.4 - Idées fortes sur le REX....41

6 - MISE EN RELATION ENTRE LES DÉFAUTS DE SÉCURITÉ, LA TYPOLOGIE DES OUVRAGES ET LE RETOUR D'EXPÉRIENCE....42
6.1 - Méthode de mise en relation....42
6.2 - Grilles d'analyse....43
6.3 - Application de la grille d'analyse aux réseaux....49
6.4 - Mesures d'amélioration des ouvrages associées aux thématiques....50
6.4.1 -Traitement des défauts par les AOT et les exploitants....50
6.4.2 -Exemples de mesures d'amélioration possibles pour les thématiques principales....50

7 - CONCLUSIONS ET SUITES À DONNER....52
7.1 - Conclusions....52
7.2 - Suites à donner....52

8 - ANNEXES....53
8.1 - Liste des membres du groupe de pilotage de l'étude....53
8.2 - Liste des documents de référence pour l'étude....55
8.3 - Glossaire....56
8.4 - Tableaux de l'étude....57

1 - Synthèse du rapport d'étude

Ce rapport est destiné aux acteurs de la profession intervenant dans le champ de la sécurité des systèmes de transport public guidés urbains comportant des tunnels dits « existants » (définis ci-après), ayant fait l'objet de la transmission réglementaire aux préfets de Dossiers de Sécurité « Régularisés » (DSR) par les autorités organisatrices de transport (AOT) à l'échéance de mai 2010.

Dans le cadre de l'instruction de ces dossiers, les Organismes Qualifiés Agréés (OQA) ont été amenés à identifier des « défauts de sécurité », notamment concernant la sécurité incendie dans les tunnels. Ces défauts ont été recensés et mis en relation entre les différents réseaux afin de dégager des thématiques communes nécessitant des approches harmonisées au plan national, conduites par le STRMTG.

Les ouvrages ont été recensés, afin d'élaborer une typologie des tunnels basée sur le type de roulement (fer ou pneu), le mode d'exploitation (conduite automatique intégrale ou conduite manuelle), la classe de longueur des ouvrages ainsi que les grandes périodes de leur construction.

Le retour d'expérience a été analysé sous deux aspects : la survenue de dégagements de fumée et les évacuations en interstation. Ce REX permet d'éclairer les défauts de sécurité identifiés et de les mettre en relation avec les situations réelles. Il a également été étayé par les analyses statistiques récentes du STRMTG sur ces événements.

Le travail de recoupement des défauts identifiés par les OQA, de la typologie des tunnels et du retour d'expérience a permis d'élaborer des grilles d'analyse pouvant servir d'outil d'aide à la décision, et contribuant à faciliter la finalisation de l'instruction des DSR concernant les tunnels « existants ».

2 - Objet de l'étude

2.1 - Périmètre de l'étude

La démarche concerne les tunnels mis en service avant l'entrée en vigueur du décret 2003-425 relatif à la sécurité des transports publics guidés, dit « STPG », ouvrages dont la longueur est supérieure ou égale à 100 m entre têtes de tunnels et/ou tympans de stations. Ces tunnels sont compris dans un système de transport public guidé soumis aux dispositions de l'article 44 du décret STPG, relatives à l'élaboration des DSR.

Les réseaux concernés sont les suivants :
Paris – Ile de France :

- les 16 lignes de métro (hors prolongements mis en service depuis 2003) ;
- les parties des lignes de RER A et B hors réseau ferré national ;
- la ligne Orlyval ;
- la ligne 2 du tramway ;

Province :

- Lyon : les 4 lignes de métro (hors prolongements récents et en cours), le tunnel du tramway T1 à Perrache ;
- Marseille : les lignes 1 et 2 (hors prolongement récent) ;
- Toulouse : la ligne A du VAL ;
- Lille : les lignes 1 et 2 du VAL ; la partie terminale en tunnel du tramway ;
- Rouen : la section du tramway en tunnel ;
- Strasbourg : le tunnel du tramway sous la gare.

Ces tunnels sont nommés « tunnels existants » dans le présent rapport.

L'instruction des DSR a révélé des écarts possibles dans le traitement des tunnels « existants » des TGU. Le STRMTG a ainsi proposé de mener une étude sur la sécurité des tunnels existants des TGU à partir des données contenues dans les DSR. L'étude, d'abord envisagée en externe, a finalement été réalisée par le STRMTG.

Certains ouvrages plus récents, ayant fait l'objet de dossiers de sécurité au titre du décret « STPG », ont été couverts par les DSR à l'initiative des AOT. Ces quelques ouvrages sont tout de même intégrés à la présente étude.

2.2 - Démarche adoptée pour la réalisation et le rendu de l'étude

Faisant suite à celle commandée par la DTT en 2003 *"Étude de synthèse des diagnostics sécurité des tunnels de métro, tramway et RER de 7 agglomérations françaises"*, cette étude a pour objectif d'obtenir, à l'échelle nationale, une appréciation sur le niveau général de la sécurité de l'exploitation des tunnels "existants".

Sur ce plan, les DSR, accompagnés des rapports d'évaluation de la sécurité établis par les OQA, remis par les autorités organisatrices de transport au titre de l'article 44 du décret

susmentionné, constituent une source d'informations riche et actualisée pour la présente étude.

Après en avoir référé à la DGITM et devant la commission nationale d'évaluation de la sécurité des transports guidés (CNESTG), le STRMTG a engagé la réalisation de l'étude, dont la finalité est de dresser un état des lieux global de la nature, de l'équipement et de l'exploitation des ouvrages, sous l'angle notamment de la prévention des risques d'incendie et des dispositions relatives à l'évacuation des personnes et à l'intervention des secours.

La méthode a consisté à :

- exploiter les avis émis par les OQA et les défauts de sécurité identifiés.
- agréger les données spécifiques aux tunnels issues des DSR ;
- en retirer une lecture croisée entre réseaux de l'état de la sécurité par typologie d'ouvrages et d'exploitation, mise en perspective avec le retour d'expérience rapporté dans les DSR.

À la demande de la CNESTG, une réunion préliminaire avec la profession s'est tenue le 30 mars 2010, associant le GART, représenté par plusieurs AOT, l'UTP, des exploitants désignés par cet organisme, la RATP, des experts en sécurité des tunnels parmi lesquels des OQA, la direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC), des services de secours, la DGITM et les services de contrôle de l'État (STRMTG siège et bureaux de contrôle).

Après une nouvelle réunion du groupe en juin 2010, le cahier des charges de l'étude a été validé en septembre 2010. La réalisation de l'étude s'est déroulée entre 2011 et 2012, sur la base des DSR reçus et des données complémentaires dont le STRMTG a pu avoir connaissance dans le cadre de leur instruction au niveau des bureaux.

Les conclusions de l'étude ont ensuite été soumises à la DGITM et la DGSCGC en version projet en décembre 2012, avant un débat en CNESTG en février 2013, sur les suites à lui donner. Après des échanges avec ses bureaux de contrôle au printemps 2013, le STRMTG a rendu compte des résultats devant le groupe de pilotage le 1er juillet 2013, sous une forme compatible avec les exigences de confidentialité émises par ce groupe.

Par ailleurs, l'article 44 du décret STPG prévoyait que les préfets formulent leurs observations sur les DSR. Leur instruction a été conduite parallèlement à l'étude. Comme cela a été annoncé par les préfets aux AOT, des observations complémentaires pourront être formulées sur la sécurité des tunnels à l'issue de la diffusion au plan local de l'étude nationale du STRMTG.

Dans leur rapport, les OQA ont pu identifier des défauts de sécurité de trois types : majeurs, significatifs ou mineurs (définitions détaillées rappelées en partie 2.1). Aucun défaut majeur n'a été relevé en ce qui concerne la sécurité des tunnels. Les défauts relevés ont été traités comme suit (voir aussi partie 2.4) :

- pour les défauts spécifiques à un réseau : observations émises par le seul bureau de contrôle dans le cadre de l'instruction du DSR ;
- pour les défauts considérés comme génériques : prise en compte dans l'étude nationale, pouvant être suivie de nouvelles observations du bureau de contrôle.

2.3 - Objectifs de l'étude (extrait du cahier des charges)

1 - Disposer d'une connaissance approfondie et actualisée du niveau de la sécurité d'exploitation dans les tunnels existants des TGU (métros, RER hors RFN et tramways) offrant une vision croisée sur l'ensemble des systèmes.

Cette connaissance doit se fonder d'une part sur des données relatives aux équipements techniques des ouvrages, au matériel roulant, à l'exploitation et le cas échéant à la maintenance des systèmes, et d'autre part sur l'analyse du retour d'expérience.

2 - Permettre à l'État d'harmoniser les positions qu'il exprimera après instruction des DSR, par rapport aux défauts de sécurité significatifs et mineurs relevés par les OQA.

3 - Cette étude s'attache à :

- ne pas produire d'analyse de conformité aux instructions techniques s'appliquant aux nouveaux ouvrages (notamment l'arrêté ministériel du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport public guidés urbains de personnes) ;
- ne pas produire de hiérarchisation du niveau de sécurité entre les réseaux ;
- respecter les exigences de confidentialité visées par le groupe de pilotage.

2.4 - Données d'entrée

Les DSR produits pour les systèmes listés au paragraphe 1.2 ont été établis en application des dispositions prévues par l'article 44 du décret STPG, par l'arrêté modifié du 23 mai 2003 relatif aux dossiers de sécurité des systèmes de transport public guidé urbains (Annexe 3, 2ème partie) ainsi que par la circulaire du 21 octobre 2008 relative à la sécurité des systèmes de transport public guidés modifiant la circulaire du 9 décembre 2003 (I – 3.2).

Le guide d'application du STRMTG 1.6 relatif aux Dossiers de Sécurité Régularisés en précise le contenu.

Les parties de ces DSR exploitées dans le cadre de la présente étude sont :

- Notice de sécurité incendie ;

- Pièce 2 : Description technique et fonctionnelle du système de transport :
  paragraphe 2-3 – Document descriptif des ouvrages d'art (partie concernant les tunnels) ;
  paragraphe 2-9 - Historique du système de transport ainsi que description synthétique des principales évolutions ayant trait ou ayant un impact sur la sécurité intervenues au cours des dix années précédant le DSR ;

- Pièce 4 : Sécurité du système de transport – 4.3 Caractérisation du niveau de sécurité du système et de son maintien dans le temps ;

- Pièce 8 : Liste des événements d'exploitation du système de transport ;

- Pièce 9 : Rapport de sécurité OQA ;

- Pièce 10 : Observations de l'AOT.

Étant donné la réalisation de l'étude pendant l'instruction des DSR et l'articulation de l'étude avec cette instruction (voir détails au paragraphe 3.4), les éléments d'instruction (échanges entre porteurs des DSR, services de secours et services de contrôle) ainsi que certains éléments de DS modificatifs des réseaux présentant un impact significatif sur les tunnels ont également été utilisés pour enrichir l'étude et permettre une vision aussi proche que possible de la réalité opérationnelle. Les éléments de REX ont également été complétés par les données les plus actuelles et les plus précises dont le STRMTG a pu avoir connaissance dans le cadre de sa misson de contrôle de l'exploitation, au moment de la réalisation de l'étude (voir détails au paragraphe 5.1).

2.5 - Chronologie détaillée du déroulement de l'étude

- Janvier 2008 : Note du STRMTG à la DGITM proposant de lancer cette étude ;
- Décembre 2008 : évocation en CNESTG ;
- Juin 2009 : consignes aux bureaux de contrôle pour l'instruction des DSR pour les aspects tunnels ;
- Juillet 2009 : information du GART et de l'UTP par Lettre du STRMTG ;
- Janvier 2010 : la CNESTG recommande de limiter l'étude au traitement des DSR ;
- Février 2010 : formation d'un groupe de pilotage au sein de la profession ;
- Mars 2010 : réunion préliminaire de la profession sur le pilotage de l'étude ;
- Juin 2010 : point d'étape en CNESTG ; il est pris acte que le STRMTG réalisera l'étude
- Juin 2010 : réunion du groupe de pilotage ; élaboration du cahier des charges de l'étude
- Septembre 2010 : nouvelles instructions aux bureaux de contrôle ;
- Septembre 2010 : validation du cahier des charges par voie électronique ;
- Décembre 2010 : réunion de coordination STRMTG / DSTC / DGSCGC / services de secours ;
- Début 2011 : engagement de l'étude par le STRMTG
- Septembre 2011: note circulaire DGSCGC aux préfets sur la coordination des avis des services sur les DSR ;
- Octobre 2011 : point d'étape et résultats partiels de l'étude en CNESTG ;
- Novembre 2012 : fin de l'étude STRMTG ;
- 6 décembre 2012 : réunion de cadrage sur les résultats de l'étude avec DGITM, DGSC et Président de la CNESTG
- 7 février 2013 : restitution devant la CNESTG
- Avril 2013 : restitution aux bureaux de contrôle du STRMTG et à la DRIEA/DSTC
- 1er juillet 2013 : restitution au groupe de pilotage de la profession

3 - Examen des défauts de sécurité concernant les tunnels existants identifiés par les OQA dans les DSR

3.1 - Définition et caractérisation des défauts de sécurité

Les Experts ou Organismes Qualifiés Agréés (OQA) ont rendu leurs conclusions sur les DSR en classant dans 3 catégories les « défauts de sécurité » qu'ils identifient.

Ces catégories sont définies comme suit dans le guide d'application du STRMTG 1.6 *relatif au contenu du DSR* :

- ***Défaut de sécurité « mineur » :*** *Défaut du système ne laissant craindre aucun risque inacceptable à court ou moyen terme. La résolution d'un tel défaut doit intervenir sur le long terme et peut s'inscrire dans le cadre de programmes périodiques de maintenance corrective,*

- ***Défaut de sécurité « significatif » :*** *Défaut du système laissant craindre un risque inacceptable à court ou moyen terme. Un tel défaut est susceptible d'entraîner l'interruption de l'exploitation s'il n'y est pas remédié et suppose donc la mise en œuvre d'un programme d'améliorations du système à court ou moyen terme. L'exploitation pourra être poursuivie, le cas échéant de manière dégradée, moyennant la mise en place de dispositions conservatoires (techniques et/ou opérationnelles) dans l'attente de la mise en œuvre de ce programme.*

- ***Défaut de sécurité « majeur » :*** *Défaut du système laissant craindre un risque inacceptable de manière imminente. Un tel défaut impose l'interruption immédiate de l'exploitation et suppose donc la mise en œuvre d'un programme d'améliorations du système avant tout retour à une exploitation nominale. Une exploitation dégradée pourra éventuellement être envisagée moyennant la mise en place, à titre conservatoire, de dispositions (techniques et/ou opérationnelles).*

3.2 - Inventaire des défauts de sécurité concernant les tunnels existants

3.2.1 - Méthodologie de recensement des défauts

Un inventaire des défauts de sécurité intéressant les tunnels existants a été effectué ; ces défauts ont été regroupés dans un tableau.

Ce tableau comprend les colonnes suivantes :

- réseau,
- type de système,

- ligne(s) concernée(s),
- OQA étant intervenu sur le DSR,
- secteur d'évaluation OQA,
- caractérisation du défaut (voir définitions précédentes majeur/significatif/mineur),
- équipement ou sous-système (voir paragraphe 3.3),
- thématique (voir paragraphe 3.5.2),
- intitulé du défaut,
- recommandation de l'OQA associée à ce défaut,
- réponse de l'exploitant ou de l'AOT dans la pièce 10 du DSR,
- caractérisation générique / spécifique du défaut (voir paragraphe 3.4),
- traçabilité de cette caractérisation (échanges avec les services de contrôle, réunions éventuelles, ...),
- nombre de lignes concernées par le défaut de sécurité.

Ce tableau a été transmis en février 2012 pour information et vérification à chaque bureau de contrôle du STRMTG et à la DRIEA/DSTC, pour les réseaux de leur zone de contrôle.

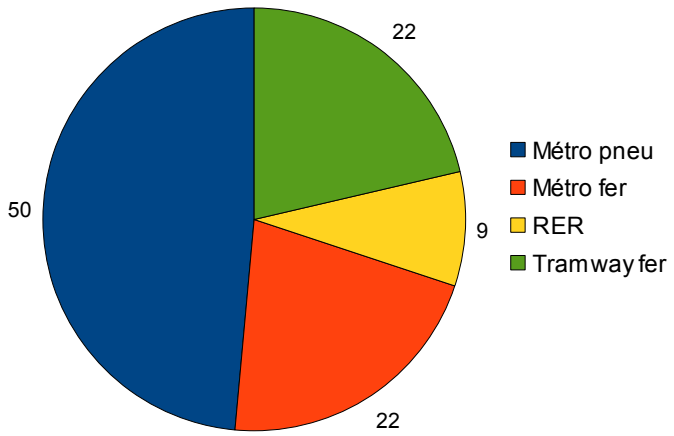
3.2.2 - Comptabilisation des défauts

En ce qui concerne les problématiques liées aux tunnels existants, 93 défauts de sécurité ont été identifiés au total par les OQA. Ils sont répartis de la façon suivante :

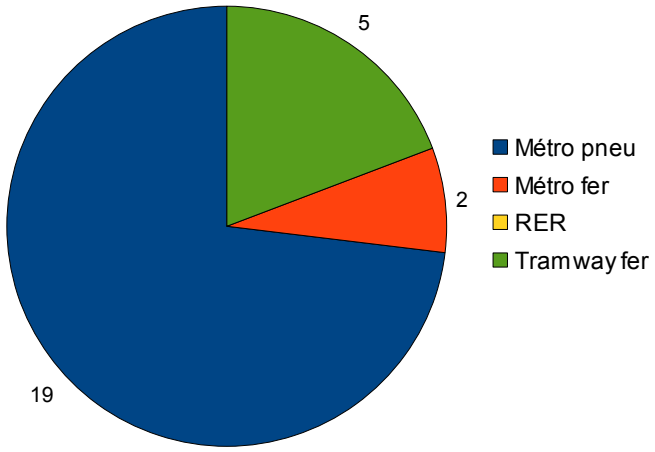
- 67 défauts mineurs,
- 26 défauts significatifs,
- aucun défaut majeur

3.2.3 - Analyse des défauts par type de système

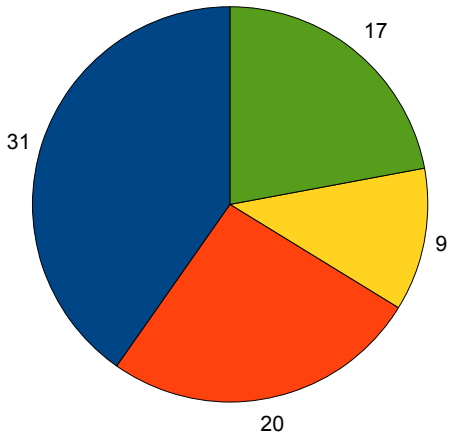
La répartition par type de système du nombre brut des défauts de sécurité est la suivante :



Répartition du nombre de défauts (tous types) par système



Répartition du nb de défauts significatifs par système



Répartition du nb de défauts mineurs par système

Nota : *le nombre total de défauts sur ces graphiques est plus important que le nombre total présenté dans le paragraphe 3.2.2, car certains défauts sont génériques pour un réseau comportant 2 types de systèmes, et ont été « ré-attribués » aux 2 systèmes pour réaliser les graphiques.*

En première analyse, il ressort que les défauts de sécurité liés aux tunnels TGU concernent principalement les systèmes métros, ce qui est logique vu que ceux-ci concentrent la majeure partie des tunnels des transports guidés urbains.
Les défauts significatifs apparaissent principalement concentrés sur les métros pneus (près de ¾ des défauts).

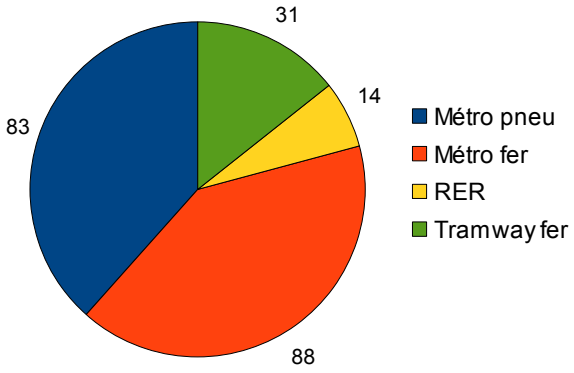
On notera qu'il n'y a pas de défaut significatif pour le système RER et que les défauts significatifs pour les tramways apparaissent à première vue comme plus nombreux que pour les métros fers.

Ces premières constatations sur les nombres de défauts bruts doivent néanmoins être complétées, notamment à cause du biais lié au nombre de lignes concernées par ces défauts :

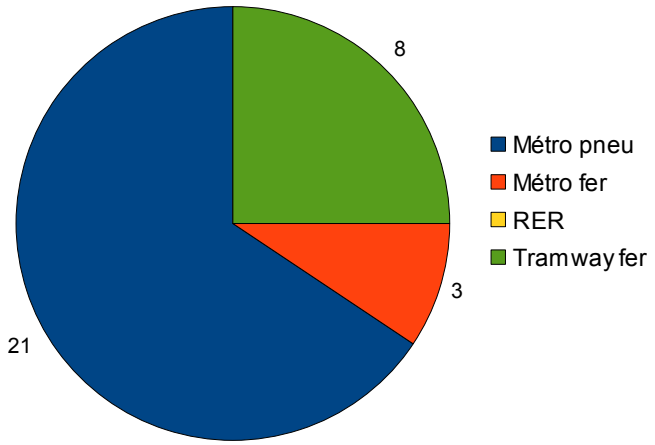
- la prise en compte des systèmes métros est biaisée par un effet « taille », les lignes de métro comportant des tunnels étant bien entendu bien plus nombreuses que les lignes de tramway par exemple ;

- certains DSR couvrent plusieurs lignes, voire sont organisés avec un volet générique et un volet par ligne ; les défauts associés peuvent donc couvrir plusieurs lignes, ce qui doit être pris en compte si on veut rapporter le nombre de défauts au nombre de lignes.

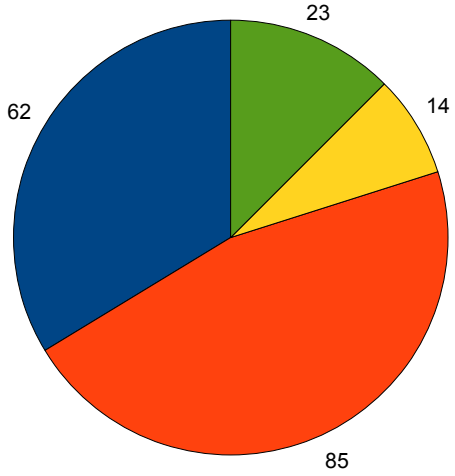
En recalant les données pour tenir compte des défauts couvrant plusieurs lignes, la répartition des défauts de sécurité par système devient la suivante :



Répartition recalée du nombre de défauts (tous types) par système



Répartition recalée du nb de défauts significatifs par système



Répartition recalée du nb de défauts mineurs par système

Nota : *les nombres apparaissent encore plus importants et en discordance avec le total du paragraphe 3.2.2 suite à ce recalage.*

Les différences apportées par ce recalage par ligne sont les suivantes :

- la répartition du nombre total de défauts apparaît plus équilibrée et les métros fer comptent le plus de défauts au total ;
- les métros fer et pneus apparaissent comme les systèmes comptant le plus de défauts mineurs, la part des RER et tramways est réduite.

En ce qui concerne les défauts significatifs, la prédominance des métros pneus est confirmée, ainsi qu'un plus grand nombre en tramway qu'en métro fer.

Si on ramène le nombre de défauts à la longueur des ouvrages souterrains concernés, les ouvrages des systèmes tramway sont très fortement prédominants en nombre de défauts / km d'ouvrage, car leurs ouvrages sont courts.

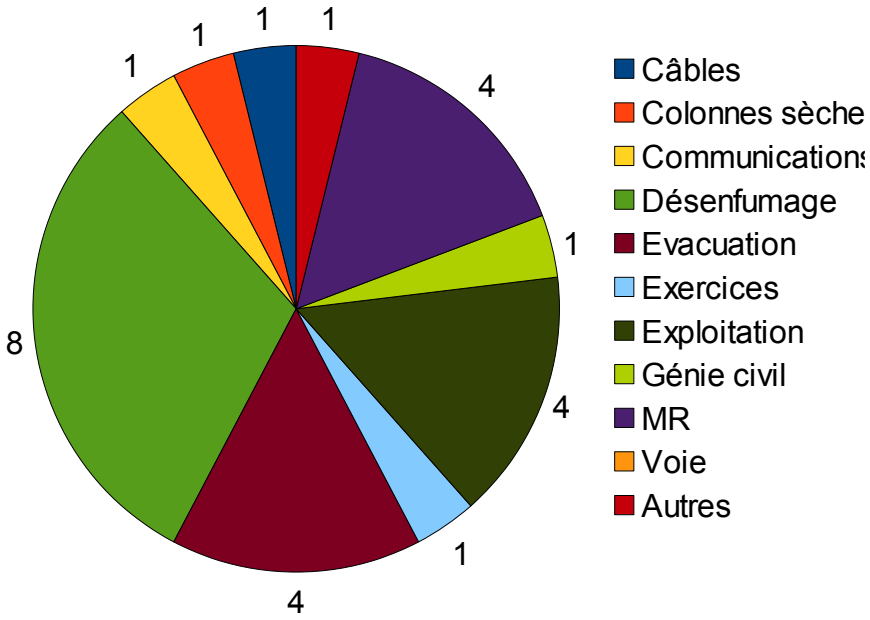
3.2.4 - Analyse des défauts par sous-système / équipement

Les défauts sont ensuite classés dans différentes catégories, correspondant à un sous-système, un équipement ou une problématique.

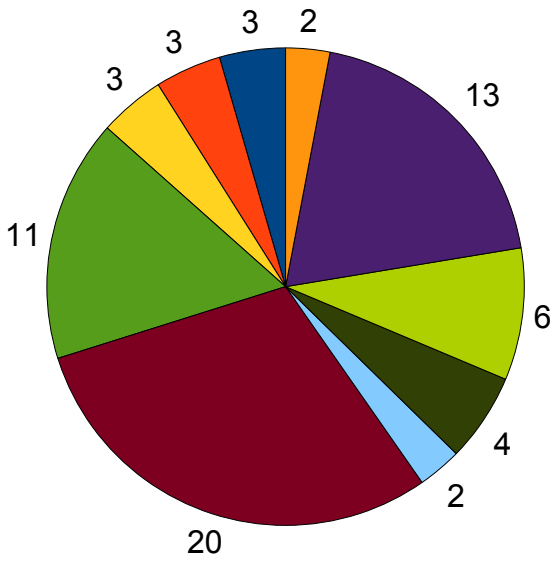
Ces catégories sont les suivantes :

- Câbles en tunnel,
- Colonnes sèches,
- Communications *(en tunnel, dans le matériel roulant, entre le MR et le PCC...)*,
- Désenfumage *(ventilation)*,
- Évacuation *(cheminements, éclairage, ...)*,
- Exercices *(d'évacuation des trains, essais sur le système de désenfumage, ...)*,
- Exploitation *(grands principes en lien avec les problématiques de sécurité incendie et d'évacuation)*,
- Génie civil *(résistance des ouvrages au feu)*,
- Matériel roulant *(caractéristiques feu-fumée et fonctionnelles en cas d'évacuation)*,
- Voie *(pas au sens du sous-système usuel en transports guidés, mais au sens de ce qui peut entrer en ignition sur la voie : détritus, traverses ou équipements liés à l'énergie par exemple)*.

La répartition des défauts de sécurité dans ces catégories est la suivante :



Répartition du nb de défauts significatifs par sous-système / équipement



Répartition du nb de défauts mineurs par sous-système / équipement

En ce qui concerne les défauts significatifs, un certain nombre de problématiques se dégagent :

- prédominance du désenfumage, qui représente le tiers des défauts significatifs ;
- représentant chacune environ 15% des défauts : les problématiques concernant le matériel roulant, l'exploitation et l'évacuation ;
- les autres équipements / sous-systèmes représentent chacun aux alentours de 3% des défauts significatifs.

Pour les défauts mineurs, la répartition est la suivante :

- quasiment un tiers des défauts mineurs concernent les problématiques liées à l'évacuation ;
- aux alentours de 15 à 20% des défauts mineurs chacune, les problématiques liées au désenfumage et au matériel roulant ;
- les autres problématiques sont à des niveaux plus faibles.

Des thématiques semblent donc se dégager plus fortement que d'autres parmi les défauts de sécurité identifiés par les OQA.

3.3 - Défauts spécifiques et génériques

3.3.1 - Prise en compte des défauts par les services de contrôle

Les principes de prise en compte de ces défauts par les services de contrôle ont été précisés dans une note interne au STRMTG le 3 septembre 2010.

Les bureaux de contrôle sont amenés à émettre leurs observations sur les défauts de sécurité associés aux DSR. Certains défauts couverts par la présente étude pourront faire l'objet d'observations complémentaires des services de contrôles suite aux conclusions qui pourront en être tirées.

La présente étude doit ainsi permettre une vision homogène des défauts de sécurité des DSR concernant les tunnels, tout en ne retardant pas l'émission des observations des services de contrôle.

La démarche retenue a consisté à discriminer les défauts en deux catégories :

- les défauts **spécifiques** à un réseau, dont le traitement s'effectue exclusivement au plan local ;
- les défauts **génériques,** présents sur plusieurs réseaux, dont l'étude permet le croisement et une prise en compte plus homogène.

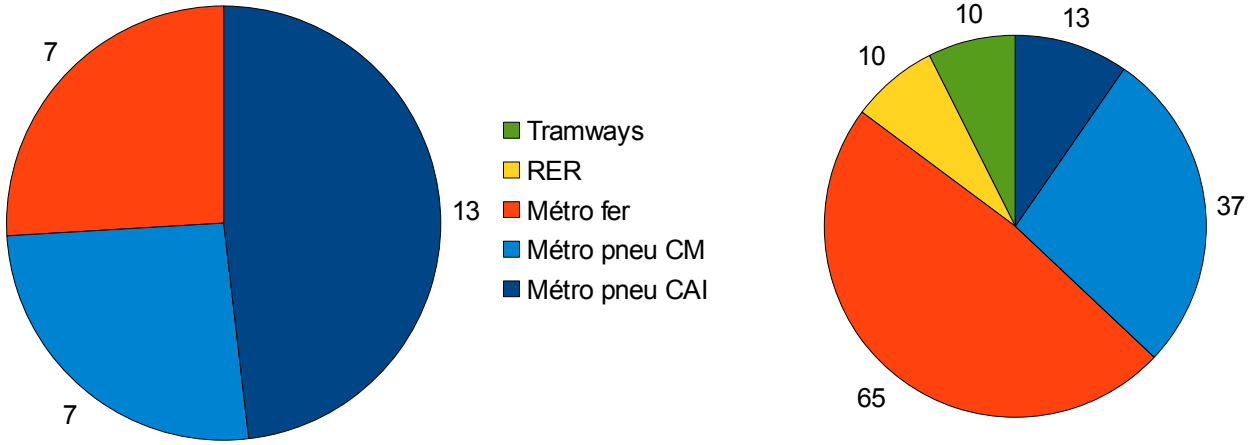
Le caractère spécifique ou générique de chaque défaut a été évalué a priori par le STRMTG dans le cadre de la présente étude, à l'aide du tableau récapitulatif des défauts et de la répartition par sous-systèmes / équipements. Cette caractérisation a ensuite été transmise à chaque bureau de contrôle pour les réseaux relevant de sa compétence, pour discussion. Dans certains cas, des réunions ont été organisées pour échanger sur la caractérisation de ces défauts, et celle-ci a même parfois été discutée en externe lors de réunions d'instruction des DSR.

La répartition des défauts de sécurité spécifiques / génériques est la suivante :

- 33 défauts spécifiques dont 24 défauts mineurs spécifiques et 9 défauts significatifs spécifiques,
- 60 défauts génériques, dont 43 défauts mineurs génériques et 17 défauts significatifs génériques.

3.3.2 - Répartition des défauts génériques par type de système

Les défauts de sécurité spécifiques étant exclus de la portée des conclusions de la présente étude, l'analyse est recentrée sur les défauts de sécurité génériques.



Répartition par type de système des défauts génériques recalés, respectivement significatifs (à gauche) et mineurs (à droite)

En ne gardant que les défauts génériques, on élimine les défauts significatifs en tramway et le reste de la répartition est conservé : ¾ des défauts significatifs pour les métros pneus et ¼ pour les métros fer, la moitié des défauts mineurs pour les métros fer, 1/3 pour les métros pneus et les autres systèmes sous 10%.

Une distinction est néanmoins ajoutée entre les métros automatiques (tous sur pneus) et les métros pneus en conduite manuelle. Ainsi, on voit que les métros automatiques concentrent la moitié des défauts significatifs alors qu'ils ne représentent que 10% des défauts mineurs.

3.4 - Analyse croisée des défauts de sécurité génériques par thématiques

Certains défauts peuvent se retrouver sur plusieurs réseaux différents, éventuellement classés différemment (significatifs / mineurs). À l'inverse, certains défauts identifiés uniquement sur un réseau ou une ligne pourraient être appliqués à d'autres réseaux possédant les mêmes caractéristiques, mais ne le sont pas dans les faits car les OQA peuvent avoir une vision contrastée des systèmes. Une analyse croisée permet d'avoir une vision plus homogène des thématiques les plus représentées.

Il faut néanmoins souligner que certains OQA ont pu intervenir sur les DSR de plusieurs réseaux, et ont une approche cohérence entre les défauts qu'ils identifient. Tous les écarts d'appréciation proviennent d'OQA différents.

3.4.1 - Cohérence des défauts génériques significatifs et mineurs

Dans un premier temps, une analyse est conduite sur la cohérence entre les défauts significatifs et mineurs pour une même problématique. Si une problématique particulière apparaît comme défaut significatif sur un réseau ou ligne et mineur sur un autre, elle est identifiée comme une dispersion de défauts.

Après analyse, 8 dispersions sont identifiées pour les défauts génériques, dont la répartition par sous-système / équipement est la suivante :

- 3 concernent l'évacuation,
- 2 concernent le matériel roulant,
- 1 concerne le désenfumage,
- 1 concerne l'exploitation,
- 1 concerne les exercices.

Ces défauts dispersés se retrouvent dans les sous-systèmes / équipements les plus représentés en nombre de défauts de sécurité : évacuation, désenfumage, matériel roulant.

Ces dispersions de défauts peuvent avoir a priori deux types de causes :

- une criticité estimée comme plus importante pour les OQA sur certains systèmes par rapport à d'autres : le désenfumage a ainsi pu être considéré comme plus critique pour le matériel roulant (MR) pneu, et l'évacuation considérée comme plus critique pour les systèmes en conduite automatique intégrale *(arguments repris pour l'établissement des criticités des grilles d'analyse au paragraphe 6.2)* ;
- une différence d'approche entre OQA sur une même problématique sur un système identique : ces cas ne sont finalement pas si nombreux et l'étude doit permettre de lisser ces quelques différences d'appréciation.

3.4.2 - Distribution des défauts génériques par thématiques

De manière plus générale, certaines thématiques associées aux défauts de sécurité génériques peuvent se retrouver sur plusieurs lignes ou sur des réseaux différents, quel que soit le classement (mineur/significatif) des différents défauts.

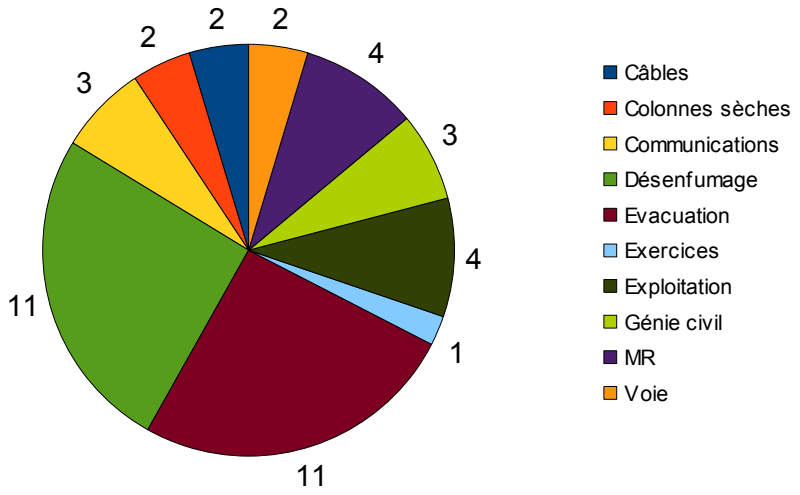
3.4.2.1 – Comptabilisation des thématiques associées aux défauts

Une première approche consiste à refaire la comptabilisation des défauts de sécurité en ne comptant qu'une fois chaque thématique pouvant correspondre à plusieurs défauts de sécurité concernant plusieurs lignes / réseaux.

Par exemple :

- plusieurs défauts de sécurité concernent la discontinuité du cheminement d'évacuation, sur plusieurs réseaux différents ;
- la thématique « discontinuité du cheminement » est identifiée ;
- cette thématique est associée à l'équipement / sous-système « évacuation » ;
- la thématique est comptabilisée +1 pour l'équipement / sous-système « évacuation ».

Après identification des thématiques pour chaque équipement / sous-système selon cette méthode, la répartition de leur nombre total est la suivante :



Répartition du nombre total de thématiques dégagées par équipement / sous-système

Les deux équipements / sous-systèmes qui se dégagent nettement sont toujours le désenfumage et l'évacuation. Pour le reste, la répartition est relativement homogène : entre 1 et 4 thématiques pour chaque équipement / sous-système.

3.4.2.2 – Liste des thématiques

Les thématiques sont récapitulées dans une liste. L'ordre dans lequel elles figurent tient compte au mieux de la représentativité et/ou de la criticité de ces thématiques par rapport aux défauts identifiés par les OQA.

Les critères d'ordre sont les suivants : par nombre total de défauts, puis par nombre de défauts significatifs, puis par nombre de lignes concernées directement.

Les thématiques sont les suivantes :

- Discontinuité du cheminement,
- Absence de système de détection d'incendie sur le matériel roulant,
- Balisage de cheminement insuffisant,
- Absence de documentation sur la stabilité au feu,
- Absence de désenfumage,
- Câbles – risque d'incendie,
- Éclairage de cheminement faible,
- Absence de colonnes sèches,
- Caractéristiques du désenfumage insuffisantes, compte tenu des caractéristiques feu-fumée du MR,
- Arrêt en tunnel permis par le système en cas d'incident,
- Caractéristiques feu-fumée insuffisantes sur MR,
- Caractéristiques des ventilateurs insuffisantes (tenue au feu et redondance de l'alimentation),
- Continuité radio-électrique des communications de secours,
- *Absence d'accès intermédiaires pour les services de secours,*
- *Difficulté de suivi des événements en interstation en métro automatique,*

- *Exercices d'évacuation « trop » préparés,*
- *Fumée dirigée vers les accès,*
- *Interdistance trop grande entre équipements de désenfumage,*
- *Perte de communications en cas de rupture des câbles rayonnants,*
- *Détritus dans les rames,*
- *Procédure d'évacuation,*
- *Propreté de la voie insuffisante,*
- *Vétusté d'isolateurs.*

Les thématiques ne correspondant qu'à un seul défaut de sécurité sont listées en italique.

3.4.3 - Export de défauts vers d'autres réseaux

Certains défauts génériques peuvent avoir été identifiés sur certains réseaux et pas d'autres, alors que les caractéristiques des réseaux sont les mêmes pour ce qui concerne cette problématique.

Un tableau d'analyse a été réalisé par le STRMTG, afin de comparer les caractéristiques réelles des réseaux vis-à-vis des défauts recensés.

Pour chaque thématique, les réseaux ont été passés en revue et il a été identifié :

- si la thématique a donné lieu à un défaut de sécurité, significatif ou mineur,
- sinon, si les caractéristiques étaient identiques à celles du/des réseau(x) avec défaut de sécurité.

Ce tableau a été utilisé pour élaborer les grilles d'analyse spécifiques à chaque réseau, présentées au paragraphe 6.3.

4 - Typologie des tunnels

4.1 - Recensement des tunnels

4.1.1 - Méthodologie

L'unique source des données est chaque DSR, dans lequel les tunnels sont inventoriés et décrits dans la Pièce 2 et/ou dans la notice sécurité incendie.

Les tunnels ont été recensés dans un tableau comportant les colonnes suivantes :

- réseau,
- ligne,
- type de système,
- mode de conduite,
- précision sur les automatismes,
- numéro de tunnel pour la ligne concernée (pour conserver un ordre suivant le linéaire),
- extrémité 1 du tunnel (station ou interstation),
- extrémité 2 du tunnel (idem),
- longueur du tunnel,
- classe de longueur,
- codification pour les macros permettant d'élaborer la typologie,
- nombre de voies,
- type de tunnel (le plus souvent, mode de construction),
- année de construction,
- raccordements à d'autres tunnels,
- voies de garage dans le tunnel,
- tunnel hors exploitation voyageurs (à sortir du champ direct de l'étude),
- précisions.

Des analyses croisées peuvent ensuite être effectuées.

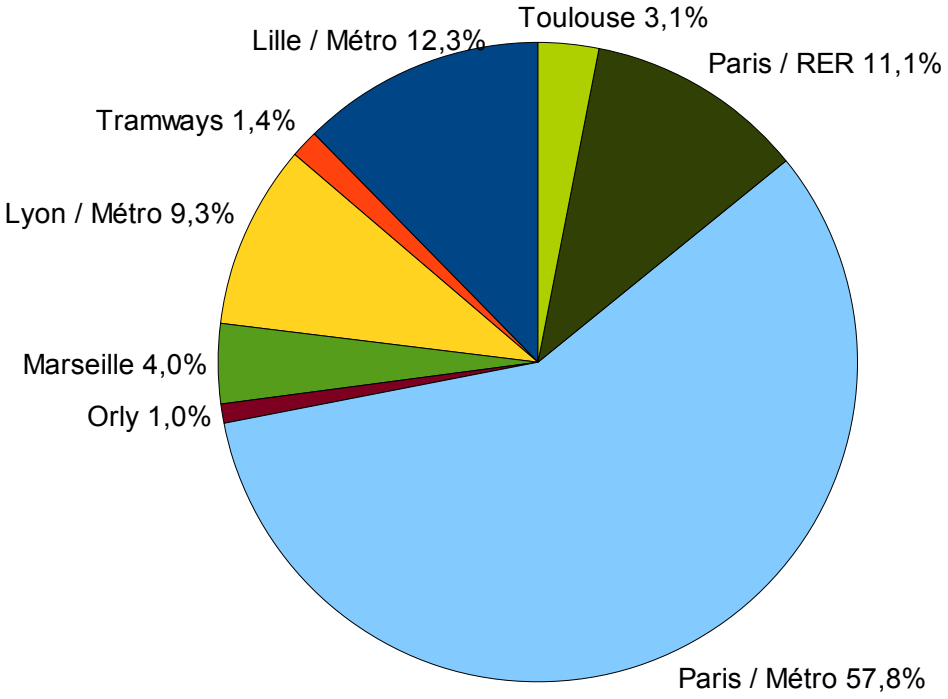
4.1.2 - Nombre de tunnels

Dans l'esprit de la réglementation française sur les tunnels neufs, les tunnels sont comptabilisés entre les tympans de stations.
Dans certains cas à la marge, la comptabilisation peut être plus complexe : tunnels monovoie se rejoignant en interstation, ouvrages de raccordement entre d'autres ouvrages...

Dans l'étude, 568 tunnels ont été recensés, et leurs caractéristiques saisies dans le tableau présenté au paragraphe précédent.

4.1.3 - Répartition du linéaire de tunnels sur les différents réseaux

Les tunnels sont répartis en linéaire entre les différents réseaux de la manière suivante :

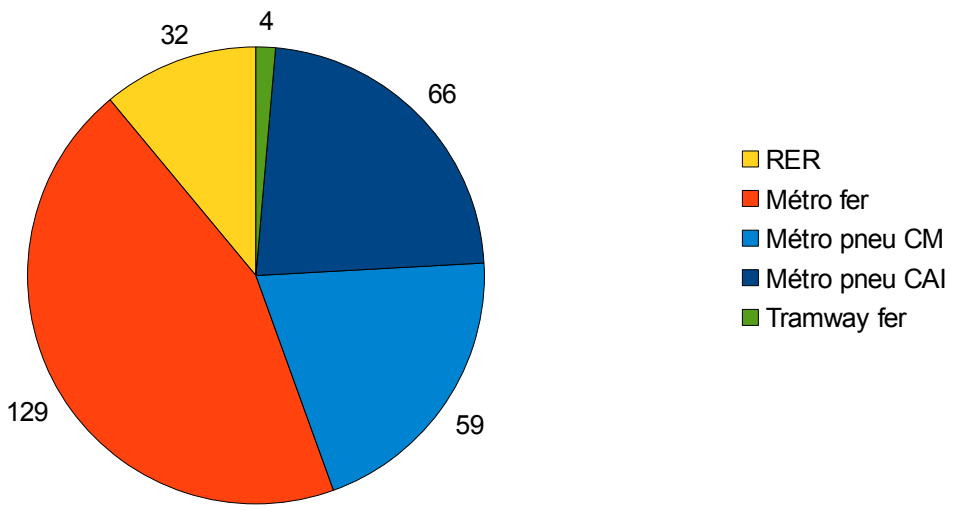


Le métro parisien constitue à lui seul plus de 50% du linéaire des tunnels « existants », et le réseau RATP constitue 2/3 du linéaire avec le RER.

Les réseaux de métro de Lille et de Lyon sont ensuite les plus importants de province avec environ 10% chacun du linéaire ; Marseille et Toulouse comptent 3 à 4%, puis le reste des réseaux est en-dessous de 1%.

4.1.4 - Répartition du linéaire par types de systèmes

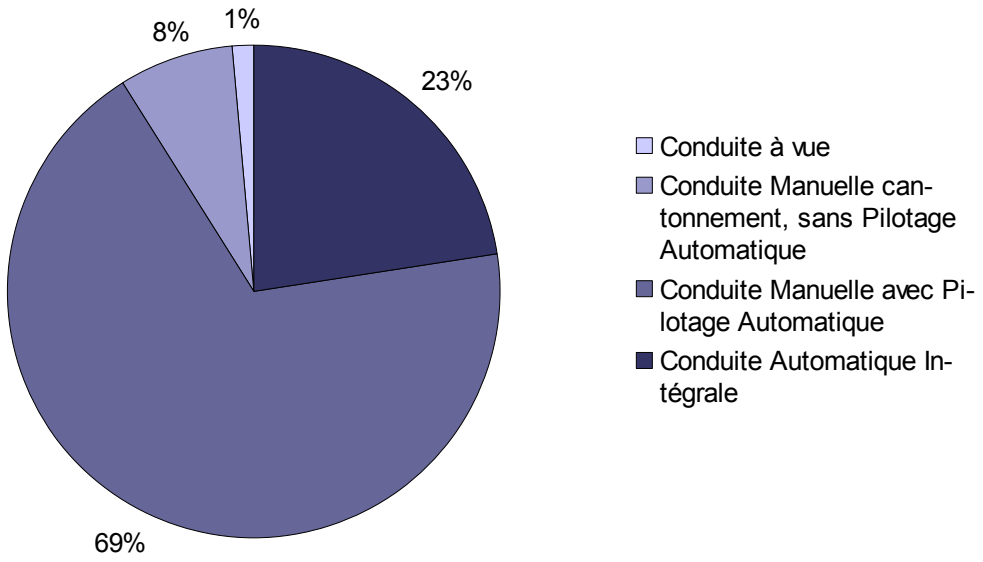
Les tunnels faisant l'objet de cette étude représentent un linéaire de 290km, qui est réparti de la manière suivante entre les différents systèmes de TGU *(valeurs en km)* :



Les métros fer représentent 45% du linéaire, les métros pneus 43%, équitablement répartis entre les métros pneus avec ou sans conducteurs. Le RER représente 11% du linéaire, et les tramways seulement 1% du linéaire.

Il est également intéressant d'observer la répartition des ouvrages par mode de conduite : en conduite manuelle, le conducteur peut identifier un début de dégagement de fumée, alors qu'en conduite automatique intégrale, l'identification de tels incidents repose sur les voyageurs et le système de communications.

La répartition en longueur des ouvrages selon le mode de conduite des trains est la suivante :

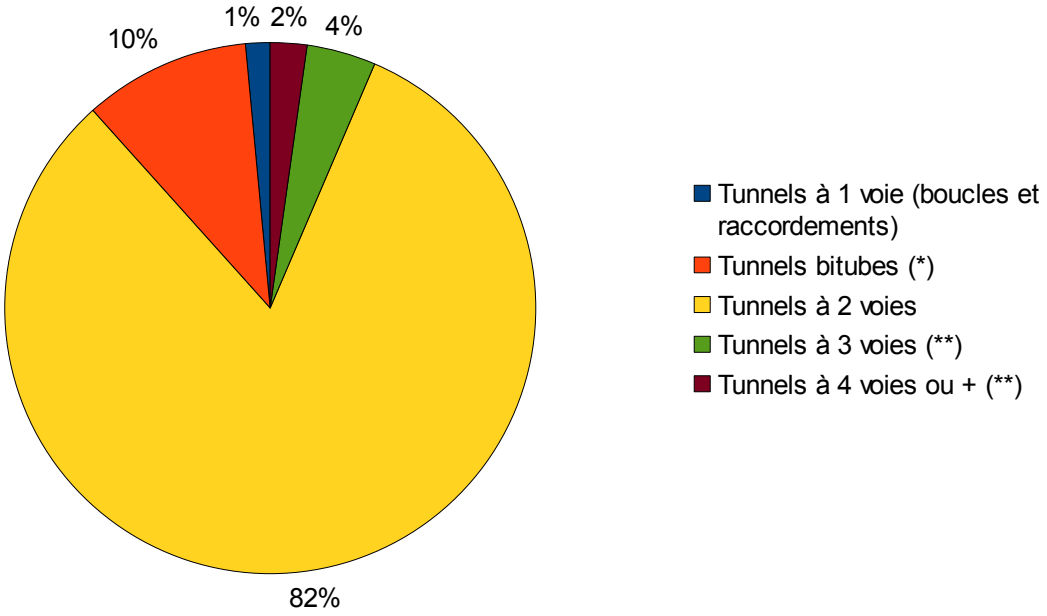


Les 2/3 des ouvrages sont exploités avec conducteur avec pilotage automatique (celui-ci n'est toutefois pas utilisé en permanence), les métros automatiques (pneus) sont présents sur quasi ¼ des ouvrages, la conduite manuelle pure avec cantonnement représente 8% des ouvrages et conduite à vue TW pour 1% restant.

4.2 - Caractéristiques des ouvrages

4.2.1 - Analyse par type d'ouvrage (nombre de voies / nombre de tubes)

Les tunnels sont répartis de la manière suivante selon leur nombre de voies :



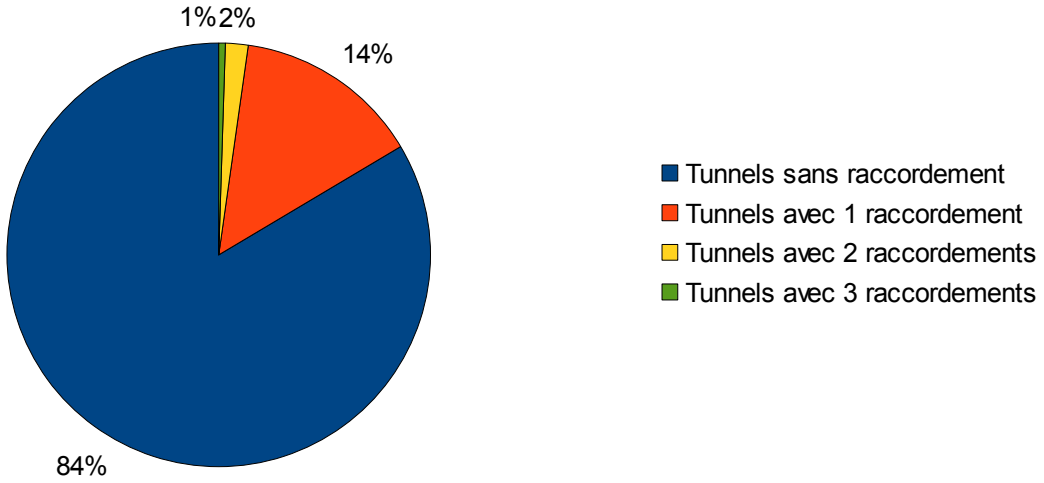
(*) : comptage comme 1 ouvrage bitubes et non 2 ouvrages à 1 voie, mais linéaire doublé
(**) : 1 ou 2 voies exploitées + voies de garage

Les tunnels à 2 voies constituent la grande majorité des ouvrages en termes de linéaire. Les tunnels bi-tubes constituent seulement 10% du linéaire, en les comptant 2 fois. Logiquement, les ouvrages atypiques, de raccordement et/ou avec des voies de garage représentent la minorité des ouvrages, 7% en les additionnant.

Une autre analyse est faite, en comptabilisant les raccordements entre tunnels. Pour chaque ouvrage, il est identifié s'il est connecté à un autre ouvrage en voie déviée (exploité ou non, par exemple connexions entre deux lignes ou tunnel menant à un atelier...).

Ces raccordements peuvent être de nature diverse : en ligne entre ouvrages bitubes / monotube, entre deux lignes, vers une voie de service, un ancien tracé abandonné...

La répartition du nombre de raccordements parmi les ouvrages est la suivante :



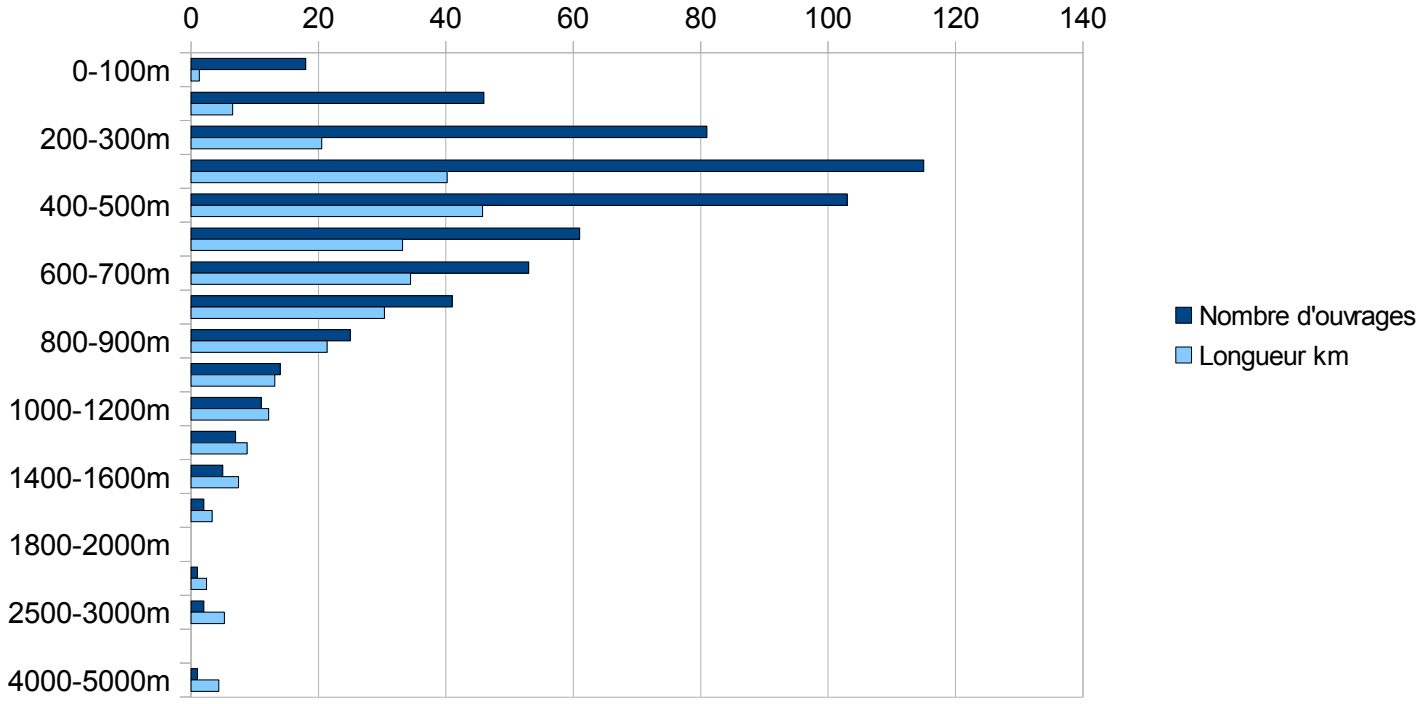
Bien que la majorité des tunnels ne comptent pas de raccordements, 17% en comptent au moins un, ce qui reste une proportion assez élevée.

4.2.2 - Analyse par longueur

La longueur des ouvrages est une caractéristique importante, notamment pour les problématiques d'évacuation.

Une première analyse consiste à comptabiliser le nombre d'ouvrages par tranches de 100m.

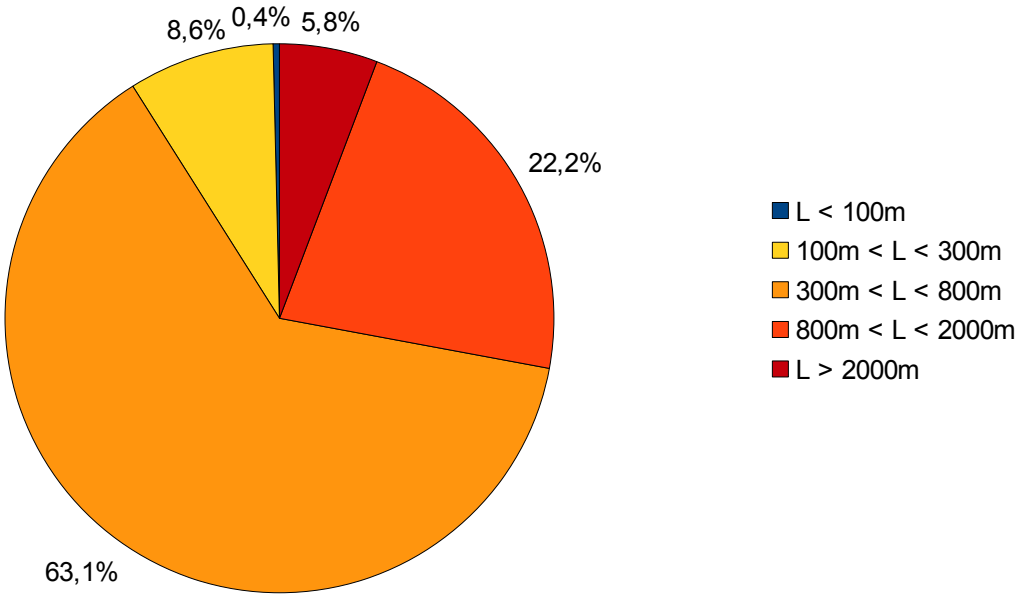
Les ouvrages relativement courts (<800m) représentent la grande majorité (73% cumulés) et il y a assez peu d'ouvrages de longueur supérieure.



Il est difficile de pousser l'analyse plus loin par tranches de 100m. Des seuils sont donc établis. Afin de les rendre moins arbitraires, ces seuils sont cohérents avec la réglementation sur les tunnels neufs :

- 100m (IT tunnels 2005, ITI 98-300, définition des tunnels pour l'étude) ;
- 300m (2ème seuil dans l'IT tunnels 2005 pour tenue au feu matériaux) ;
- 800m (seuil pour les puits accès pompiers dans l'IT tunnels 2005) ;
- 2000m : seuil arbitraire des tunnels « de grande longueur » retenu par le STRMTG au vu des caractéristiques des ouvrages recensés.

La répartition du linéaire de tunnels selon ces classes de longueur est la suivante :

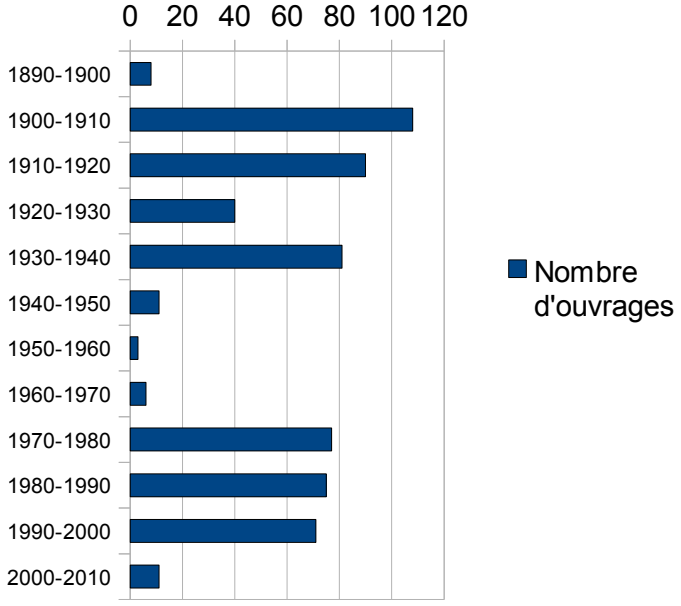


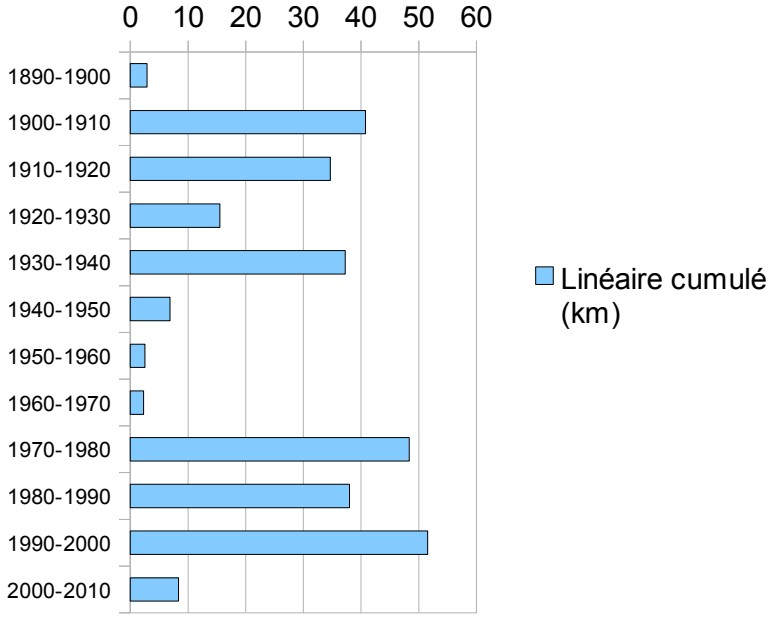
La majorité du linéaire reste dans des longueurs « moyennes » entre 300 et 800m. Les tunnels longs représentent tout de même un quart du linéaire. Quant à eux, les ouvrages courts ne représentent que 10% du linéaire.

Nota : *En première approche, avec le recensement « brut » des données des DSR sur les ouvrages, 4 tunnels de plus de 2 km ont été identifiés, pour un linéaire de 12 km. Une approche plus fine en tenant compte de la continuité avec les ouvrages de raccordement (par exemple, entre plusieurs tunnels mono-tube et bi-tubes) permet d'ajouter deux ouvrages d'une longueur globale de plus de 2000m entre tympans, ce qui porte le nombre d'ouvrages à 6 et la longueur cumulée à 16,7 km.*
L'intégralité de ces ouvrages est en région parisienne.
Les chiffres et les graphiques avec les classes présentées ci-dessus, ainsi que les grilles de typologie associées, tiennent compte de cet ajustement.

4.2.3 - Analyse par année de construction

La répartition des ouvrages selon leur année de construction est la suivante, respectivement en termes de nombre d'ouvrages et de linéaire :



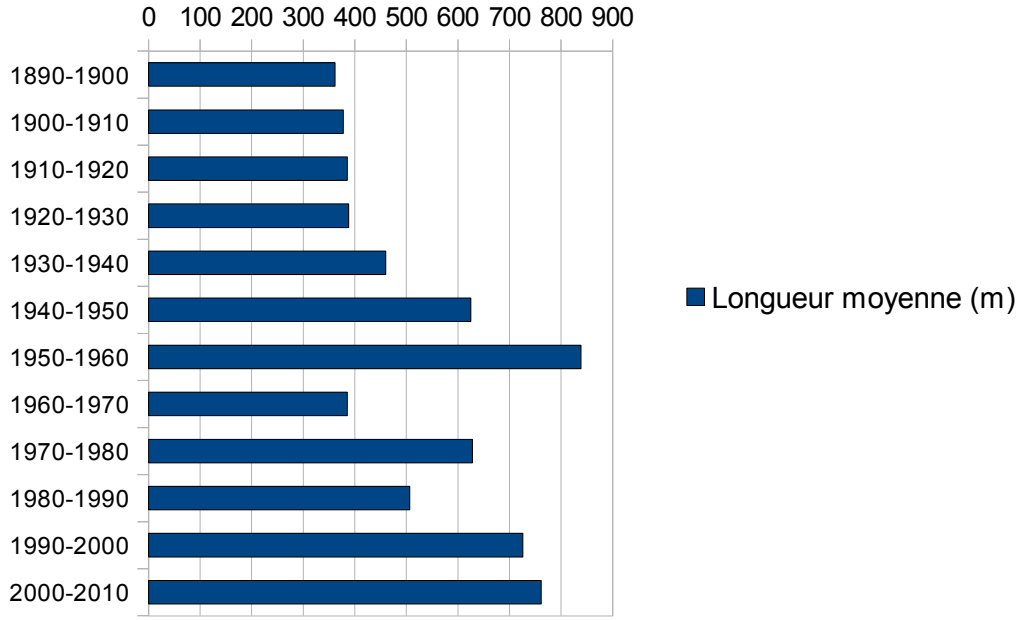


On note ainsi deux grandes périodes de construction des ouvrages : de 1900 à 1940, puis de 1970 à 2000, avec peu d'ouvrages construits en-dehors.

Ces deux périodes correspondent grosso modo aux techniques de construction : historiques en maçonnerie jusque dans les années 1960, puis en béton armé à partir de 1970.

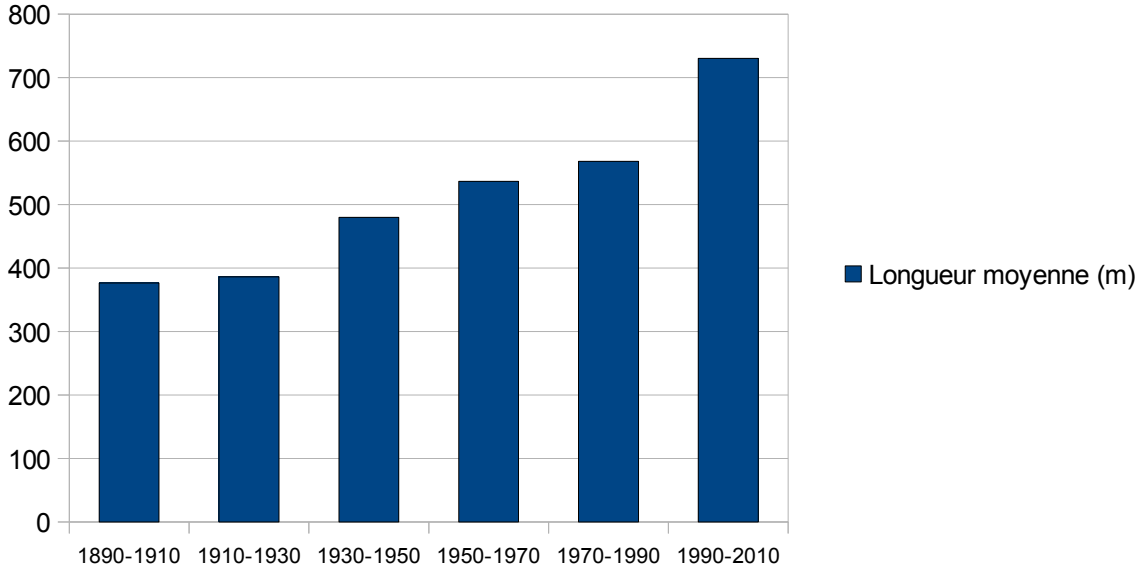
4.2.4 - Longueur et année de construction

Le graphique suivant indique la longueur moyenne des ouvrages pour chaque classe de 10 années de construction des tunnels :



On voit sur ce graphique que la longueur moyenne des premiers ouvrages était assez faible, autour de 400m. Les tunnels plus récents ont une longueur moyenne plus élevée, dépassant 500m. Le pic à 800m entre 1950 et 1960 est à relativiser par le peu d'ouvrages ayant été construits durant cette période (extension ligne 13 à Saint Denis, banlieue moins dense).

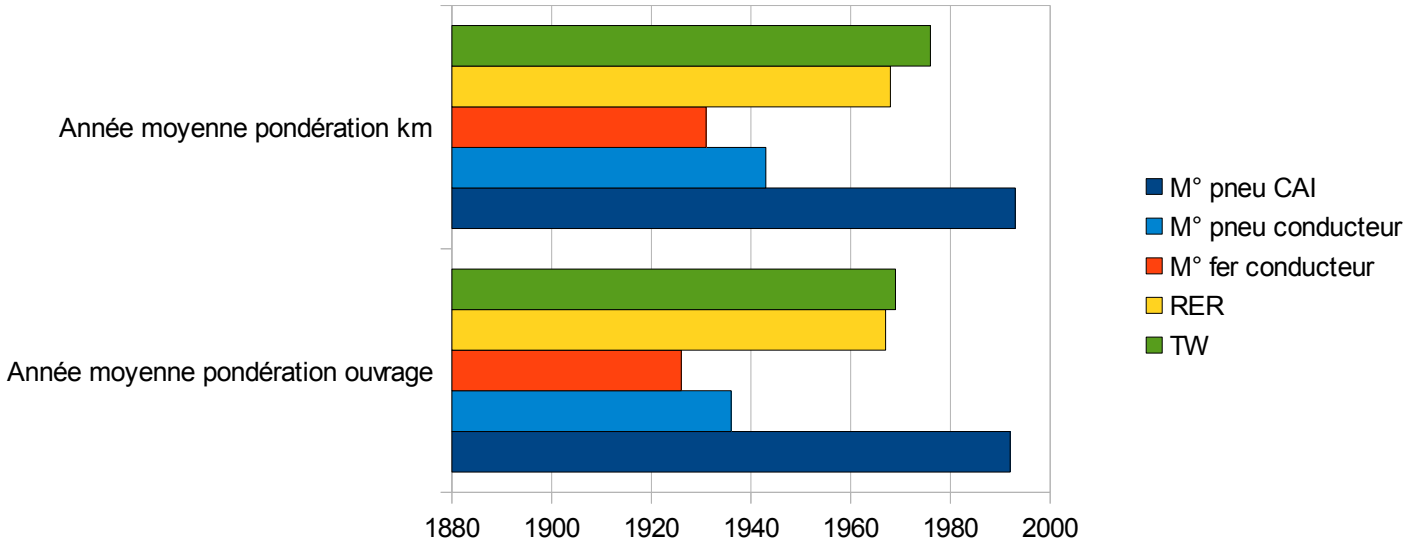
En raisonnant sur des périodes de 20 ans, la répartition est la suivante :



Sur des périodes de 20 ans, l'augmentation de la longueur moyenne des tunnels construits est constante, avec un niveau de plus de 700m atteint entre 1990 et 2010.

4.2.5 - Type de système et année de construction

Le graphique suivant présente l'année moyenne de construction des ouvrages par type de système :



Les résultats ne changent pas selon la pondération au nombre d'ouvrages ou au linéaire.

Logiquement, les ouvrages de métro classique sont les plus anciens, les tunnels de tramway et du RER se situent au milieu, et les ouvrages des métros automatiques sont les plus récents.

4.3 - Proposition de typologie des ouvrages

La typologie des ouvrages proposée dans la présente étude est faite selon 4 critères :

- le type de roulement (fer ou pneu),
- le mode d'exploitation (avec ou sans conducteur),
- l'époque de construction,
- la longueur.

Le tableau de typologie est ainsi le suivant :

Année de constuction	Longueur	Pneu CAI	Pneu CM	Fer CM
1890-1950	*<800m*	A1Pa	A1Pm	A1F
	>800m	A2Pa	A2Pm	A2F
1950-1997	*<800m*	B1Pa	B1Pm	B1F
	800m<x<2000m	B2Pa	B2Pm	B2F
	>2000m	B3Pa	B3Pm	B3F
1998-2001	*<800m*	C1Pa	C1Pm	C1F
	800m<x<2000m	C2Pa	C2Pm	C2F
	>2000m	C3Pa	C3Pm	C3F

Après identification et comptabilisation pour chaque catégorie de la typologie, le linéaire (en kilomètres) se répartit de la manière suivante dans la typologie :

Année de constuction	Longueur	Pneu CAI	Pneu CM	Fer CM
1890-1950	*<800m*		32,9	98,3
	>800m		0,9	6,9
1950-1997	*<800m*	27,9	20,5	18,5
	800m<x<2000m	16,5	2,5	25,1
	>2000m			14
1998-2001	*<800m*	10,5	1,2	
	800m<x<2000m	8	1	
	>2000m	2,6		

On confirme ainsi les éléments suivants :

- les systèmes pneus CAI sont tous récents et comptent un linéaire important de tunnels >800m ;
- les systèmes pneus CM sont d'époques très variées et comptent peu d'interstations >800m ;
- les systèmes fer sont relativement anciens, courts dans la 1ère période de construction, plus longs dans la 2ème moitié du 20ème siècle avec de nombreux ouvrages >800m et même à 2000m (RER).

Cette typologie est à mettre en relation avec le retour d'expérience et les défauts de sécurité identifiés dans les différents types d'ouvrages.

5 - Analyse du retour d'expérience

Le retour d'expérience concernant la sécurité incendie en tunnel est couvert par le suivi des dégagements de fumée et des évacuations en interstation. Les causes des dégagements de fumée peuvent inclure différents équipements / sous-systèmes évoqués dans les paragraphes précédents.

5.1 - Données d'entrée

Le constat est fait que les seuls éléments contenus dans les Pièces 8 des DSR fournissent une vision incomplète de la réalité.

La partie de la pièce 8 exploitée dans la présente étude est le paragraphe *8.1 : Liste et description succincte des accidents, incidents graves et événements notables pour la sécurité survenus sur le système de transport, identification synthétique de leurs causes.* Il est précisé dans le guide d'application du STRMTG sur les DSR que *« ce paragraphe donne lieu au recensement et à la présentation des événements* ***marquants*** *(accidents ou incidents graves ou qui auraient pu l'être, quasi-accidents significatifs) au plan de la sécurité survenus depuis la mise en exploitation du système. »*

Or, les procédures de déclaration des événements n'étaient pas totalement stabilisées au moment où les DSR ont été réalisés ; notamment, les critères de déclaration des dégagements de fumée en tunnel aux services de l'État ont été affinés en 2011 suite aux travaux du GT REX Métros-RER. Les éléments présentés dans les Pièces 8 des dossiers peuvent être hétérogènes d'un réseau à l'autre, puisque les critères de renseignement des événements dans les Pièces 8 n'étaient pas explicités à l'époque de leur rédaction. De plus, le terme introduit dans ce paragraphe, « événements marquants », n'est pas employé dans la réglementation et a pu être interprété de manière différente selon les réseaux.

Le STRMTG a donc complété son analyse du REX avec les données dont il dispose par ailleurs sur ces systèmes, comme les rapports annuels d'exploitation ou encore des pièces de dossiers annexes.

Les données exploitées pour cette analyse du retour d'expérience sont donc les suivantes :

- les incidents présentés dans les pièces 8 des DSR, seuls éléments à avoir été analysés par les OQA,
- des incidents complémentaires transmis aux services de contrôle dans le cadre de l'instruction de ces DSR,
- les rapports annuels sur la sécurité de l'exploitation élaborés par les exploitants et les saisies effectuées dans les BDD accidents Tramways et Métros-RER pour ces systèmes,
- les rapports annuels sur les événements tramways, métros et RER publiés par le STRMTG,
- des éléments de REX complémentaires sur ces aspects présentés dans d'autres dossiers de sécurité.

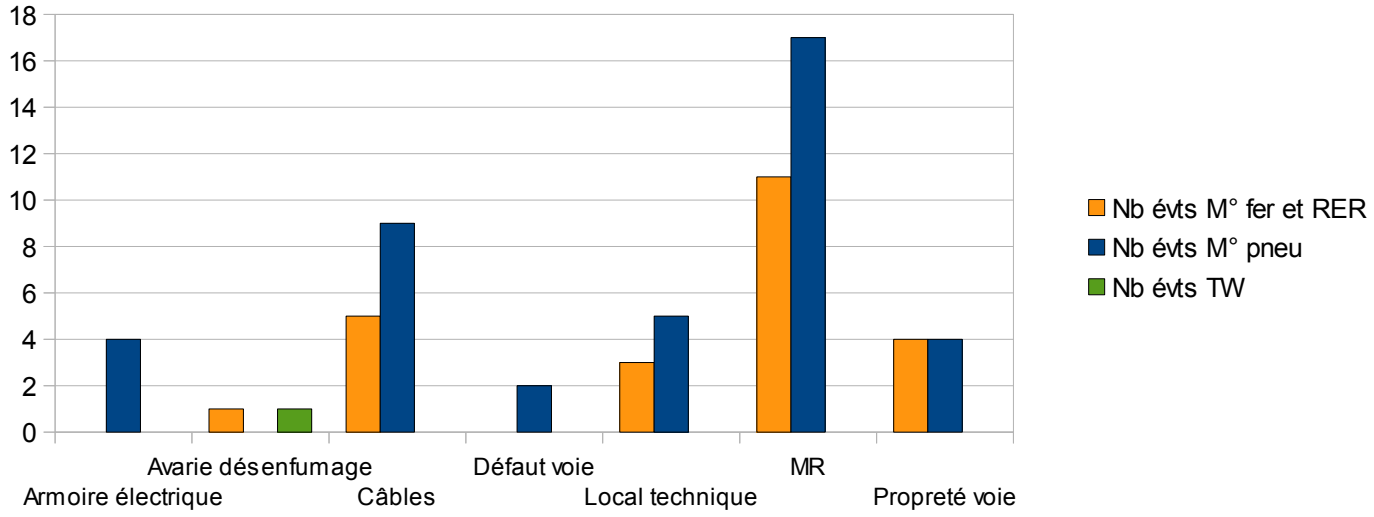
Les données utilisées sont précisées au début de chacun des paragraphes suivants.

5.2 - Dégagements de fumée

5.2.1 - Analyse des données des DSR Pièces 8

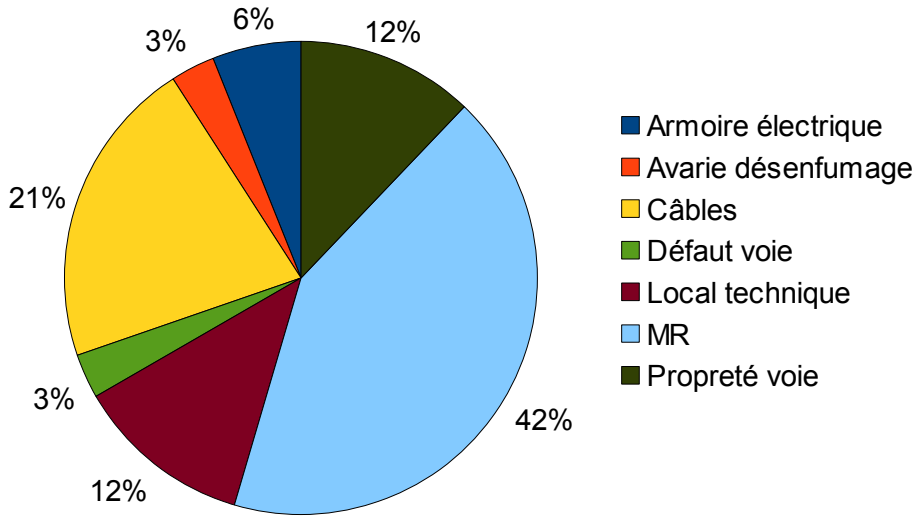
Source des données : DSR Pièces 8 uniquement

Les données contenues dans les Pièces 8 des DSR, présentant les événements « marquants » survenus sur chaque système durant les 10 années précédent le dépôt du DSR, mettent en avant un certain nombre de dégagements de fumée, avec des facteurs différents :



Ces événements cumulés sur 10 ans constituent un petit nombre comparé aux événements répertoriés chaque année dans les rapports annuels d'exploitation (environ 50 à 100 dégagements de fumée par an). De plus, après recoupement avec les données « fines » dont dispose le STRMTG, la répartition relative par type de système ne semble pas refléter la réalité.

Les statistiques issues des Pièces 8, bien qu'incomplètes, permettent de se faire une première idée sur la répartition des différents facteurs de dégagement de fumée :



À première vue, le facteur principal des dégagements de fumée est le MR, et dans une moindre mesure les câbles, les locaux techniques et la propreté de la voie.

5.2.2 - Statistiques annuelles sur les dégagements de fumée TGU

Sources des données :
Rapports annuels établis par les exploitants sur la sécurité de l'exploitation et rapports annuels STRMTG sur les événements d'exploitation intéressant la sécurité

Suite aux travaux entrepris par le STRMTG dans le cadre du GT REX Métros-RER, un guide d'application du STRMTG sur le *traitement des événements d'exploitation intéressant la sécurité des systèmes métros et RER* a été publié début 2012. Ces travaux ont permis de fiabiliser les remontées d'informations sur les événements pour ces systèmes, avec des critères partagés par les différents exploitants, notamment en ce qui concerne les dégagements de fumée.

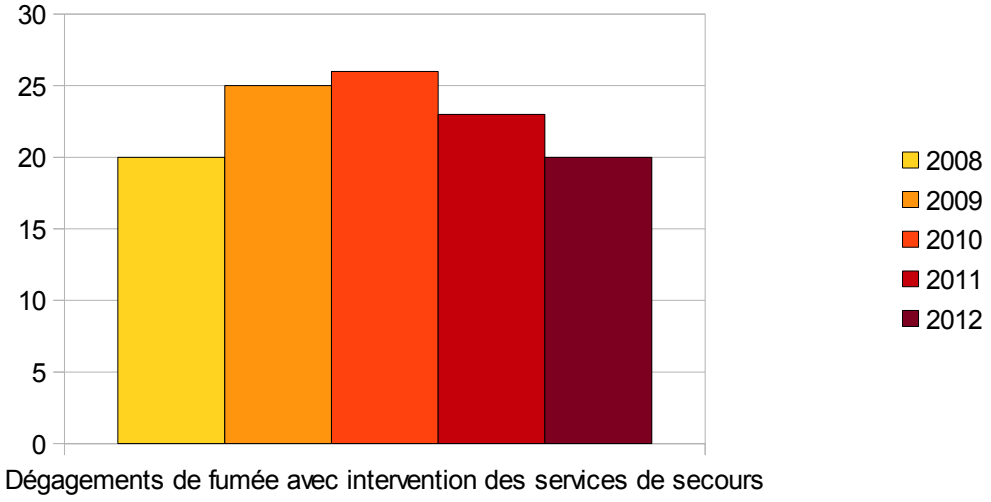
Ceci permet au STRMTG de disposer de statistiques sur les dégagements de fumée pour tous les systèmes TGU comportant des tunnels (« existants » et « nouveaux » confondus) entre 2008 et 2012, progressivement fiabilisées.

Sur la période d'observation susvisée, aucune victime n'a été recensée en association à ces événements.

Il faut néanmoins noter que les remontées d'informations associées peuvent être difficiles : dans la majeure partie des cas, pour les événements recensés ces dernières années, les victimes seraient des personnes incommodées par les fumées. Ces personnes ne se manifestent pas forcément auprès de l'exploitant, et si elles le font, il n'est pas certain que les statistiques associées soient comptabilisées comme des blessés légers.

Il faut également garder en mémoire que les données disponibles ne sont pas encore assez fines pour discriminer les dégagements de fumée en tunnels et en surface avant 2012.

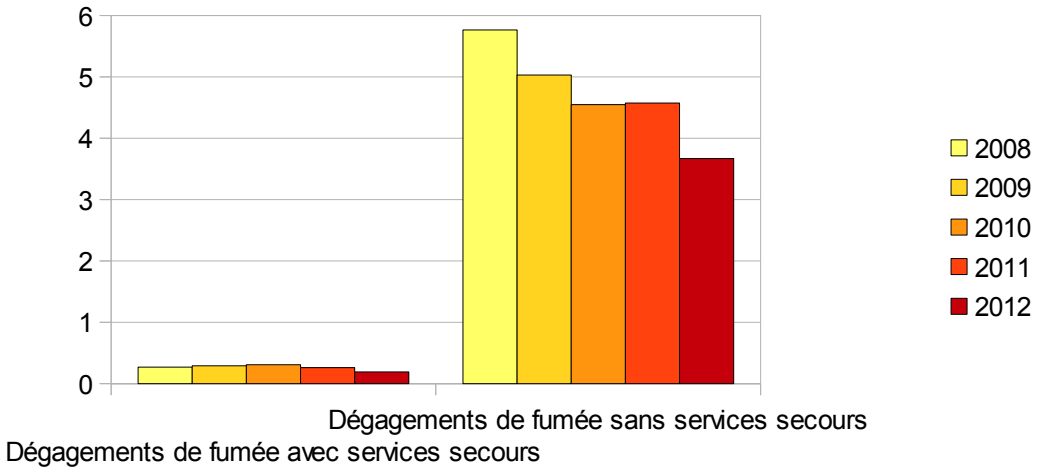
L'ordre de grandeur est de 20 à 26 dégagements de fumée ayant entraîné l'intervention des services de secours par an, tous réseaux et tous systèmes TGU confondus.



Les dégagements de fumée semblent rares en tramways, et l'analyse de la base de données des événements montre que le peu d'événements de ce type ne sont pas survenus sur les réseaux comportant des tunnels.

La finesse des données ne permet pas encore de faire une comparaison entre systèmes pneus / fer et CM / CAI de manière pertinente.

Depuis l'année 2011, le STRMTG comptabilise également pour les systèmes métros et RER le nombre de dégagements de fumée survenus n'ayant pas occasionné d'intervention des services de secours. Les données fournies par les exploitants ont permis de reconstituer en partie les données des années précédentes.



On constate un ratio de 1 à 10 entre les dégagements de fumée ayant nécessité ou non l'intervention des services de secours.

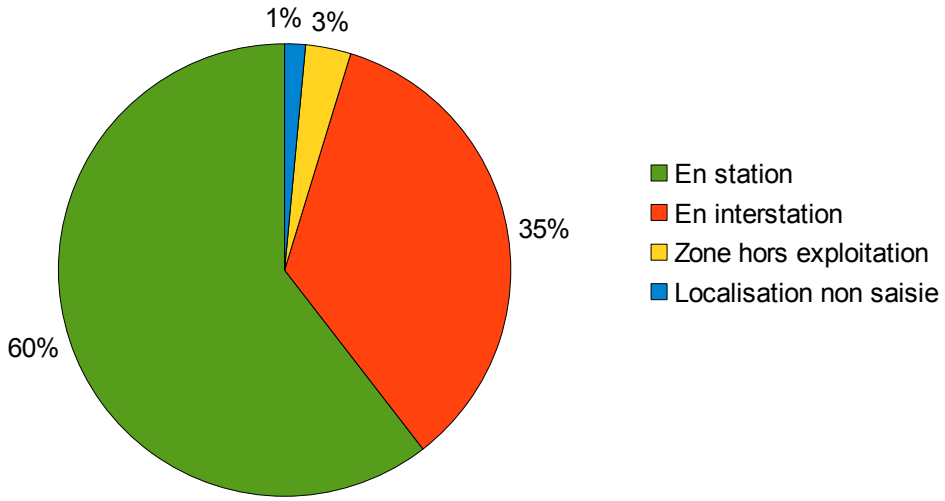
5.2.3 - Dégagements de fumée saisis dans la BDD nationale du STRMTG

Sources des données :
- Saisies des exploitants pour 2012 dans la BDD nationale STRMTG « Événements Métros-RER »
- Rapport annuel STRMTG sur les événements d'exploitation intéressant la sécurité survenus en 2012

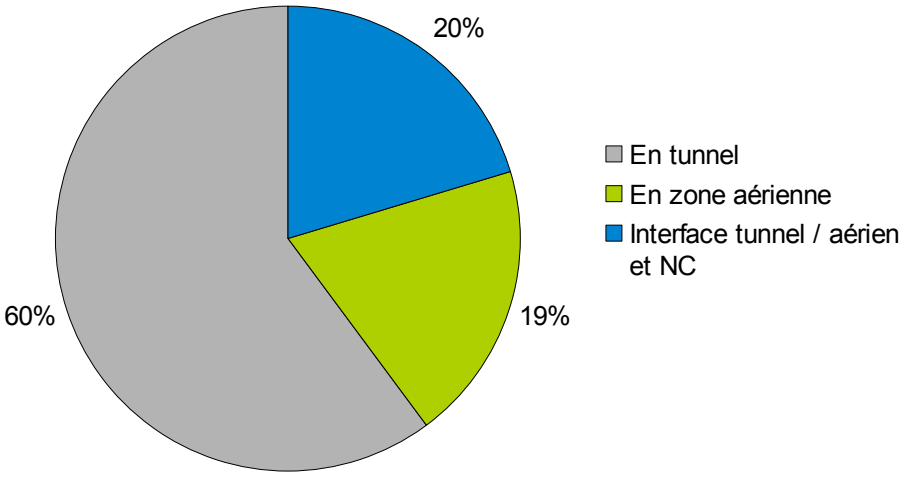
Les présentes données ressortent de l'ensemble des systèmes métros-RER, tous type d'ouvrages confondus « existants » ou « nouveaux », ainsi qu'aériens.

La base de données nationale du STRMTG permet d'établir des statistiques plus précises sur la localisation des dégagements de fumée pour les métros et RER. Le taux de saisie dans la BDD est de 93 % des dégagements de fumée (avec et sans intervention des services de secours), ce qui est très représentatif.

Les graphiques suivants présentent, d'après les données saisies dans cette base par les exploitants, la proportion d'événements selon différents critères :



Avec ou sans intervention des services de secours, et quelle que soit leur cause, plus de la moitié des dégagements de fumée se déroulent ou sont détectés en station, où les voyageurs peuvent être mis plus rapidement en sécurité qu'en interstation où seuls un peu plus d'1/3 des événements de ce type se déroulent.



La majorité des dégagements de fumée en interstation saisis dans la base de données sont en tunnel, mais, pour mémoire, leur nombre en zone aérienne n'est pas négligeable. Les autres sont en général situés dans des interstations de transition entre ouvrages aérien et souterrain, et la localisation n'est pas assez précise pour déterminer le type d'ouvrage.

Seuls 3 dégagements de fumée occasionnant l'intervention des services de secours se sont produits en interstation et en tunnel en 2012, tous dans des tunnels de moins de 800m.

En ce qui concerne les dégagements de fumée mineurs (sans intervention des services de secours) se produisant en interstation et en tunnel, un suivi est initié par classes de longueurs d'ouvrages, à partir d'un ratio par km de tunnels :

Classes de longueur des ouvrages	Dégagements de fumée mineurs / linéaire de tunnels en km
Tunnels <800m	0,37
Tunnels entre 800 et 2000m	0,11
Tunnels >2000m	0,12
Moyenne	*0,3*

La première tendance pourrait montrer que les tunnels plus longs, a priori plus défavorables pour l'évacuation, seraient exploités avec des systèmes plus récents générant moins de dégagements de fumée. Il convient néanmoins de rester très prudent avec des données sur une seule année, et à partir d'événements assez rares.

Environ 21 % seulement des dégagements de fumée saisis dans la base de données nationale pour 2012 se déroulent en interstation et en tunnel.

Pour mémoire, en 2012, le temps moyen de perturbation pour un dégagement de fumée avec intervention des services de secours est 1h36, contre 10 minutes sans leur intervention.

5.2.4 - Dégagements de fumée liés aux isolateurs

Sources des données :
- Compléments aux DSR apportés lors de l'instruction
- Suivi des événements d'exploitation par le STRMTG

Un REX particulier sur les incidents liés aux isolateurs a pu être fourni dans le cadre de l'instruction de DSR sur certains réseaux.

.

Les enseignements que l'on peut tirer de ces données sont les suivants :

- l'ordre de grandeur est d'un à trois incidents liés aux isolateurs par an et par ligne ;
- les principales causes des dégagements de fumée liés aux isolateurs sont les infiltrations ;
- l'intervention des services de secours n'est pas systématique ;
- on observe un équilibre relatif entre les systèmes fer et pneu en raisonnant sur des ratios.

5.2.5 - Lien entre dégagements de fumée et évacuations

Sources des données :
Dossier de Sécurité concernant l'évolution d'une ligne ayant fait l'objet d'un DSR

Un Dossier de Sécurité concernant l'évolution d'une ligne ayant fait l'objet d'un DSR fournit également des éléments de REX complémentaires concernant les dégagements de fumée.

Notamment, sur 11 années de référence, un dégagement de fumée sur 460 a donné lieu à une évacuation sous tunnel. L'approche quantitative ne peut néanmoins pas être plus développée.

5.3 - Évacuations en interstation

5.3.1 - Analyse générale sur les évacuations

Une discussion a eu lieu avec les exploitants dans le cadre du GT REX Métros-RER pour définir les critères de déclaration des évacuations aux services de contrôle.

Il a été retenu la distinction suivante :

- les évacuations qui se passent mal (en général, ces évacuations occasionnent des victimes et/ou ont un fort impact médiatique) sont à déclarer individuellement au service de contrôle avec les modalités habituelles,
- le nombre total d'évacuations en interstation en tunnel est transmis annuellement aux services de contrôle.

Dans les faits, les évacuations qui se passent mal sont très rares, et souvent médiatisées.
La suite de l'analyse se base sur le nombre total des évacuations en interstation.

5.3.2 - Évacuations en interstation survenues entre 2007 et 2012 sur les réseaux métros-RER en CM/CAI

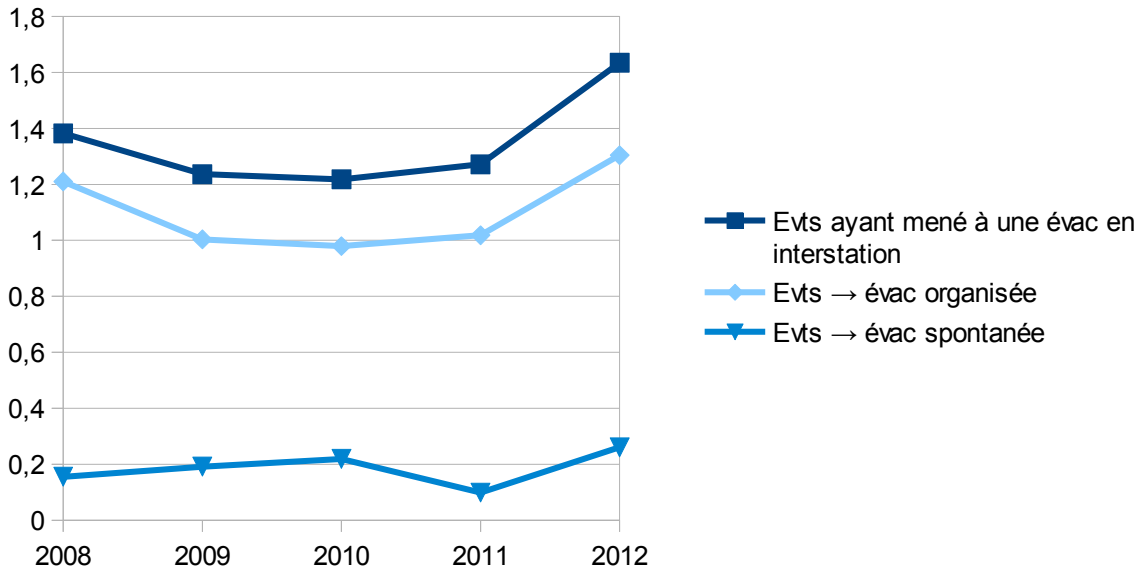
Source des données :
Projet de rapport annuel du STRMTG sur les événements d'exploitation survenus en 2012 sur les réseaux métros-RER

Depuis 2011, les exploitants font remonter assez de données au STRMTG pour lui permettre d'établir des ratios du nombre d'évacuations en interstation par million de kilomètres commerciaux parcourus, en distinguant les systèmes avec conduite manuelle et ceux avec conduite automatique. Certains exploitants ont également fourni des données sur les années précédentes, ce qui a permis de compléter l'analyse pluri-annuelle.

Les analyses portent sur le nombre total d'événements ayant mené à une évacuation en interstation, que ce soit en tunnel ou en zone aérienne.

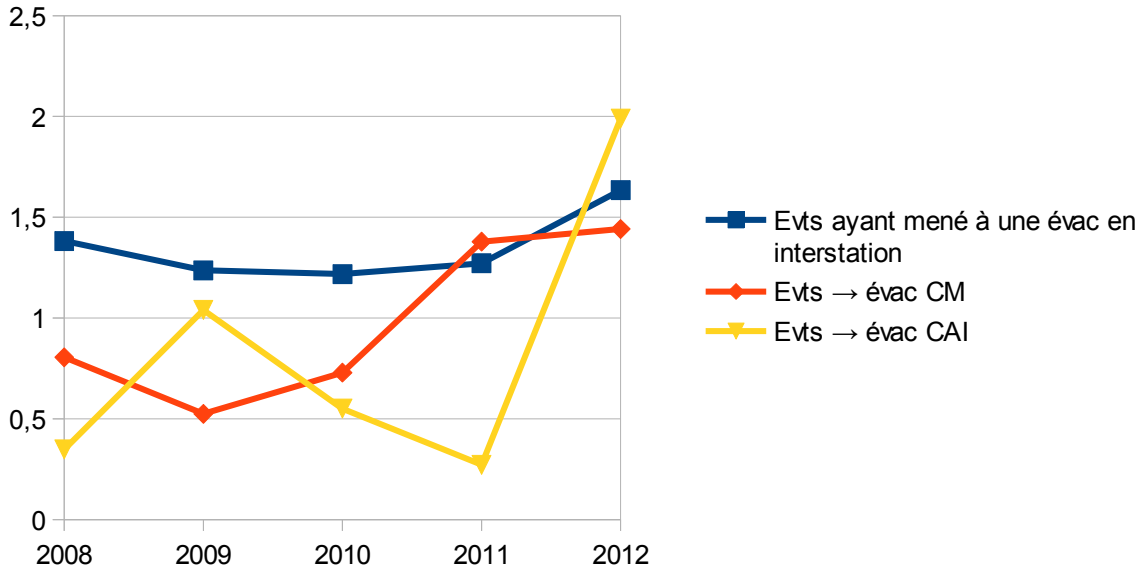
Dans la mesure du possible, on distingue également :

- les évacuations organisées : l'exploitant ordonne l'évacuation des voyageurs,
- les évacuations spontanées : les voyageurs actionnent un signal d'alarme et évacuent spontanément le train sans consigne.



Nombre d'événements ayant mené à au moins une évacuation, par million de kilomètres commerciaux parcourus

On observe que les évacuations organisées restent largement majoritaires par rapport aux évacuations spontanées (environ une évacuation spontanée pour 5 organisées).



Nombre d'événements ayant mené à au moins une évacuation, par Mkm commerciaux parcourus : distinction conduite manuelle (CM) – conduite automatique intégrale (CAI)

L'analyse de l'évolution sur la période 2008-2012 ne permet pas de conclure sur la comparaison des évacuations en conduite manuelle ou automatique intégrale, les résultats étant très fluctuants selon les années. Ceci est en partie dû aux données incomplètes avant 2011, mais on observe également une variabilité importante entre 2011 et 2012 avec des données complètes.

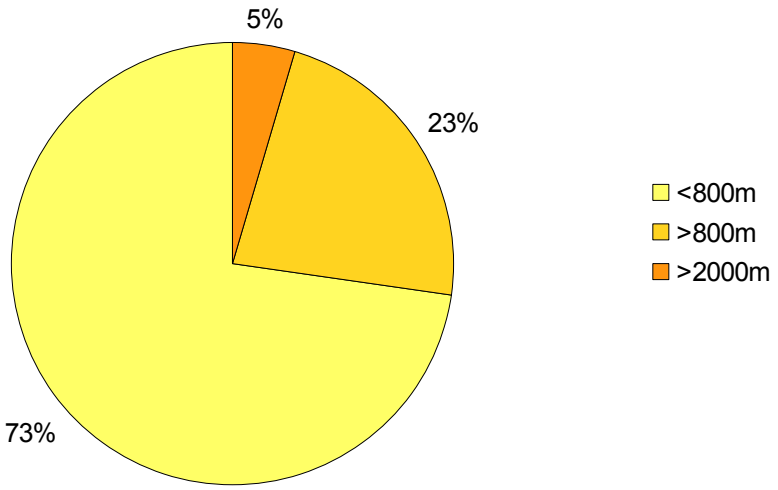
La fluctuation importante des évacuations en conduite automatique intégrale apparaît liée à leur caractère aléatoire et conjoncturel (par exemple, évacuations liées à des mises à jour des automatismes ayant un impact sur la disponibilité).

5.3.3 - Évacuations en interstation survenues en 2012 sur les réseaux métros-RER, saisies dans la BDD nationale du STRMTG

Sources des données :
- Saisies des exploitants pour 2012 dans la BDD nationale STRMTG « Événements Métros-RER »
- Rapport annuel STRMTG sur les événements d'exploitation intéressant la sécurité survenus en 2012

Les données exploitables saisies dans la BDD nationale mise en place par le STRMTG représentent environ 21 % des évacuations en interstation qui se sont déroulées en 2012.

Parmi ces évacuations, plus de 2/3 se sont déroulées en tunnel.



Répartition de la localisation des évacuations en interstation et en tunnel par classe de longueur

Cette répartition est logiquement très voisine de la répartition des classes d'ouvrages au sein du linéaire total.

Pour mémoire, en 2012, le temps moyen de perturbation pour ces évacuations en interstation saisies dans la BDD est 1h33.

5.3.4 - Nombre de trains évacués

Source des données : *Compléments sur le REX fournis lors de l'instruction des DSR* *Événements déclarés au service de contrôle*

Des éléments complémentaires de REX fournis lors de l'instruction des DSR ont permis de disposer de données significatives sur le nombre de trains évacués lors de chaque événement donnant lieu à une évacuation.
La moyenne est de 1,8 trains évacués par événement de ce type.

Par ailleurs, sur les événements déclarés aux services de contrôle ces dernières années, le nombre maximum de trains évacués lors d'un seul événement a été de 13, suite à une indisponibilité du système.

5.4 - Idées fortes sur le REX

L'analyse du retour d'expérience basé sur des données d'origine différentes permet de dégager les idées fortes suivantes :

- les dégagements de fumée ces dernières années n'ont pas occasionné de victimes ;
- la principale cause des dégagements de fumée est le matériel roulant ;
- le nombre de dégagements de fumée survenant sur les réseaux de métros fer et pneu est difficilement comparable ;
- la majorité des dégagements de fumée se déroulent ou sont détectés en station ;
- très peu de dégagements de fumée donnent lieu à une évacuation en tunnel ;
- les évacuations se passent bien dans la grande majorité des cas, même sans cheminements conformes aux référentiels actuels ;
- la majorité des évacuations est contrôlée et ordonnée par l'exploitant (seulement 1 évacuation spontanée de voyageurs pour 5 organisées) ;
- pour chaque évacuation en tunnel, sur ces dernières années, 1 à 13 trains peuvent être évacués avec une moyenne de 1,8 trains ;
- il est difficile de comparer les évacuations en interstation entre les systèmes en conduite manuelle et en conduite automatique intégrale ; les nombres sont très fluctuants d'une année sur l'autre ; bien que d'après des exploitants/AOT, le REX montre que les évacuations en CAI ne sont pas plus difficiles à gérer que les évacuations en CM, malgré l'absence de conducteur, il n'existe pas d'échantillon représentatif en cas de dégagement de fumée et la présence du conducteur facilite le déroulement de l'évacuation.

6 - Mise en relation entre les défauts de sécurité, la typologie des ouvrages et le retour d'expérience

6.1 - Méthode de mise en relation

La plus-value de la présente étude est de permettre une harmonisation du traitement des défauts de sécurité identifiés par les OQA, sur la base d'une typologie des ouvrages et du retour d'expérience.

La méthode pour effectuer cette mise en relation a été :

- passer en revue les thématiques identifiées dans la partie 3.4, dans l'ordre déterminé,
- établir une grille d'analyse basée sur la typologie des ouvrages,
- hiérarchiser des niveaux de criticité selon les types d'ouvrages,
- en fonction des éléments de retour d'expérience,
- en fonction des défauts identifiés comme significatifs ou mineurs sur les différents réseaux.

Plusieurs niveaux de criticité sont proposés avec un code couleur :

Ouvrages identifiés comme non concernés
Ouvrages concernés, criticité faible
Ouvrages concernés, criticité moyenne
Ouvrages concernés, criticité importante
Thématique à considérer avec précaution
Thématique exportée vers les services de secours, laissés juges de la criticité

Ce niveau de criticité est indépendant des défauts de sécurité majeurs / significatifs / mineurs. En effet, les défauts sont identifiés par les OQA et le STRMTG n'a pas vocation à modifier directement ces qualifications de défauts. Les niveaux de criticité permettent seulement de cibler les ouvrages dont la sécurité devrait être améliorée en priorité pour la thématique concernée. Cette grille constitue un outil d'aide à la décision.

Cette grille est théorique et fixe des principes de priorisation des traitements. Elle ne préjuge pas des ouvrages concernés ou non par ces problématiques. L'identification des ouvrages doit se faire réseau par réseau (voir paragraphe 6-3).

6.2 - Grilles d'analyse

L'analyse suivante permet d'obtenir des grilles théoriques au niveau national, basées sur la typologie des ouvrages. Ces grilles sont présentées ci-après, ainsi que les arguments ayant permis de les établir.

Discontinuité du cheminement	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Les ouvrages récents ont des cheminements continus et ne sont donc pas concernés par cette problématique.
Les tunnels plus longs et en conduite automatique intégrale sont jugés plus critiques vis-à-vis de l'évacuation.

Absence de systèmes de détection d'incendie sur MR	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Ces systèmes de détection embarqués ne sont pas exigés dans le cadre de la réglementation sur les tunnels neufs. Il convient donc de rester prudent sur le caractère systématique de la mise en œuvre de tels systèmes de détection, qui seraient plutôt à envisager en mesures compensatoires par rapport à une carence sur une autre thématique.

Balisage de cheminement insuffisant	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Les ouvrages récents comportent un balisage de cheminement convenable.
Le balisage est important dans les ouvrages plus longs.
Le balisage est également plus important pour les systèmes en conduite automatique intégrale, où il n'y a pas de personnel sur place immédiatement pour faciliter l'évacuation.

Absence de documentation sur la stabilité au feu des tunnels	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Ce point documentaire concerne a priori tous les types d'ouvrages, sauf les ouvrages les plus récents.

Absence de désenfumage	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Cette absence de désenfumage est plus critique sur les ouvrages plus longs, et pour le MR pneu.

Seuls quelques ouvrages ne comportent pas de désenfumage.

Câbles présentant un risque d'incendie	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Les ouvrages plus récents, comportant des câbles sans halogènes, ne sont pas concernés. Pour les autres ouvrages, la criticité apparaît plus importante dans les tunnels plus longs.

Eclairage de cheminement faible	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Comme pour la plupart des problématiques liées à l'évacuation, la criticité est plus grande dans les ouvrages longs et en conduite automatique intégrale.

Absence de colonnes sèches (services de secours)	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Les ouvrages les plus récents, et les ouvrages exploités en conduite automatique intégrale sont dotés de colonnes sèches.

Cette problématique est exportée vers les services de secours.

Caractéristiques du désenfumage insuffisantes, compte tenu des caractéristiques feu-fumée du MR	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Les ouvrages récents comportent un bon système de désenfumage et sont en général exploités avec du MR récent présentant de bonnes caractéristiques feu-fumée.
Parmi les autres systèmes, la criticité apparaît surtout élevée pour le MR pneu, et plutôt dans les ouvrages longs.

Arrêt en tunnel permis par le système en cas d'incident	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

La possibilité d'immobiliser un train en tunnel en cas d'incident est surtout critique en conduite automatique intégrale et dans les tunnels longs.

Néanmoins, il apparaît difficile d'effectuer des modifications sur les systèmes pour empêcher ce type de situation qui est déjà évité dans la mesure du possible, conformément à une recommandation de l'UITP préconisant d'éviter l'arrêt des trains en tunnel.

Caractéristiques feu-fumée insuffisantes sur MR	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Les caractéristiques feu-fumées du matériel roulant apparaissent surtout critiques pour le MR pneu, afin d'éviter la propagation d'un éventuel feu de pneu.

Les systèmes avec des matériels roulants récents respectent les normes feu-fumée NF EN 16-101, 102 et 103 et ne sont donc pas concernés.

Caractéristiques des ventilateurs insuffisantes (tenue au feu et redondance de l'alimentation)	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Les ouvrages récents comportent des ventilateurs ayant une bonne tenue au feu et une alimentation redondée.
Pour les autres ouvrages, la criticité apparaît plus importante pour les systèmes pneus.

Continuité radio-électrique des communications de secours (services de secours)	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Cette problématique est la même pour tous les ouvrages.
Elle est exportée vers les services de secours, et vers la DGSCGC pour ce qui concerne l'agrément des organismes amenés à vérifier cette continuité.

Absence d'accès secours pour les interstations >800m (services de secours)	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Au sens de la réglementation actuelle sur les tunnels neufs, l'aménagement d'accès secours ne concerne que les ouvrages de plus de 800m.

Cette thématique est exportée vers les services de secours.

Difficulté de suivi des événements en interstation	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Cette thématique concerne uniquement les tunnels des systèmes exploités en conduite automatique intégrale, ne comportant pas de conducteur pour suivre un événement éventuel. La problématique est surtout présente dans les ouvrages plus longs, car en cas d'incident, il peut être plus difficile d'avoir une localisation précise du train, et surtout plus long d'envoyer un agent d'exploitation sur place.

Il faut néanmoins noter que l'installation de caméras dans les tunnels et/ou à l'avant des trains n'est pas prévue par la réglementation actuelle pour les tunnels neufs (IT 2005).
Pour mémoire, à l'heure actuelle en France, des caméras sont déployées à l'avant des trains sur la ligne 1 du métro parisien, qui vient d'être automatisée dans un contexte particulier.
Il apparaît envisageable d'équiper du matériel roulant neuf.

Exercices trop peu nombreux / préparés (services de secours)	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Cette problématique est exportée vers les services de secours.

Fumée dirigée vers les accès	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

La criticité est la même pour tous les ouvrages.

L'identification exhaustive des éventuelles stations où la fumée pourrait être dirigée vers les accès reste à effectuer.

Interdistance trop grande entre les équipements de désenfumage	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Cette thématique prête à discussion : le critère principal de l'efficacité du désenfumage reste la vitesse de balayage effective en tunnel ; l'interdistance entre les ventilateurs n'est qu'un moyen parmi d'autres d'améliorer le balayage.

Perte de communications en cas de rupture des câbles rayonnants	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Cette thématique concerne uniquement les métros exploités en conduite automatique intégrale, où les communications entre les trains et le PCC doivent être garanties en cas d'incident, d'autant plus dans des ouvrages longs où l'évacuation serait plus longue.
La problématique est la présence de câbles de communication dans la partie haute du tunnel, plus vulnérable en cas de sinistre.

Détritus dans les rames	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Cette thématique apparaît plus critique dans les métros automatiques, dans lesquels un conducteur ne peut pas identifier un sinistre rapidement. Néanmoins, il convient de noter que sur les matériels roulants respectant les normes feu-fumée récentes, un feu de détritus dans une rame ne se propagerait pas.

Propreté de la voie insuffisante	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

Cette thématique apparaît plus critique en métro pneu.

Vétusté d'isolateurs	**1890-1950**	***<800m***			
		>800m			
	1950-1997	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			
	1998-2001	***<800m***			
		800m<x<2000m			
		>2000m			

De la même manière, cette thématique apparaît plus critique pour les systèmes pneus. Les tunnels plus longs apparaissent plus critiques.

Néanmoins, le REX montre que les dégagements de fumée liés aux isolateurs sont avant tout dus à des infiltrations ; il convient de traiter celles-ci en priorité.

6.3 - Application de la grille d'analyse aux réseaux

Pour chaque réseau, les ouvrages sont répartis dans la typologie définie par l'étude.
Puis, à partir d'un tableau de recensement des exports potentiels des défauts entre réseaux, il est en général possible de voir si les ouvrages de ce réseau sont concernés ou non par chaque thématique.
Une grille d'analyse est donc élaborée et adaptée à chaque réseau.

Les longueurs (en mètres) correspondant aux ouvrages du réseau figurent dans la grille à titre indicatif, mais elles ne correspondent pas forcément aux longueurs des ouvrages concernés par la thématique.

Si une thématique est associée à un défaut de sécurité sur le réseau concerné, ceci est identifié dans la grille par des caractères gras et des astérisques.

Ces grilles locales sont annexées au présent rapport : chaque destinataire de l'étude reçoit uniquement le tableau du (ou des) réseau(x) qui le concerne(nt), afin de respecter les critères de confidentialité définis par le groupe de pilotage.

6.4 - Mesures d'amélioration des ouvrages associées aux thématiques

6.4.1 - Traitement des défauts par les AOT et les exploitants

Le renvoi à la réalisation de la présente étude par les observations des Préfets sur les DSR n'a cependant pas empêché certaines AOT de lancer des mesures visant à améliorer le niveau de sécurité dans les tunnels.

La simple compilation des mesures des AOT destinées à traiter les défauts de sécurité, présentées en P10 des DSR, ne peut suffire à l'analyse, car elle peut avoir évolué dans le cadre de l'instruction des DSR ou de projets connexes, ou être incomplète. Par exemple, des systèmes ont pu évoluer fortement depuis le DSR ou être en train d'évoluer (exemples : automatisation de la ligne 1 du métro parisien, doublement de la capacité de la ligne 1 du métro de Lille, …). Ces éléments complémentaires sont en partie compilés dans le tableau de synthèse des défauts de sécurité, mais une mise à jour exhaustive est difficile.

Ce premier recensement brut est donc à considérer avec prudence et ne reflète qu'une partie de la réalité. Un suivi plus fin des mesures prises par les AOT devra être effectué par chaque bureau de contrôle dans le cadre du suivi normal de l'instruction des DSR.

6.4.2 - Exemples de mesures d'amélioration possibles pour les thématiques principales

Encore une fois, ces mesures d'amélioration ne constituent pas un recensement exhaustif des mesures prévues par les différentes AOT pour répondre aux défauts de sécurité des DSR.
Elles sont évoquées ci-après uniquement à titre indicatif et peuvent donner une idée des bonnes pratiques en la matière.

Elles peuvent provenir des réponses des AOT aux défauts de sécurité OQA (pièces 10 des DSR), de mesures d'amélioration engagées par ailleurs par les AOT, de pratiques existantes sur des réseaux par ailleurs, de modifications substantielles effectuées sur le système...

Discontinuité du cheminement :

Ces discontinuités peuvent être traitées par des reprises ponctuelles du cheminement, avec une facilité de mise en œuvre variable, dépendant si le génie civil doit être repris.

Balisage de cheminement :

La signalétique de balisage des issues peut être améliorée : balisage plus lisible, plus fréquent, ...

Connaissance de la stabilité au feu des ouvrages :

Dans les cas où la recherche documentaire ne serait pas suffisante, la réalisation de diagnostics apparaît envisageable.

Absence de désenfumage :

L'installation d'un système de désenfumage sur un système pré-existant apparaît complexe et coûteuse. Néanmoins, sur certains réseaux, des études de faisabilité ont montré que le désenfumage pouvait être amélioré et de nouveaux ventilateurs installés. Dans le cas où les études de faisabilité démontreraient le contraire, des mesures compensatoires peuvent être étudiées. Les performances de la ventilation naturelle sont également à évaluer afin de quantifier la nécessité de ces mesures compensatoires.

Câbles présentant un risque d'incendie :

Le remplacement progressif des câbles anciens par des câbles sans halogènes est encouragé, notamment à l'occasion de modifications des systèmes.

7 - Conclusions et suites à donner

7.1 - Conclusions

Les Dossiers de Sécurité Régularisés ont permis de disposer de données très riches sur les tunnels « existants » des transports guidés urbains. De la même manière, la diversité des points de vue des OQA a permis l'identification de défauts de sécurité de manière complémentaire. Cette diversité des points de vue a été mise en valeur et lissée par l'étude, prenant en compte tous les défauts de sécurité de portée générique.

Les défauts de sécurité identifiés par les OQA sont classés « significatifs » ou « mineurs » ; il n'a pas été identifié de « défaut de sécurité majeur » sur les ouvrages concernés. En outre, les défauts significatifs restent minoritaires parmi les défauts recensés.

Les éléments de retour d'expérience contenus dans les DSR ne reflètent qu'une partie de ce REX ; le STRMTG a complété ces éléments par ceux dont il a la connaissance par ailleurs afin de dégager des tendances complémentaires.

En mettant en relation les défauts de sécurité avec la typologie des ouvrages et le retour d'expérience, l'étude a permis une hiérarchisation de la criticité des défauts en fonction de la typologie. L'étude a ainsi permis d'obtenir une vision harmonisée basée sur une typologie au plan national, qu'il est possible de décliner au plan local dans un deuxième temps.

7.2 - Suites à donner

Il est proposé d'appliquer à chaque réseau les grilles d'analyse, en tenant compte des actions engagées ou prévues par les AOT. La démarche est une gestion au cas par cas par réseau, mais sur des problématiques et une approche génériques par typologie d'ouvrage.

Il est rappelé que la(les) grille(s) locale(s) pertinente est(sont) communiquée(s) aux acteurs de chaque réseau en annexe du présent rapport.

Un examen de ces grilles sera effectué au plan local avec les services de secours et le STRMTG. Les AOT/exploitants pourront ainsi faire connaître leurs observations sur les résultats locaux de cette étude et la manière dont ils les prennent en compte.

Au niveau réglementaire, suite à l'examen pour chaque réseau des grilles d'analyse, les bureaux de contrôle et les services de secours pourront émettre un avis complémentaire sur les aspects tunnels des DSR et ainsi clore leur instruction. Par la suite, les préfets formuleront si nécessaire des observations complémentaires sur ces mêmes DSR.

8 - Annexes

8.1 - Liste des membres du groupe de pilotage de l'étude

Nom	Organisme
Syndicats / associations de professionnels	
Mme Vanessa RAUTUREAU M. Philippe CHOKOMERT	UTP
M. Réginald BABIN M. Benoit CHAUVIN	GART
Autorités organisatrices de transports	
M. Richard DURANEL M. Jean-Luc MUSILLI	Lille Métropole
M. Frédéric DADOU	SYTRAL – Lyon
Mme Laurence SUBRAN M. Yves GODAYER	Communauté Urbaine de Marseille
M. Alexandre BURBAN	Agglomération de Rouen
M. Dominique LECOCQ Mme Hélène BOCHARD Mme Catherine MARCHETTI	Tisséo – SMTC (Toulouse)
Mme Élise PLAGNE	SMAT (maîtrise d'ouvrage déléguée de l'AOT de Toulouse)
Exploitants de réseaux	
M. Jean-François BLANC M. Marc BROCHOT M. Alain QUERE	Keolis Lyon
M. Patrick BLEUSE	RTM – Marseille
M. Arnaud MARCHAIS	RATP (IGSI) – Paris
M. Romain DEFOSSE M. Sébastien HOLSTEIN	TCAR – Rouen
M. Philippe PAGENOT M. Hocine TAZIBT	CTS – Strasbourg
M. Karim DEIBOUNE M. Hervé MONTALVA M. Jean-Claude SAURY	Tisséo – Toulouse
Organismes Qualifiés Agréés	
M. Joël LAMOTTE	CERTIFER
M. Gérard MIGLIORETTI	Ligeron

Nom	Organisme
Mme Mélanie ABRIAL Mme Linda ZHAO	Sector
Experts tunnels – appui méthodologique	
M. Marc TESSON M. Christophe WILLMANN	CETU
Ministère de l'Intérieur	
M. Ronan POILVERD M. Thierry DEHECQ	DGSCGC (Sécurité Civile)
Services de secours	
M. Benoit EVEN	SDIS 59 – Lille
M. Pascal GRANGE	SDIS 69 – Lyon
M. David GODIN M. Cécil PORTANGUEN	BMPM – Marseille
M. Pascal SADON	BSPP – Paris
Ministère en charge des transports	
M. Christian BOURGET M. Gilles LEBLANC	Président de la CNESTG
M. Olivier OCCHIPINTI Mme Annie DAUVILLIERS Mme Caroline LAURENT	DGITM / DST / SRF
M. Yoann BERTIN M. Jean-Pierre MORIZET	STRMTG / BNE
M. Jean-Pascal LESOT M. Jean-Louis MARLET M. Rémy CATTEAU M. Grégoire ISIDORE Mme Elisabeth POUGET	STRMTG / BNO DRIEAIF / DSTC
M. Arnaud de LABONNEFON Mme Gaëlle SANTARROMANA	STRMTG / BSE
M. Bertrand ALLIEZ M. Alexandre DUSSERRE M. Guillaume ROHR	STRMTG / BSO
M. Daniel PFEIFFER	Directeur du STRMTG
M. Claude MERLE M. Jean-Michel PASSELAIGUE	STRMTG / DTW
M. Jérôme CHARLES M. Thibault CHATELUS	STRMTG / DML

8.2 - Liste des documents de référence pour l'étude

Textes réglementaires :

- Décret 2003-425 relatif à la sécurité des transport public guidés dit « STPG » ;
- Circulaire du 21 octobre 2008 relative à la sécurité des transport public guidés ;
- Guide d'application du STRMTG 1.6 : contenu détaillé du Dossier de Sécurité « Régularisé » (DSR)
- Instruction Technique Interministérielle 98-300 relative à la sécurité dans les tunnels ferroviaires
- Arrêté du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport public guidés urbains de personnes (applicable uniquement aux ouvrages neufs), souvent nommée dans le rapport « IT tunnels 2005 »

Documents du groupe de pilotage :

- Compte-rendu de la réunion préliminaire du 30 mars 2010
- Compte-rendu de la réunion du 2 juin 2010
- Compte-rendu de la réunion de restitution du 1er juillet 2013
- Cahier des charges de l'étude – version 1 – 17 septembre 2010

Dossiers de Sécurité Régularisés :

- DSR et rapports d'évaluation OQA associés :
  - Métro de Lille,
  - Tramway de Lille,
  - Métro de Lyon lignes A-B,
  - Métro de Lyon ligne C,
  - Métro de Lyon ligne D,
  - Tramway de Lyon ligne T1,
  - Métro de Marseille lignes 1 et 2,
  - Métro Parisien,
  - RER ligne A (hors RFN),
  - RER ligne B (hors RFN),
  - Tramway RATP ligne T2,
  - Tramway de Rouen,
  - Tramway de Strasbourg.
- Comptes-rendus de réunions d'instruction locales ;
- Journaux des Points Ouverts (JPO) ou Journaux des Échanges Techniques (JET) : questions des services de contrôle de l'État dans le cadre de l'instruction des DSR ;
- Compléments fournis par les porteurs des DSR dans le cadre de l'instruction.

Analyse du retour d'expérience :

- Rapports annuels des exploitants sur la sécurité de l'exploitation ;
- Rapport annuel du STRMTG sur les événements d'exploitation intéressant la sécurité des systèmes métros-RER pour 2011,
- Projet de rapport annuel du STRMTG sur les événements d'exploitation intéressant la sécurité des systèmes métros-RER pour 2012,
- Données saisies par les exploitants dans la BDD nationale « Accidents Tramways »,
- Données saisies par les exploitants dans la BDD nationale « Événements Métros-RER ».

8.3 - Glossaire

AOT : Autorité Organisatrice des Transports

CAI : Conduite Automatique Intégrale

CM : Conduite Manuelle

CNESTG : Commission Nationale d'Evaluation de la Sécurité des Transports Guidés

DGITM : Direction Générale des Infrastructures de Transports et de la Mer (ministère en charge des transports)

DRIEA-IF : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement Ile-de-France

DGSCGC : Direction Générale de la Sécurité Civil et de la Gestion des Crises

DSR : Dossier de Sécurité Régularisé

DSTC : Département Sécurité des Transports Collectifs (dépend de la DRIEA-IF)

GART : Groupement des Autorités Responsables des Transports

GT REX Métros-RER : Groupe de Travail retour d'expérience animé par le STRMTG et associant exploitants, UTP et bureaux de contrôle.

ITI 98-300 : Instruction Technique Interministérielle 98-300 relative à la sécurité dans les tunnels ferroviaires, qui s'est appliquée de fait sur les tunnels TGU neufs entre 1998 et l'entrée en vigueur de l'IT 2005

IT 2005 : arrêté du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport public guidés urbains de personnes, actuellement applicable aux tunnels neufs TGU

MR : Matériel Roulant

OQA : Organismes Qualifiés Agréés

PA : Pilotage Automatique

PCC

REX : Retour d'EXpérience

STPG : Sécurité des Transports Publics Guidés (décret 2003-425)

STRMTG : Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés

TGU : Transports Guidés Urbains

TW : Tramways

UITP : Union Internationale des Transporteurs Publics

UTP : Union des Transporteurs Publics

8.4 - Tableaux de l'étude

Grilles d'analyse pour chaque réseau

Diffusion à chaque réseau de la partie qui le concerne uniquement.