

RAPPORT D'ENQUÊTE TECHNIQUE sur la collision entre une rame de tramway et une voiture survenue le 21 décembre 2013 à Saint-Denis (93)

Juin 2017

**Bureau d'Enquêtes sur les Accidents
de Transport Terrestre**

Affaire n° BEATT-2014-001

**Rapport d'enquête technique
sur la collision entre une rame de tramway et une voiture
survenue le 21 décembre 2013 à Saint-Denis (93)**

Bordereau documentaire

Organisme commanditaire : Ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES)

Organisme auteur : Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre (BEA-TT)

Titre du document : Rapport d'enquête technique sur la collision entre une rame de tramway et une voiture survenue le 21 décembre 2013 à Saint-Denis (93)

N° ISRN : EQ-BEAT--17-4--FR

Proposition de mots-clés : transport guidé, tramway, collision, obstacle fixe, tourne-à-gauche, retour d'expérience.

Avertissement

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée dans le cadre des articles L. 1621-1 à 1622-2 et R. 1621-1 à 1621-26 du code des transports relatifs, notamment, aux enquêtes techniques après accident ou incident de transport terrestre.

Cette enquête a pour seul objet de prévenir de futurs accidents, en déterminant les circonstances et les causes de l'événement analysé et en établissant les recommandations de sécurité utiles. Elle ne vise pas à déterminer des responsabilités.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

SOMMAIRE

GLOSSAIRE.....	9
RÉSUMÉ.....	11
1 - CONSTATS IMMÉDIATS ET ENGAGEMENT DE L'ENQUÊTE.....	13
1.1 - Les circonstances de l'accident.....	13
1.2 - Bilan humain et matériel.....	13
1.3 - Engagement et organisation de l'enquête.....	13
2 - CONTEXTE DE L'ACCIDENT.....	15
2.1 - La ligne T1 du tramway d'Île-de-France.....	15
2.2 - Les rames de la ligne de tramway T1.....	16
2.3 - La zone de l'accident.....	16
2.4 - L'organisation du retour d'expérience prévue par la réglementation.....	18
2.4.1 -Les trois niveaux d'analyse de l'accidentalité.....	18
2.4.2 -Les dossiers de sécurité régularisés des réseaux mis en service avant 2003.....	18
3 - COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS EFFECTUÉES.....	21
3.1 - Les résumés des témoignages.....	21
3.1.1 -Le témoignage du conducteur de la rame de tramway.....	21
3.1.2 -Le témoignage des occupants de la voiture.....	21
3.2 - La voiture, ses occupants et son itinéraire.....	22
3.2.1 -Les caractéristiques de la voiture et les dégâts occasionnés.....	22
3.2.2 -Les occupants de la voiture.....	22
3.2.3 -L'itinéraire suivi et la signalisation rencontrée.....	23
3.2.4 -La conduite de la voiture.....	23
3.3 - La rame de tramway et son conducteur.....	24
3.3.1 -Les caractéristiques de la rame et sa maintenance.....	24
3.3.2 -Les dégâts occasionnés à la rame et les traces relevées.....	25
3.3.3 -Le conducteur.....	25
3.3.4 -La conduite de la rame.....	25
3.4 - Le carrefour.....	27
3.4.1 -Les feux de signalisation et leur cycle de fonctionnement.....	27
3.4.2 -La signalisation statique du carrefour.....	29
3.5 - Les investigations complémentaires sur les obstacles fixes.....	30
3.5.1 -La dangerosité des obstacles fixes.....	30
3.5.2 -Les recommandations applicables aux lignes mises en service après 2007.....	30
3.5.3 -Les démarches déployées sur les lignes mises en service avant 2003.....	31
3.5.4 -Le poteau support de LAC impliqué dans l'accident.....	31
3.5.5 -L'avancement des démarches de prévention menées sur les réseaux existants.....	32

3.6 - Les investigations complémentaires sur le retour d'expérience.....	33
3.6.1 -Les analyses individuelles des accidents survenus sur le carrefour concerné.....	33
3.6.2 -Les analyses annuelles de l'accidentalité du carrefour concerné.....	34
3.6.3 -Le diagnostic de sécurité du DSR sur le carrefour concerné.....	35
3.7 - Les investigations complémentaires sur l'organisation des relations entre l'exploitant et les gestionnaires de voirie.....	35
3.8 - Les suites données à l'accident.....	36
4 - LA RECONSTITUTION DU DÉROULEMENT DE L'ACCIDENT.....	37
4.1 - La situation avant l'accident.....	37
4.2 - Le déroulement de l'accident.....	37
4.3 - L'intervention des secours et les mesures d'exploitation prises.....	38
5 - ANALYSE DES CAUSES ET FACTEURS ASSOCIÉS, ORIENTATIONS PRÉVENTIVES..	39
5.1 - L'aménagement et la signalisation du carrefour.....	40
5.2 - La prévention des risques d'aggravation des conséquences des collisions engendrées par les obstacles fixes.....	41
5.3 - La traduction en mesures correctives du retour d'expérience des accidents de tramway.....	42
5.3.1 -Le processus de retour d'expérience des accidents de l'exploitant RATP.....	42
5.3.2 -La participation des gestionnaires de voirie et des autorités de police de la circulation au retour d'expérience.....	43
5.3.3 -Le processus global de retour d'expérience des réseaux de tramway.....	43
6 - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	45
6.1 - Les causes directes de l'accident.....	45
6.2 - Les recommandations.....	45
ANNEXES.....	47
Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête.....	49
Annexe 2 : Avancement des démarches de traitement des poteaux supports de LAC susceptibles d'aggraver les conséquences des collisions entre les rames de tramway et les véhicules routiers.....	51

Glossaire

- **AOM** : Autorité Organisatrice de la Mobilité
- **DGCL** : Direction Générale des Collectivités Locales
- **DRIEA** : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Aménagement
- **DSA / DSR** : Dossier de Sécurité Actualisé / Dossier de Sécurité Régularisé
- **DSCR** : Délégation à la Sécurité et à la Circulation Routières
- **ET** : Entretien Technique
- **FU** : Freinage d'Urgence
- **GART** : Groupement des Autorités Responsables de Transport
- **GLO** : Gabarit Limite d'Obstacle
- **IISR** : Instruction Interministérielle sur la Sécurité Routière
- **LAC** : Ligne Aérienne de Contact
- **OQA** : Organisme Qualifié Agréé
- **PC, PCC** : Poste de Commande, Poste de Commande Centralisé
- **RATP** : Régie Autonome des Transports Parisiens
- **RGC** : Route à Grande Circulation
- **STIF** : Syndicat des Transports d'Île-de-France
- **STRMTG** : Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés
- **TFS** : acronyme commercial de Tramway Français Standard
- **VS** : Visite de Sécurité

Résumé

Le samedi 21 décembre 2013, à 19h50, une voiture circulant sur la route de la Courneuve à Saint-Denis (93) franchit son feu de signalisation au vert à l'intersection avec la rue Voltaire, tourne à gauche et s'engage sur la plate-forme de la ligne T1 du tramway d'Île-de-France.

Une rame, qui circule dans le même sens qu'elle, et dont le feu de signalisation l'autorise également à franchir l'intersection, la percute et la comprime contre un poteau supportant une ligne aérienne de contact.

Le bilan de cet accident est de cinq victimes. Dans le véhicule léger, un enfant décède et les trois autres occupants, deux adultes et un enfant, sont grièvement blessés. Le conducteur du tramway est légèrement blessé.

La cause directe de l'accident est l'engagement de la voiture sur la plate-forme du tramway au moment de l'arrivée d'une rame. Deux facteurs ont notamment contribué à la collision :

- d'une part, la signalisation et l'aménagement du carrefour qui ne permettaient pas aux automobilistes de comprendre rapidement et sans équivoque que le mouvement de tourne-à-gauche n'était pas permis à cet endroit. Cette interdiction ne pouvait se déduire que de la présence d'une unique flèche d'affectation des voies peinte au sol, n'indiquant que la direction « tout droit » ;
- d'autre part, le fonctionnement du retour d'expérience de l'exploitant sur les accidents de tramway, qui n'avait pas permis de remédier à cette signalisation insuffisante, bien qu'elle ait été repérée en 2006 à la suite d'un accident corporel similaire et qu'elle ait joué un rôle dans plusieurs autres accidents matériels.

Enfin, les conséquences de cet accident ont été aggravées par la présence, à proximité immédiate de l'intersection, d'un poteau support de la ligne aérienne de contact (LAC), contre lequel la voiture a été écrasée.

Cette analyse conduit le BEA-TT à formuler quatre recommandations dans les trois domaines suivants :

- l'aménagement et la signalisation de l'intersection de la route de la Courneuve avec la rue Voltaire ;
- la prévention des risques d'aggravation des conséquences des collisions engendrées par des obstacles fixes ;
- le retour d'expérience des accidents de tramway, et la participation des gestionnaires des voiries routières à celui-ci.

1 - Constats immédiats et engagement de l'enquête

1.1 - Les circonstances de l'accident

Le samedi 21 décembre 2013, à 19h50, une voiture circule sur la route de la Courneuve à Saint-Denis (93), tourne à gauche à l'intersection avec la rue Voltaire et s'engage sur la plate-forme de la ligne T1 du tramway d'Île-de-France.

Une rame, qui circule dans le même sens qu'elle, la percute et la comprime contre un poteau supportant une ligne aérienne de contact.

1.2 - Bilan humain et matériel

Un enfant de cinq ans, passager de la voiture, est décédé des suites de ses blessures huit jours après l'accident. La conductrice et les deux autres occupants ont été grièvement blessés. Le conducteur de la rame de tramway a été légèrement blessé et a subi un choc psychologique.

La voiture a été réduite à l'état d'épave, la rame de tramway a été légèrement détériorée et une armoire électrique du poteau support de LAC* a été arrachée.

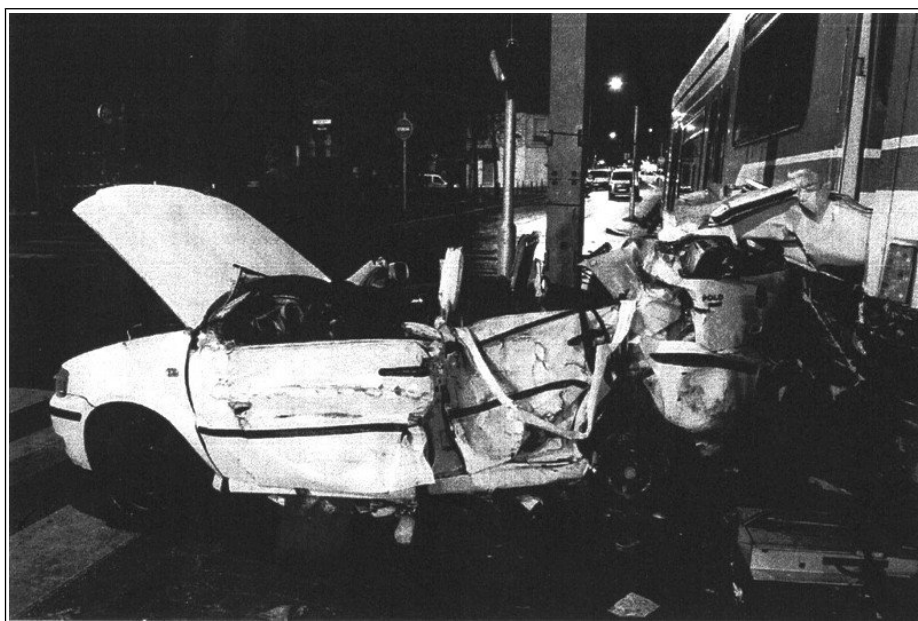


Fig. 1 : les dégâts sur la voiture

1.3 - Engagement et organisation de l'enquête

Au vu des circonstances de cet accident, le directeur du bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre (BEA-TT) a ouvert, le 14 janvier 2014, une enquête technique en application des articles L. 1621-1 à 1622-2 du code des transports.

Les enquêteurs techniques du BEA-TT se sont rendus sur place. Ils ont rencontré les représentants de l'autorité organisatrice des transports, le syndicat des transports

* Terme figurant dans le glossaire

d'Île-de-France (STIF), de l'exploitant de la ligne de tramway, la régie autonome des transports parisiens (RATP), du gestionnaire de la route de la Courneuve, le Conseil départemental de Seine-Saint-Denis, du service de l'État en charge du contrôle de la sécurité des transports guidés pour le compte du préfet d'Île-de-France, la direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'aménagement d'Île-de-France (DRIEA), de l'organisme agréé en charge de l'évaluation du dossier de sécurité « régularisé » de la ligne de tramway, la société ERA.

Ils ont eu communication de l'ensemble des pièces et documents nécessaires à leur analyse, notamment le dossier de l'enquête menée par la police nationale et le rapport d'événement notable établi par la RATP, et ont entendu le conducteur de la rame de tramway impliquée ainsi qu'un panel de cinq autres conducteurs de la RATP.

2 - Contexte de l'accident

2.1 - La ligne T1 du tramway d'Île-de-France

La ligne T1 du tramway d'Île-de-France entre Asnières-Gennevilliers – Les-Courtilles et Gare-de-Noisy-le-Sec est longue de 17 km et comprend 36 stations. L'autorité organisatrice en est le Syndicat des transports d'Île-de-France (STIF), établissement public administratif regroupant la région d'Île-de-France, la ville de Paris et les 7 départements de petite et grande couronnes. La régie autonome des transports parisiens (RATP), établissement public industriel et commercial, en assure l'exploitation et en gère les infrastructures en application du contrat passé avec le STIF.



Fig. 2 : la ligne de tramway T1

La ligne est exploitée de 5h15 à 0h40 avec une fréquence de 4 à 5 minutes en heure de pointe, et de 5 à 6 minutes en heure creuse. En 2015, l'exploitant y a recensé 256 millions de voyages effectués pour 11 millions de kilomètres parcourus par ses rames.

Elle a fait l'objet des autorisations de mise en exploitation commerciale suivantes, délivrées par le Préfet de la région d'Île-de-France :

- le 6 juillet 1992, pour le tronçon Bobigny – Pablo-Picasso / La-Courneuve – 8-mai-1945 ;
- le 21 décembre 1992, pour le tronçon La-Courneuve – 8-mai-1945 / Gare-de-Saint-Denis ;
- le 15 décembre 2003, pour le prolongement de Bobigny – Pablo-Picasso à Gare-de-Noisy-le-Sec ;
- le 15 novembre 2012, pour le prolongement de Gare-de-Saint-Denis à Asnières-Gennevilliers – Les-Courtilles.

Ce tramway est conduit à vue et le conducteur doit adapter sa vitesse en fonction de l'environnement et de la partie de la voie qu'il aperçoit devant lui, de manière à pouvoir arrêter sa rame devant un obstacle.

2.2 - Les rames de la ligne de tramway T1

Le parc de véhicules utilisé pour l'exploitation de la ligne de tramway T1 comprend 35 rames de la gamme TFS* du constructeur Alstom, dont 17 ont été mises en service en 1992 et 18 en 1995.

Ces rames ont une longueur de 29,4 mètres, une largeur de 2,3 mètres, et une masse à vide de 44,2 tonnes. Leur capacité est de 174 voyageurs sur la base d'une moyenne de 4 voyageurs par m². Leur vitesse maximale est de 70 km/h.

Elles se composent de 3 caisses articulées, portées par 2 bogies moteurs situés aux extrémités, et par 1 bogie porteur en leur centre.



Fig. 3 : deux rames TFS de la ligne T1 l'une derrière l'autre

2.3 - La zone de l'accident

La route de la Courneuve, sur laquelle l'accident a eu lieu, est l'ancienne route nationale RN 186, reclassée en route départementale en 2006, et le gestionnaire de voirie en est le Conseil départemental de Seine-Saint-Denis.

Elle fait partie du réseau routier à grande circulation (RGC)¹ et l'autorité de police de la circulation en est le préfet de Seine-Saint-Denis. Elle supporte, dans la zone de l'accident, un trafic moyen journalier annuel d'environ 17 400 véhicules, dont 1 300 poids lourds².

Dans la zone de l'accident, représentée à la figure ci-après, la voirie publique est constituée :

- d'une plate-forme tramway implantée en son axe, d'environ 6 mètres de large, revêtue de pavés, et séparée de la chaussée par des bordures sur lesquelles sont ancrés des cônes métalliques ;
- de deux chaussées routières de part et d'autre de cette plate-forme, constituées chacune de deux files de circulation de 3 mètres de large ;
- de trottoirs de deux à trois mètres de large destinés aux piétons.

* Terme figurant dans le glossaire

1 Les routes à grande circulation sont les routes qui permettent d'assurer la continuité des itinéraires principaux et, notamment, le délestage du trafic, la circulation des transports exceptionnels, des convois et des transports militaires et la desserte économique du territoire, et justifient, à ce titre, des règles particulières en matière de police de la circulation. La liste des routes à grande circulation est fixée par décret, après avis des collectivités et des groupements propriétaires des voies.

2 Données 2014.

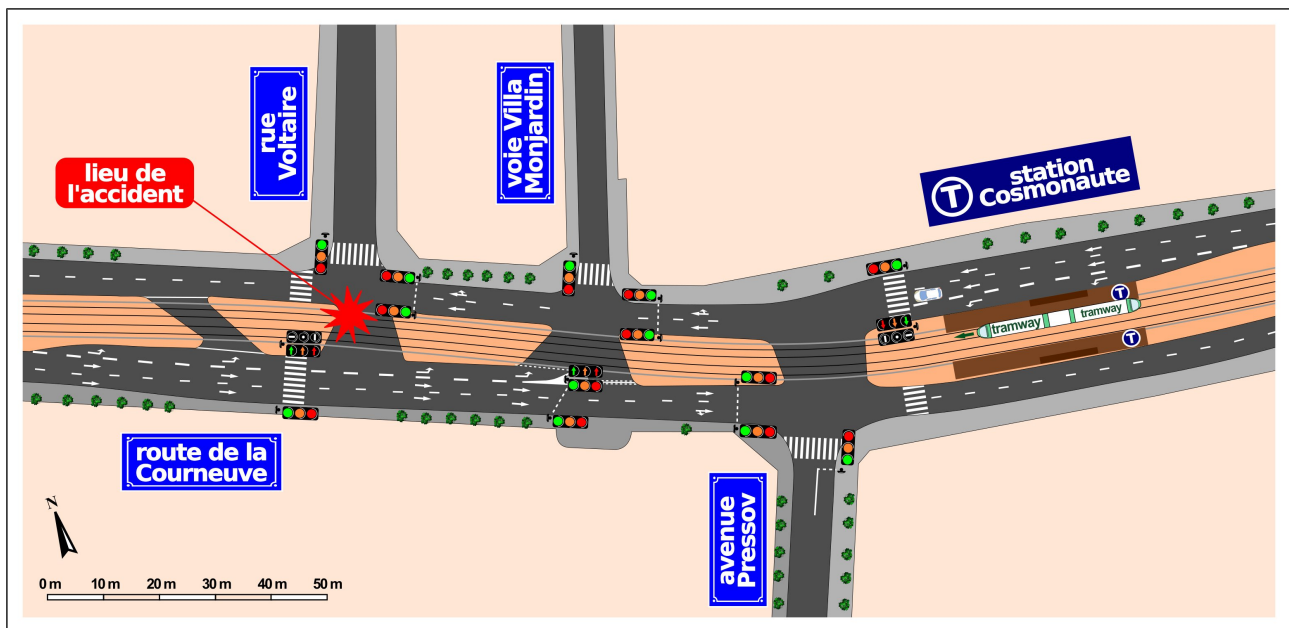


Fig. 4 : la zone de l'accident

Après la station Cosmonaute, les rames et les véhicules routiers circulant sur la route de la Courneuve dans le sens Est-Ouest croisent successivement :

- à 15 mètres, l'avenue de Pressov ;
- à 55 mètres, la voie Villa-Monjardin ;
- à 95 mètres, la rue Voltaire.

Ces trois croisements sont techniquement considérés comme faisant partie d'un même carrefour, géré par un unique contrôleur de feux. Dans la suite du rapport, le terme « carrefour » renvoie à cet ensemble, le terme « intersection » renvoie à l'un ou l'autre de ces croisements.

Les ouvrages et les équipements constitutifs de l'infrastructure du tramway, y compris les boucles de feux implantées sous sa plate-forme, sont gérés et entretenus par la RATP. Ceux constitutifs de la voirie routière, dont la signalisation routière, le sont par le Conseil département de Seine-Saint-Denis.

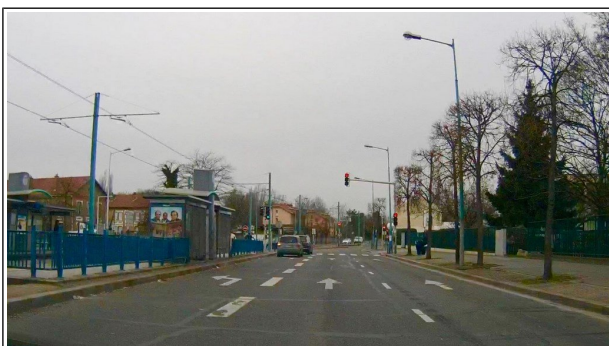


Fig 5 : vue à l'approche de la station Cosmonaute



Fig 6 : vue de l'intersection avec l'avenue de Pressov



Fig 7 : vue de l'intersection avec la voie Villa-Monjardin
(le panneau d'interdiction de demi-tour
est postérieur à l'accident)



Fig 8 : vue de l'intersection avec l'avenue de Pressov
(le panneau d'interdiction de demi-tour
est postérieur à l'accident)

2.4 - L'organisation du retour d'expérience prévue par la réglementation

2.4.1 - Les trois niveaux d'analyse de l'accidentalité

En application du décret n° 2003-425 du 9 mai 2003 *relatif à la sécurité des transports publics guidés*, en vigueur au moment de l'accident³, l'accidentalité est analysée à trois niveaux :

- lorsqu'un événement de sécurité se produit, tel qu'une collision entre une rame et un véhicule, l'exploitant le déclare au STRMTG* et lui transmet des renseignements prédéfinis sur ses circonstances, sa gravité et ses causes, afin de lui permettre de tenir à jour une base de donnée nationale. S'il s'agit d'un événement dit « *notable* », il adresse en outre au préfet un rapport qui précise notamment les mesures prises pour éviter qu'il se renouvelle ;
- chaque année, l'exploitant effectue une analyse des événements survenus sur son réseau, qui doit figurer dans l'un des chapitres du rapport de sécurité transmis annuellement au préfet. Elle doit notamment être menée par lieux géographiques, et peut conduire à des plans d'actions ou des études complémentaires ;
- tous les dix ans, est transmis au préfet un dossier de sécurité actualisé (DSA) qui doit notamment contenir une analyse des événements survenus au cours des dix dernières années. Celle-ci participe à l'évaluation du niveau de sécurité du réseau, et doit également identifier les carrefours accidentogènes. Pour les réseaux mis en service avant mai 2003, la première analyse de ce genre devait figurer un dossier de sécurité régularisé (DSR) détaillé au paragraphe ci-après.

2.4.2 - Les dossiers de sécurité régularisés des réseaux mis en service avant 2003

Les dossiers de sécurité régularisés (DSR) devaient être transmis au préfet du département concerné par les autorités organisatrices avant mai 2010⁴.

Ils devaient comprendre, outre la description des caractéristiques techniques du système de transport, la description succincte et la cause des accidents et incidents survenus au

³ Ce décret a été remplacé par le décret n° 2017-440 du 30 mars 2017 *relatif à la sécurité des transports publics guidés*, qui maintient les déclarations d'événements, renforce les rapports annuels de sécurité, et supprime les dossiers de sécurité actualisés.

⁴ Cette exigence figure à l'article 44 du décret n° 2003-425 du 9 mai 2003 *relatif à la sécurité des transports publics guidés*. Le contenu du dossier de sécurité dit « régularisé » est précisé à l'article 3 et à l'annexe 4 de l'arrêté du 23 mai 2003 *relatif aux dossiers de sécurité des systèmes de transport public guidés urbains*. En Île-de-France, ce dossier a été établi par la RATP et transmis par le STIF au préfet de la région d'Île-de-France.

* Terme figurant dans le glossaire

cours des dix dernières années, un diagnostic de sécurité ainsi qu'un programme des modifications à effectuer assorti d'un calendrier de réalisation.

Le diagnostic devait être évalué par un organisme qualifié agréé (OQA) indépendant qui devait classer ses conclusions en trois rubriques : sécurité satisfaisante ou défauts de sécurité mineurs, défauts de sécurité significatifs, défauts de sécurité majeurs.

3 - Compte rendu des investigations effectuées

3.1 - Les résumés des témoignages

Les résumés présentés ci-dessous sont établis par les enquêteurs techniques sur la base des déclarations, orales ou écrites, dont ils ont eu connaissance. Ils ne retiennent que les éléments qui ont paru utiles pour éclairer la compréhension et l'analyse des événements et pour formuler des recommandations. Il peut exister des divergences entre les différentes déclarations recueillies ou entre ces déclarations et des constats ou analyses présentés par ailleurs.

3.1.1 - Le témoignage du conducteur de la rame de tramway

Le conducteur de la rame impliquée se rappelle qu'après avoir effectué l'échange voyageurs à la station Cosmonaute, il en est reparti à très faible vitesse, parce que le feu de signalisation devant sa rame était à « l'horizontal », lui interdisant de franchir les trois intersections suivantes (respectivement les intersections avec l'avenue de Pressov, la voie Villa-Monjardin et la rue Voltaire).

Il se souvient que ce feu était également au rouge pour les véhicules routiers circulant à sa droite dans le même sens que sa rame. Il y avait alors une voiture de couleur sombre arrêtée sur la file la plus à droite, et à ses côtés, une voiture blanche (celle impliquée dans l'accident).

Il a ensuite vu les feux passer simultanément au « vertical » pour lui et au vert pour la circulation routière parallèle. Il a accéléré progressivement pour franchir les trois intersections suivantes pendant que les deux véhicules à sa droite démarraient.

Alors qu'il s'apprêtait à franchir la troisième intersection (avec la rue Voltaire), la voiture blanche a « *subitement* » tourné à gauche, sans mettre son clignotant, coupant ainsi sa trajectoire. Tout s'est ensuite passé très vite : il a actionné son gong et déclenché le freinage d'urgence ; sa rame a percuté la voiture et l'a poussée devant elle ; la voiture a heurté le poteau support de LAC et a été compressée entre celui-ci et le flanc de la rame ; la rame a déraillé puis s'est arrêtée.

Puis, il a ouvert les portes de sa rame, tenté sans succès de prévenir le régulateur de la ligne de tramway avec son téléphone portable et, avec d'autres voyageurs, est descendu porter secours aux occupants de la voiture.

Il a ensuite été pris à partie par des tiers. Aidé d'un gendarme, il s'est réfugié dans la caserne située à proximité immédiate des lieux de l'accident.

3.1.2 - Le témoignage des occupants de la voiture

La conductrice se rappelle avoir décidé, avec sa sœur, sa nièce et son neveu, de se rendre en voiture dans un restaurant de restauration rapide de l'enseigne Quick situé à la Courneuve. Le traumatisme de l'accident lui a fait perdre tout autre souvenir, et elle ne se remémore ni le lieu de l'accident, ni même d'avoir été au volant de la voiture.

La passagère se rappelle être partie de son domicile avec ses deux enfants et sa sœur pour se rendre dans le restaurant précité. Durant le trajet, elle discutait avec sa sœur. Elle ne garde cependant aucun autre souvenir des circonstances de l'accident.

3.2 - La voiture, ses occupants et son itinéraire

3.2.1 - Les caractéristiques de la voiture et les dégâts occasionnés

La voiture accidentée est de marque Volkswagen et de type Polo. Elle était en règle de son contrôle technique et était assurée. Elle appartenait à la conductrice.

Elle a notamment subi les dégâts suivants :

- une déformation de la portière avant gauche, provoquée par la rame de tramway lorsque celle-ci l'a heurtée, et une destruction partielle de la partie arrière gauche coincée entre le poteau support de LAC et la rame avançant ;
- un enfoncement notable de la portière arrière droite, du toit et de la structure, occasionné par le poteau support de LAC.



Fig 9 : côté gauche de la voiture

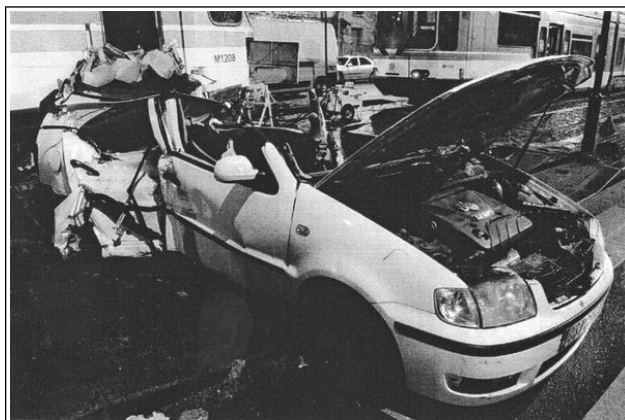


Fig 10 : côté droit de la voiture

3.2.2 - Les occupants de la voiture

La conductrice, âgée de 26 ans au moment des faits, habitait Saint-Denis et était titulaire d'un permis de conduire de catégorie B en cours de validité. Les dépistages de l'alcoolémie et de la consommation de stupéfiants auxquels elle a été soumise se sont révélés négatifs. Les vérifications menées par la gendarmerie montrent qu'elle ne téléphonait pas au moment de l'accident.

La passagère et ses deux enfants étaient respectivement âgés de 38, 11 et 5 ans.

3.2.3 - L'itinéraire suivi et la signalisation rencontrée

La perte de mémoire, consécutive à l'accident qu'ont subi la conductrice et sa sœur, ne permet pas de reconstituer précisément le trajet qu'elles ont suivi depuis leurs domiciles. Cependant, circulant sur la route de la Courneuve dans le sens Est-Ouest, elles devaient nécessairement faire demi-tour en traversant la plate-forme du tramway pour rejoindre le restaurant de restauration rapide qu'elles mentionnent l'une et l'autre dans leur témoignage. La figure ci-après représente la fin de leur itinéraire.

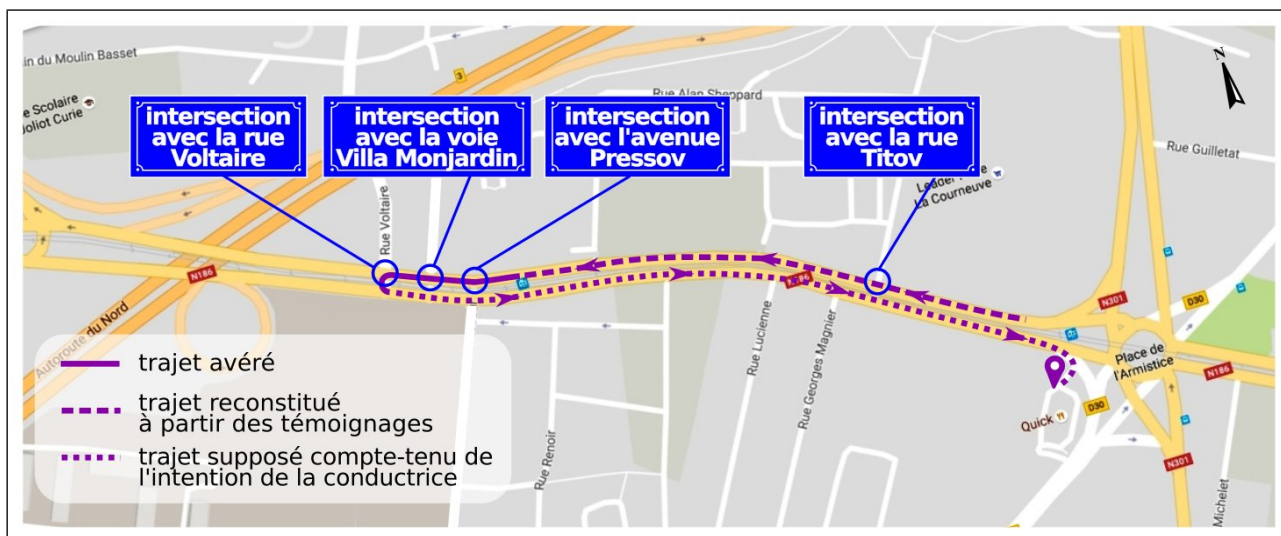


Fig 11 : le trajet de la voiture

Les carrefours que la conductrice a traversés alors qu'elle était sur la route de la Courneuve sont donc les suivants :

- l'intersection avec la rue Titov : les mouvements de tourne-à-gauche y sont clairement interdits par des panneaux de signalisation ;
- l'intersection avec l'avenue de Pressov : les tourne-à-gauche y sont possibles, et une file et un feu de circulation leur sont affectés ;
- l'intersection avec la voie Villa-Monjardin : le plan de circulation ne prévoit pas les mouvements de tourne-à-gauche. Cependant, aucun panneau ne le précise, il n'y a pas de marquage horizontal continu ou discontinu à la traversée de la plate-forme du tramway, et seules des flèches directionnelles au sol indiquant la direction « tout droit » peuvent permettre de le comprendre ;
- l'intersection avec la rue Voltaire : la situation est identique à l'intersection précédente.

3.2.4 - La conduite de la voiture

Chaque rame de la ligne de tramway T1 dispose de caméras qui en filment l'intérieur. Il est cependant possible d'y distinguer quelques éléments de l'environnement extérieur. L'examen des enregistrements vidéo et audio permet d'établir les faits suivants :

- à l'intersection, avec l'avenue de Pressov, la voiture est à l'arrêt pendant que le feu routier est au rouge. Elle est sur la file affectée aux mouvements « tout droit » ;

- elle démarre lorsque le feu passe au vert, puis continue sur sa file à une allure modérée ;
- douze secondes plus tard, la voiture entame son mouvement de tourne-à-gauche. À cette fin, la conductrice se déporte d'abord légèrement sur sa droite pour augmenter son rayon de giration. Elle n'actionne pas son clignotant ni ne freine préalablement à sa manœuvre ;
- durant les trois secondes suivantes, le conducteur du tramway actionne le gong, la voiture freine juste avant l'impact, puis la collision a lieu. Elle est alors poussée par la rame, écrasée contre le poteau support de LAC.

La voiture a ainsi parcouru en 12 secondes environ les 92 mètres qui séparent le premier du troisième feu de circulation, ce qui suppose une conduite sans précipitation.

Ces éléments ne suggèrent pas une prise de risque volontaire de la part de la conductrice dans l'objectif d'effectuer son demi-tour avant le passage de la rame, mais plutôt une absence de perception de l'arrivée du tramway.

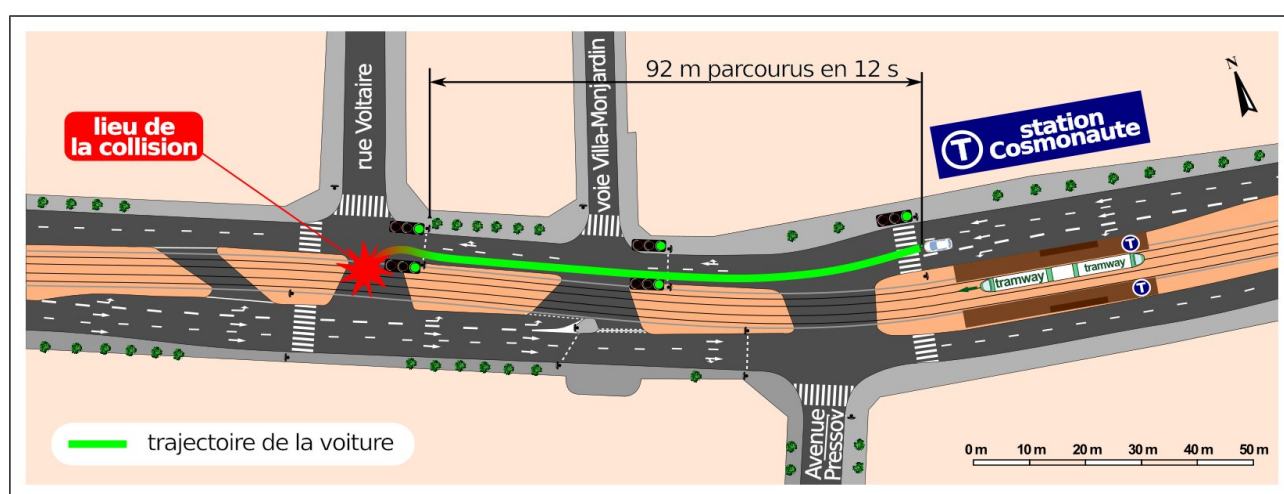


Fig 12 : la trajectoire de la voiture

3.3 - La rame de tramway et son conducteur

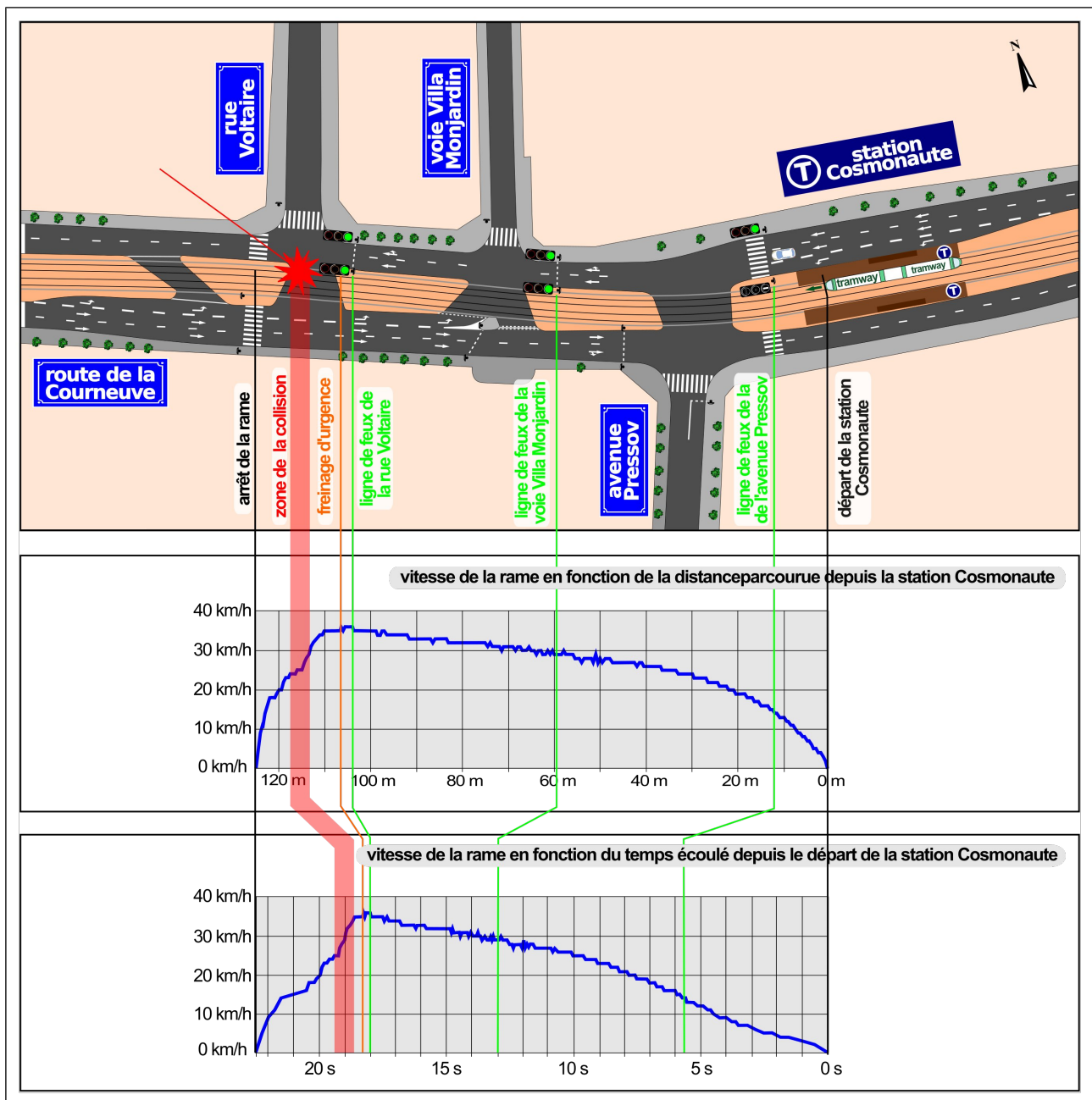
3.3.1 - Les caractéristiques de la rame et sa maintenance

La rame impliquée porte le numéro 208. Elle a été mise en service commercial pour la première fois en juillet 1997 sur la ligne de tramway T2, à son ouverture. Elle a été transférée sur la ligne T1 en 2004, et a fait l'objet d'une rénovation en 2005. Les modifications apportées à cette occasion touchent principalement le confort des voyageurs.

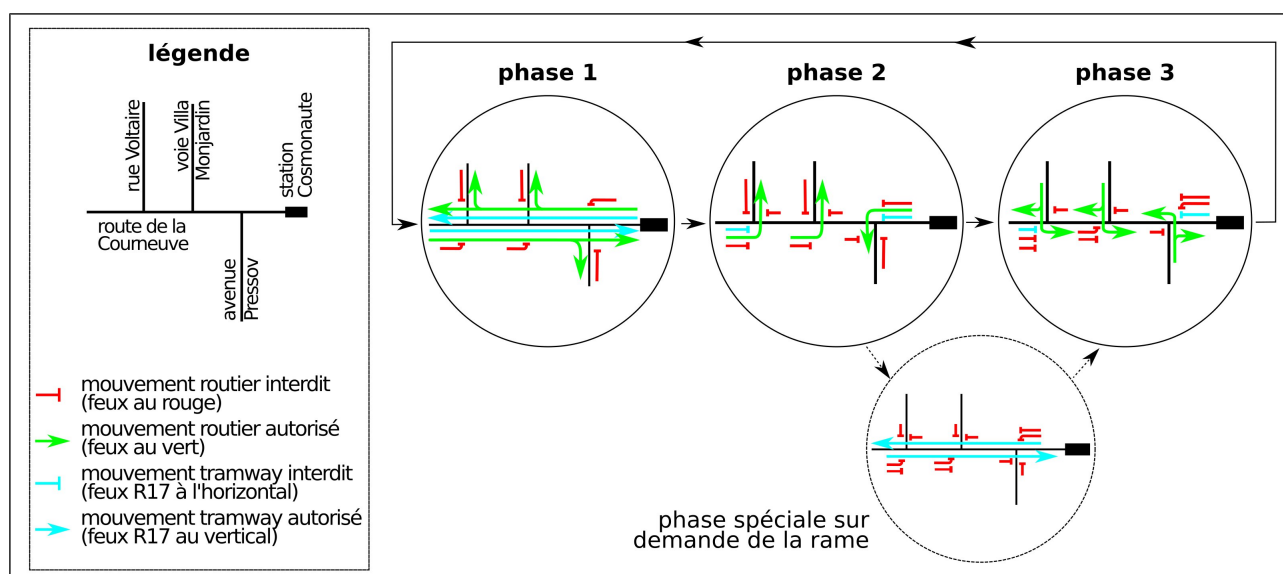
Elle a parcouru 840 000 km avant l'accident. Son précédent entretien technique (ET) a été réalisé le 2 septembre 2013, et sa dernière visite de sécurité (VS) s'est déroulée le 15 novembre 2013. Les documents de traçabilité de ces opérations ne font pas ressortir d'élément particulier, s'agissant notamment des systèmes de freinage de la rame et de ses dispositifs d'éclairage et de signalisation. Le dernier essai dynamique de freinage d'urgence a été réalisé le 1^{er} mars 2013, et ses résultats ont été concluants.

3.3.2 - Les dégâts occasionnés à la rame et les traces relevées

Les dégâts occasionnés à la rame sont essentiellement limités au carénage. Le bogie déraillé a cependant fait l'objet d'un démontage pour révision.

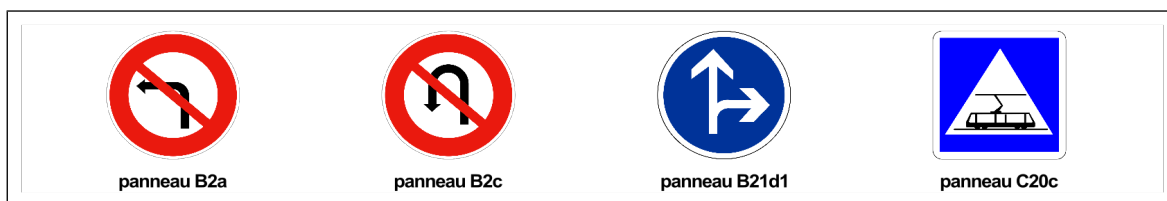


- il déclenche le freinage d'urgence juste après, en tirant son manipulateur de traction-freinage à sa position de freinage extrême. La rame n'est pas engagée dans l'intersection ;
- La rame s'arrête en 18,5 m et environ 4 s. C'est au cours de ce freinage que la voiture est percutée.



Ces éléments permettent de reconstituer l'évolution des feux au cours de l'accident de la sorte :

- le carrefour était nécessairement en phase 3 lorsque la voiture impliquée était arrêtée devant le feu au rouge de la première intersection (avec l'



vitesse maximale autorisée pour le franchissement de l'intersection¹¹. Elle est mesurée à partir d'un point situé deux mètres en amont de la limite de la chaussée

Le schéma ci-après illustre la localisation de cette zone.

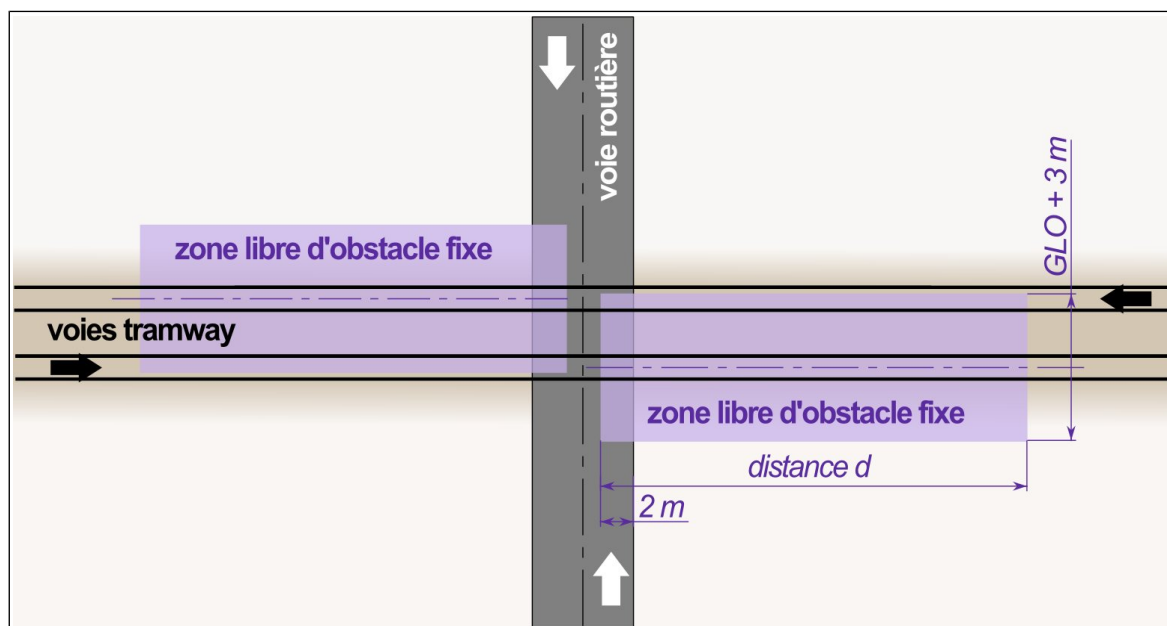


Fig. 19 : localisation et dimensions de la zone libre d'obstacle fixe

3.5.3 - Les démarches déployées sur les lignes mises en service avant 2003

Pour les lignes de tramway mises en service avant 2003¹², la prévention contre les dangers des obstacles fixes non fusibles à proximité des carrefours devait être traitée dans les dossiers de sécurité régularisés mentionnés au paragraphe 2.4.2, à établir avant mai 2010. le STRMTG a défini en 2010 le principe suivant, destiné à harmoniser les analyses effectuées et les actions à mener sur les différents réseaux : tout obstacle fixe situé dans la zone devant en demeurer libre mentionné au paragraphe 3.5.2 ci-avant doit faire l'objet d'une action de prévention :

- s'il a déjà aggravé les conséquences d'un accident ;
- ou s'il est implanté à proximité d'une intersection considérée comme accidentogène¹³.

3.5.4 - Le poteau support de LAC impliqué dans l'accident

Le poteau support de LAC contre lequel la voiture a été écrasée était située à 3,3 mètres de la traversée routière et à 7 centimètres du gabarit limite d'obstacle (GLO) du tramway. Il était à l'évidence dans la zone mentionnée au paragraphe 3.5.2.

11 Cette distance est celle d'une rame effectuant un freinage d'urgence, sans intégrer le temps de réaction du conducteur, mais en tenant compte du temps de réaction des dispositifs techniques. Les performances de freinage à prendre en compte sont celles prévues par la norme NF-EN 13452-1 relative aux systèmes de freinage des transports publics urbains et suburbains (application ferroviaire) : pour un tramway sur fer, ce temps maximum de réaction est de 0,85 s et la décélération minimale de 2,8 m/s². La distance « d » vaut alors $V^2/5,6+0,85V$ où V est la vitesse de la rame exprimée en m/s, d étant alors exprimé en m.

12 Pour les lignes de tramway dont la mise en exploitation est intervenue entre 2003 et 2007, des exigences proches de celles contenues dans le guide technique du STRMTG ont été appliquées.

13 Dans ce cadre, une intersection autre qu'un giratoire est considérée comme accidentogène s'il s'y est produit 1,7 collision par an en moyenne depuis 2004, ou 3 collisions sur une seule année, ou un accident grave. Un accident est considéré comme grave s'il a occasionné un tué ou un blessé grave ou plus de cinq victimes ou des conséquences matérielles importantes.



Fig. 20 : le poteau support de LAC impliqué dans l'accident

En outre, le poteau a déjà été impliqué dans un accident similaire le 14 janvier 2006 qui avait occasionné deux blessés, l'un grave et l'autre léger.

Il répondait ainsi, sans conteste, à l'un comme à l'autre des critères mentionnés au paragraphe 3.5.3. Il devait donc faire l'objet d'une action de prévention, définie et priorisée dans le dossier de sécurité régularisé (DSR) de la ligne T1.

Dans les différentes versions de ce dossier, établies avant le présent accident, cet obstacle fixe n'a cependant pas été retenu pour faire l'objet d'une mesure de prévention. Plus généralement, la définition des actions de prévention concernant les poteaux support de LAC est renvoyée à des études ultérieures à mener dans le cadre d'un plan d'action dit « *PACT T1* »¹⁴ piloté par le STIF.

Pour sa part, dans son rapport d'avril 2010, l'organisme qualifié agréé (OQA) en charge de l'évaluation indépendante du dossier de sécurité régularisé classe ce poteau support de LAC en défaut de sécurité significatif à traiter dans un délai de 3 à 6 ans. S'agissant des autres poteaux supports de LAC de la ligne, il en dénombre 17 qui constituent un défaut de sécurité significatif à traiter dans un délai maximum de 3 ans, 35 qui représentent un défaut de sécurité significatif à traiter dans un délai maximum de 6 ans, et 19 qui représentent un défaut de sécurité mineur à traiter dans un délai maximum de 10 ans. Aucun n'avait été traité à la date de l'accident.

3.5.5 - L'avancement des démarches de prévention menées sur les réseaux existants

Le STRMTG réalise périodiquement un point sur les démarches de prévention contre les dangers des obstacles fixes, menées par les autorités organisatrices des réseaux de tramway mis en service avant mai 2003. Le BEA-TT a, en outre, réalisé un bilan quantitatif, présenté à l'annexe 2 du présent rapport.

Il ressort une situation contrastée sur les onze réseaux de tramway concernés :

- l'identification des obstacles fixes y a été réalisée sur tous. Deux ne l'ont cependant achevée que tardivement, respectivement en 2015 et 2016. Au total, 691 poteaux supports de LAC sont implantés dans la zone devant en demeurer libre, définie par le STRMTG ;

¹⁴ Ce « *PACT T1* » « constitue un cadre général d'intervention pour la mise à niveau de la ligne, se déclinant en trois objectifs : la mise en sécurité de l'infrastructure [...] ; l'amélioration/fiabilisation de l'exploitation ; l'adaptation de l'infrastructure pour faire face à l'augmentation de la fréquentation [...] ».

- sur ce nombre, 356 poteaux ont été retenus comme prioritaires pour faire l'objet d'une mesure de prévention à court ou moyen terme (avant 3 ou 6 ans à partir de mai 2010¹⁵) ;
- à octobre 2016, 147 de ces poteaux ont fait l'objet d'un traitement, soit un taux de réalisation de 41 %. Toutefois, ce chiffre masque une forte disparité, et si trois réseaux sont en bonne voie d'achèvement, cinq n'en ont encore traité aucun (voir en annexe 2).

3.6 - Les investigations complémentaires sur le retour d'expérience

Les exigences prévues par la réglementation pour prendre en compte le retour d'expérience ont été exposées au paragraphe 2.4.2, elles concernent les analyses individuelles d'accidents, les rapports annuels de sécurité et les dossiers de sécurité régularisés. Les paragraphes ci-après décrivent la manière dont elles ont été appliquées sur le carrefour de la route de la Courneuve avec la rue Voltaire, la voie Villa-Monjardin et l'avenue de Pressov.

3.6.1 - Les analyses individuelles des accidents survenus sur le carrefour concerné

L'accident notable survenu le 14 janvier 2006

Un accident similaire à celui objet du présent rapport a eu lieu au même carrefour le 14 janvier 2006 : un véhicule de gendarmerie s'est engagé sur la plate-forme du tramway et a été percuté par une rame, qui l'a poussé puis écrasé contre le poteau support de LAC. Les deux occupants de la voiture ont été blessés, l'un grièvement, l'autre légèrement. Il n'avait pas fait l'objet d'une enquête technique du BEA-TT.



Fig. 21 : l'accident similaire survenu le 14 janvier 2006

Dans le rapport d'événement notable qu'il a transmis au préfet de la région d'Île-de-France deux mois après cet accident, l'exploitant avait identifié qu'il manquait des panneaux d'interdiction de tourner à gauche à cette intersection, ainsi qu'à celle avec la voie Villa-Monjardin, et s'était engagé à en demander l'implantation, sans préciser quand ni à qui.

Les services du préfet de région en ont pris acte. Ils lui ont également demandé de recenser les obstacles fixes présentant des implantations similaires et de définir un plan

¹⁵ Il est communément admis que le court terme renvoi à un délai maximum de trois ans et le moyen terme à un délai maximum de 6 ans.

d'actions afin de déplacer, à court terme, ceux situés sur des carrefours où l'accidentalité est importante.

Force est de constater qu'en décembre 2013, sept ans après cet accident, aucun panneaux d'interdiction de tourner à gauche n'avait été posé, et aucun obstacle fixe n'avait été traité sur un quelconque des carrefours.

Les autres collisions déclarées

Au cours des 10 années précédant l'accident du 21 décembre 2013, outre celui mentionné ci-avant, 17 autres collisions entre un véhicule routier et une rame se sont produits sur le carrefour de la route de la Courneuve avec la rue Voltaire (5 accidents), la voie Villa-Monjardin (8 accidents) et l'avenue de Pressov (4 accidents).

L'examen croisé des fiches de déclaration d'accident transmises par l'exploitant au STRMTG, des constats amiables d'accident routier rédigés par les conducteurs impliqués et des comptes-rendus internes des conducteurs de tramway montre que :

- quatre de ces accidents¹⁶ relèvent d'un scénario identique à celui du 21 décembre 2013 : un véhicule routier circule sur la route de la Courneuve, franchit le feu routier au vert, tourne à gauche sur la plate-forme tramway en l'absence de signalisation interdisant ce mouvement, et se fait percuter par une rame ayant elle-même franchi son feu R17 au « vertical » (voie libre) ;
- aucune des quatre fiches de déclaration correspondantes n'identifie cependant cette interdiction de tourner à gauche insuffisamment signalée¹⁷. Le conducteur de la voiture impliquée dans l'un de ces accidents mentionne pourtant explicitement l'absence de panneau d'interdiction de tourne-à-gauche dans son constat amiable.

Les analyses individuelles de ces accidents matériels ont été peu approfondies, et n'ont pas permis de détecter la signalisation insuffisante du carrefour. Or c'est sur celles-ci que les analyses ultérieures plus globales s'appuieront, au risque d'en fausser les conclusions.

3.6.2 - Les analyses annuelles de l'accidentalité du carrefour concerné

Dans les trois rapports annuels de sécurité de la ligne de tramway T1 établis en 2011, 2012 et 2013 par l'exploitant à destination du préfet, le carrefour de la route de la Courneuve avec la rue Voltaire, la voie Villa-Monjardin et l'avenue de Pressov fait partie de 11 carrefours pour lesquels la RATP réalise un « *suivi particulier* ».

Ce « *suivi particulier* » se limite cependant à recenser le nombre d'accidents par an depuis l'année 2000, et à cataloguer la cause de ceux survenus au cours de l'année écoulée. En l'occurrence, sur le carrefour concerné, 26 accidents se sont produits entre 2000 et 2012, succinctement attribués, pour les trois dernières années, au non-respect des feux routiers ou à la réalisation d'une manœuvre interdite par l'automobiliste.

Aucune analyse plus approfondie n'y est menée, et aucune mesure corrective n'y est proposée.

16 Ces accidents sont survenus les 20 juillet 2011 et 17 octobre 2013 au niveau de la rue Voltaire, et les 20 février 2010 et 8 juillet 2011 au droit de la voie Villa-Monjardin.

17 Au demeurant, sur l'ensemble des fiches, certaines comportent des inexactitudes, telles que la localisation erronée des intersections où se sont produits deux accidents, ou des causes attribuées à des franchissements de feux routiers au rouge sans que ceux-ci ne soient avérés. Aucune ne mentionne de suite à donner.

3.6.3 - *Le diagnostic de sécurité du DSR sur le carrefour concerné*

Le STIF a confié à la RATP la réalisation du dossier de sécurité régularisé (DSR) de la ligne de tramway T1. Il l'a transmis au préfet de la région d'Île-de-France le 7 mai 2010. Il a été complété le 4 mars 2011, puis le 2 février 2012 après avoir été déclaré « non recevable » par les services de l'État.

Le chapitre de ce dossier consacré aux événements mentionne le chiffre de 633 « *incidents de plus ou moins grande gravité* » survenus sur la ligne entre 1999 et 2009, résume les trois accidents mortels qui s'y sont produits, et identifie onze carrefours accidentogènes.

Celui de la route de la Courneuve avec la rue Voltaire, la voie Villa-Monjardin et l'avenue de Pressov n'y est identifié comme tel dans aucune des versions du dossier établies avant l'accident, bien qu'il réponde à la qualification « *d'accidentogène* » donnée par le STRMTG et qu'il fasse l'objet d'un « *suivi particulier* » dans les rapports annuels de l'exploitant. Comme pour le déplacement des obstacles fixes, les améliorations à apporter à ce carrefour sont renvoyées à des études ultérieures à mener dans le cadre du « *PACT T1* ».

Pour sa part, l'organisme qualifié agréé (OQA) en charge de l'évaluation indépendante du DSR, n'a identifié que deux défauts de sécurité sur le carrefour concerné (outre les obstacles fixes mentionnées au paragraphe 3.5) : l'un est qualifié de significatif, il s'agit de la largeur des traversées de la plate-forme tramway au droit de la rue Voltaire et au droit de l'avenue de Pressov jugée plus importante que nécessaire. L'autre est considéré mineur, et concerne l'absence d'un panneau de sens interdit empêchant les automobilistes venant de la rue Voltaire et traversant la plate-forme tramway de s'engager sur la route de la Courneuve à contre-sens.

Dans son courrier du 20 mars 2013, le préfet faisait part de ses observations sur ce DSR et demandait notamment :

- de lister exhaustivement, avant fin septembre 2013, les événements notables survenus sur la ligne au cours des dix dernières années, et d'indiquer les mesures mises en œuvre à l'époque pour chacun d'eux ;
- de réaliser un diagnostic approfondi de 16 intersections considérées comme sensibles, dont le carrefour de la route de la Courneuve avec la rue Voltaire, la voie Villa-Monjardin et l'avenue de Pressov, et de préciser les modifications envisagées et leur délai de réalisation ;
- de définir un programme de traitement des obstacles fixes situés dans les zones devant en demeurer libres telles que mentionnées au paragraphe 3.5.2, et d'indiquer la date prévisionnelle de leur éventuel déplacement ;
- de définir, avant fin décembre 2013, des actions simples et techniquement réalistes permettant d'améliorer à court terme la sécurité des carrefours accidentogènes, à mettre en œuvre dans l'attente des actions décidées dans le cadre du « *PACT T1* ».

3.7 - **Les investigations complémentaires sur l'organisation des relations entre l'exploitant et les gestionnaires de voirie**

Pour préciser quel acteur est responsable de l'entretien de tel équipement ou espace lié au tramway, une convention a été signée le 12 avril 1994 entre l'État, le Conseil départemental de Seine-Saint-Denis, les quatre communes traversées par la ligne de

tramway T1 à sa mise en service et la RATP. Une autre a été passée le 6 juin 1997 entre l'État et la RATP.

Par ailleurs, un processus opérationnel d'alerte a été mis en place, permettant au PC tramway de la RATP d'avertir rapidement les services techniques du Conseil départemental de Seine-Saint-Denis de tout dysfonctionnement des seuls feux de signalisations.

Les enquêteurs techniques du BEA-TT n'ont pas eu connaissance d'autres processus, conventions ou pratiques organisant les relations et les échanges entre l'exploitant et le gestionnaire de voirie. En particulier, il n'y avait, préalablement à l'accident du 20 décembre 2013, pas d'information réciproque, et a fortiori d'analyse et de mesure conjointe, lorsque survenait un accident sur le domaine routier ou sur l'emprise du tramway.

3.8 - Les suites données à l'accident

Très rapidement après l'accident, le Conseil départemental de Seine-Saint-Denis a mis en place des panneaux d'interdiction de demi-tour (B2c) le long de la route de la Courneuve au droit de la voie Villa-Monjardin et de la rue Voltaire. Ils ont ensuite été remplacés par des panneaux d'interdiction de tourner à gauche (B2a). Des panneaux d'indication de la présence de tramways (C20c) ont également été posés.

En janvier 2014, la RATP a mis en place, pour les tramways, une limitation temporaire de vitesse à 20 km/h au franchissement de la voie Villa-Monjardin et de la rue Voltaire, et a demandé à ses conducteurs d'actionner le gong des rames lorsqu'ils traversaient ces deux intersections.

Au cours du deuxième semestre 2015 :

- la géométrie de l'intersection de la route de la Courneuve avec la rue Voltaire a été reprise. En particulier, la traversée de la plate-forme tramway a été rendue biaise afin de compliquer les mouvements de demi-tour, sa largeur a été réduite, et des damiers blancs y ont été peints renforçant sa perception. Les flèches directionnelles au sol le long de la route de la Courneuve ont été doublées ;
- le poteau support de LAC impliqué dans l'accident a été déplacé. Il ne constitue dorénavant plus un obstacle fixe au sens du guide technique du STRMTG ;
- le cycle des feux des intersections de la route de la Courneuve avec l'avenue de Pressov, la voie Villa-Monjardin et la rue Voltaire a été modifié. Désormais, tous les feux routiers sont au rouge au passage des tramways, interdisant tout mouvement des automobilistes.

À l'issue de ces modifications, les mesures temporaires de limitation de vitesse et d'actionnement du gong citées ci-avant ont été levées.

Par ailleurs, la RATP s'est engagée auprès du STIF à traiter avant fin 2018 la totalité des poteaux supports de LAC constituant des obstacles fixes au sens du guide technique du STRMTG.

Enfin, des réunions semestrielles ont été instituées entre le STIF, la RATP et l'ensemble des gestionnaires de voirie concernés par la ligne de tramway T1, au cours desquelles les accidents survenus sont systématiquement abordés.

4 - La reconstitution du déroulement de l'accident

4.1 - La situation avant l'accident

Le 21 décembre 2013, en fin d'après-midi, le ciel était couvert, il ne pleuvait pas, la température était de 6 °C et le soleil s'est couché à 16h50, soit trois heures avant l'accident.

Le conducteur de la rame 208 a pris son service à 16h03. Les quatre occupants de la voiture, une Volkswagen polo, effectuaient un court trajet d'environ 4 km pour se rendre à un restaurant de restauration rapide. Circulant sur la route de la Courneuve, ils devaient nécessairement, pour y accéder, y faire demi-tour et traverser la plate-forme du tramway.

4.2 - Le déroulement de l'accident

À 19h50, la voiture est à l'arrêt devant son feu de signalisation au rouge, à l'intersection de la route de la Courneuve et de l'avenue de Pressov. Elle est dans la file pour aller tout droit.

Moins de dix mètres derrière elle, la rame 208 vient d'achever son échange voyageurs à la station Cosmonaute, et démarre très doucement. Le feu de signalisation R17 devant elle est en effet à « l'horizontal » et ne lui permet pas de franchir les prochaines intersections.

Puis, simultanément, le feu R17 passe au « vertical », et les trois feux routiers aux intersections de la route de la Courneuve avec l'avenue de Pressov, la voie Villa-Monjardin et la rue Voltaire passent au vert.

La voiture démarre, continue sur sa file et franchit successivement et sans précipitation l'avenue de Pressov et la voie Villa-Monjardin. La rame accélère, mais reste toujours en deçà d'elle.

Douze secondes après, la conductrice de la voiture franchit le feu de signalisation au vert au niveau de l'intersection avec la rue Voltaire, tourne à gauche sans mettre son clignotant et s'engage sur la plate-forme du tramway.

Pendant les trois secondes suivantes, le conducteur de la rame actionne son gong et déclenche le freinage d'urgence, la conductrice de la voiture freine. Malgré cela, le tramway la percute au niveau de la portière avant gauche à une vitesse de 36 km/h.

La voiture est alors poussée sur une dizaine de mètres le long de la plate-forme du tramway, elle heurte un poteau support de LAC et ses flancs, pris en tenaille entre ce poteau et la rame qui avance, se compriment fortement. Ce phénomène est suffisamment violent pour faire dérailler le premier bogie du tramway.

Trois secondes après la collision, la rame s'arrête. L'avant de sa cabine de conduite est alors à 3 mètres environ du poteau support de LAC.

4.3 - L'intervention des secours et les mesures d'exploitation prises

Les services de secours ont notamment été alertés par le PCC de la ligne de tramway et par une voiture de la sécurité civile qui passait aux abords. Ils ont immédiatement dépêché sur place huit véhicules de pompiers et quatre équipages du SAMU.

L'exploitant a coupé l'alimentation électrique de la ligne à 20h10 afin de leur permettre d'intervenir en toute sécurité.

Les trois premiers occupants de la voiture ont été désincarcérés puis transportés à l'hôpital respectivement à 21h15, 21h35 et 22h45. La désincarcération du quatrième occupant a nécessité le ripage de la rame afin de l'éloigner de la voiture et son évacuation a eu lieu à 23h55.

Pour sa part, le conducteur de la rame a rapidement été amené dans une caserne de police à proximité immédiate des lieux de l'accident pour lui éviter d'être pris à partie par les tiers présents, puis a été conduit à l'hôpital à 20h30.

En matière d'exploitation, le trafic a été interrompu à 19h45 sur le tronçon La-Courneuve – Six-routes / Hôpital-Delafontaine, puis sur l'ensemble de la ligne T1 à 20h10. Un service de remplacement par bus a été mis en place à 20h45. À 23h25, l'exploitation a repris à l'exception du tronçon La-Courneuve – Six-routes / Hôpital-Delafontaine. La rame a été rapatriée par « *remorquage-poussage* » à 2h35. Le lendemain, la totalité de la ligne été ré-ouverte dès la prise de service.

5 - Analyse des causes et facteurs associés, orientations préventives

Les investigations conduites permettent d'établir le graphique ci-après qui synthétise le déroulement de l'accident et en identifie les causes et les facteurs associés.

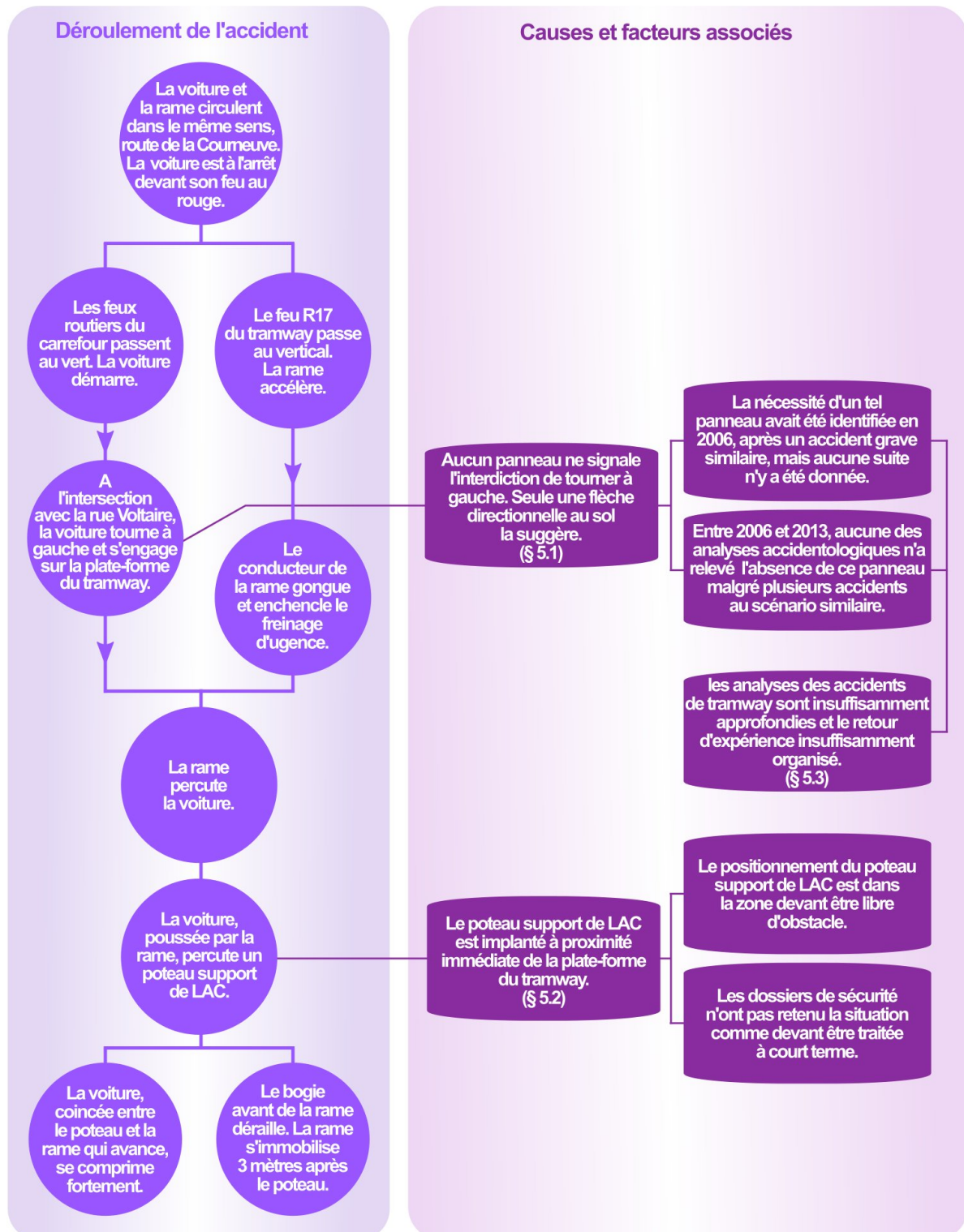


Fig. 22 : schéma du déroulement de l'accident, des causes et des facteurs associés

Cette analyse conduit le BEA-TT à rechercher des orientations préventives dans les domaines suivants :

- l'aménagement et la signalisation de l'intersection de la route de la Courneuve avec la rue Voltaire ;
- la prévention des risques d'aggravation des conséquences des collisions engendrées par des obstacles fixes ;
- la traduction en mesures correctives du retour d'expérience des accidents de tramway.

5.1 - L'aménagement et la signalisation du carrefour

À l'intersection de la route de la Courneuve avec la rue Voltaire, une phase du cycle de feu autorise la circulation parallèle et simultanée des véhicules routiers et des rames de tramway. Les mouvements de tourne-à-gauche des automobiles, nécessitant de traverser la plate-forme tramway, doivent donc nécessairement :

- soit être gérés par une file de circulation propre et un feu de signalisation dédié. C'est la solution qui a été retenue pour les véhicules circulant dans le sens Ouest-Est ;
- soit être interdits, et c'est ce qui est théoriquement prévu pour les véhicules circulant dans le sens Est-Ouest, comme cela était le cas dans l'accident du 20 décembre 2013.

Pour cette dernière option, l'interdiction de ces mouvements doit alors être clairement et immédiatement comprise par les conducteurs.

Ce n'était manifestement pas le cas, puisque cette interdiction ne pouvait se déduire que de l'unique flèche d'affectation des voies au sol indiquant la direction « tout droit ».

À l'inverse, plusieurs éléments pouvaient leur laisser croire que de tels mouvements étaient autorisés :

- il n'y avait aucun panneau d'interdiction de tourne-à-gauche (B2a) ou de demi-tour (B2c), ou de panneau d'obligation d'aller tout droit (B21d1) ;
- de tels panneaux d'interdiction étaient, à l'inverse, présents sur des précédents carrefours que les conducteurs circulant sur la route de la Courneuve avaient pu traverser (tels que le croisement avec la rue Titov) ;
- à ce carrefour, les conducteurs pouvaient voir des véhicules venant en sens contraire ou de la rue Voltaire, traverser la plate-forme du tramway, ces mouvements étant, pour leur part, autorisés ;
- la géométrie du carrefour leur facilitait les mouvements de demi-tour.

Depuis, sur cette intersection, comme sur celle avec la voie Villa-Monjardin, des panneaux d'interdiction de tourne-à-gauche (B2a) ont été mis en place, la géométrie a été modifiée afin de rendre difficile tout mouvement de demi-tour, des damiers ont été peints sur la plate-forme tramway pour renforcer sa perception et les poteaux supports de LAC ont été déplacés. Le cycle des feux a été changé, mettant au rouge tous les feux routiers au passage des tramways.



Fig. 23 : intersection de la route de la Courneuve avec la rue Voltaire avant l'accident



Fig. 24 : intersection de la route de la Courneuve avec la rue Voltaire modifiée après l'accident

Considérant que ces modifications de l'aménagement et de la signalisation réalisées sur ces deux intersections ne laissent plus planer d'ambiguïté sur les mouvements de tourne-à-gauche interdits, le BEA-TT ne formule en conséquence pas de recommandation.

5.2 - La prévention des risques d'aggravation des conséquences des collisions engendrées par les obstacles fixes

Les obstacles fixes à proximité des lignes de tramway sont susceptibles d'aggraver notablement les conséquences des collisions entre les rames et les véhicules routiers. Ainsi, si les accidents impliquant de tels obstacles représentent moins de 1 % des collisions, ils sont à l'origine de 38 % des tués et de 19 % des blessés graves.

Cette dangerosité est connue de longue date, elle a conduit le STRMTG à établir des règles techniques d'implantation de ces obstacles dès 2007 pour les nouvelles lignes de tramway.

Pour les lignes mises en service antérieurement à mai 2003, les autorités organisatrices de la mobilité devaient, dans le dossier de sécurité régularisé de leurs lignes, à élaborer avant mai 2010 en application du décret n° 2003-425 du 9 mai 2003 relatif à la sécurité des transports publics guidés, identifier les obstacles concernés et préciser la nature et le calendrier des mesures pérennes de prévention qu'ils entendaient mettre en œuvre. Il était communément admis que les obstacles les plus critiques étaient à traiter dans les trois ans, et ceux de priorité moindre dans les six ans.

Toutefois, force est de constater que, plus de six ans après l'échéance de mai 2010, rares sont les autorités organisatrices de la mobilité et les exploitants qui ont achevé cette démarche. En particulier, cinq des onze réseaux concernés n'ont, à ce jour, traité aucun des poteaux considérés comme prioritaires.

En conséquence, le BEA-TT émet la recommandation suivante :

Recommandation R1 (AOM des réseaux de tramway mis en service avant 2003)¹⁸ :

Achever rapidement les programmes de traitement des obstacles fixes susceptibles d'aggraver les conséquences des collisions entre les rames de tramway et les véhicules routiers, et prendre, en l'attente, des mesures simples et provisoires de prévention pour les plus critiques.

5.3 - La traduction en mesures correctives du retour d'expérience des accidents de tramway

5.3.1 - Le processus de retour d'expérience des accidents de l'exploitant RATP

Sur l'intersection en cause, un précédent accident grave avait déjà eu lieu le 14 janvier 2006, analogue à celui objet du présent rapport. La RATP s'était alors engagée, dans son rapport notable adressé au préfet de la région d'Île-de-France, à demander l'implantation de panneaux d'interdiction de tourne-à-gauche. Pour autant, ces panneaux n'ont pas été posés, signe que le processus de retour d'expérience a connu un dysfonctionnement, dans ses phases de mise en œuvre et de suivi des actions correctives.

Par ailleurs, après l'accident corporel précité du 14 janvier 2006, et jusqu'à celui du 21 décembre 2013, aucune des analyses accidentologiques prévues par la réglementation et les guides du STRMTG n'a relevé ces panneaux manquants et la difficulté des automobilistes à comprendre l'interdiction de tourne-à-gauche. Pourtant, outre les deux accidents précités, au moins quatre autres accidents survenus sur cette période peuvent y être rattachés, et le constat amiable de l'un d'eux mentionne explicitement l'absence de ces panneaux.

Ces insuffisances proviennent très vraisemblablement :

- de déclarations individuelles d'accident succinctes, partielles, voire erronées. Ce sont pourtant sur ces informations que les analyses ultérieures s'appuieront ;
- d'analyses annuelles de l'accidentologie se limitant essentiellement à classer les carrefours selon le nombre d'accidents s'y étant produits au cours de l'année écoulée ;
- d'un diagnostic de sécurité, mené dans le cadre du dossier de sécurité régularisé (DSR), n'ayant pas établi les scénarios récurrents des accidents se produisant aux différents carrefours, ni recherché leurs causes profondes.

Aussi, le BEA-TT émet la recommandation suivante :

Recommandation R2 (RATP) :

Revoir le processus interne de retour d'expérience des accidents survenant sur les lignes de tramway exploitées, afin d'améliorer le recueil d'informations, les analyses de différents niveaux, la définition et le suivi des mesures correctives.

¹⁸ Il s'agit des autorités organisatrices des réseaux de tramways de Grenoble (Syndicat mixte des transports en commun de l'agglomération grenobloise - SMTG), d'Île-de-France (Syndicat des transports d'Île-de-France - STIF), de Lille (Métropole européenne de Lille - MEL), de Lyon (Syndicat mixte des transports pour le Rhône et l'agglomération lyonnaise - SYTRAL), de Montpellier (Montpellier Méditerranée Métropole), de Nancy (Communauté urbaine du grand Nancy - CUGN), de Nantes (Nantes métropole), d'Orléans (Orléans métropole), de Rouen (Métropole Rouen Normandie), de Saint-Étienne (Saint-Étienne métropole) et de Strasbourg (Strasbourg eurométropole).

5.3.2 - La participation des gestionnaires de voirie et des autorités de police de la circulation au retour d'expérience

La quasi-totalité des accidents survenant sur les lignes de tramway implique un tiers, et met donc en jeu la qualité de l'interface entre le tramway et l'espace public dans lequel il s'insère. Si la réglementation fait actuellement reposer le processus de retour d'expérience en général, et l'analyse des accidents en particulier, sur les exploitants de tramway et leurs autorités organisatrices de la mobilité, il est cependant essentiel que les gestionnaires de voirie concernés et les autorités de police de la circulation y soient associés.

Ainsi, les relations entre la RATP, le STIF et le Conseil départemental de Seine-Saint-Denis, alors embryonnaires dans le domaine de l'accidentologie jusqu'en décembre 2013, sont dorénavant plus soutenues. Il n'en est cependant pas toujours de même sur tous les autres réseaux de tramway et avec l'ensemble des gestionnaires de voirie.

Les évolutions du décret relatif à la sécurité des transports publics guidés vont dans ce sens, en prévoyant notamment que ces gestionnaires de voirie fournissent aux exploitants les informations permettant d'analyser les circonstances des accidents ou incidents graves, et contribuent à la rédaction des rapports annuels sur la sécurité de l'exploitation.

Cette meilleure contribution, pour avoir un caractère réellement impliquant, devrait faire l'objet d'un protocole entre les parties. Le BEA-TT émet en conséquence la recommandation suivante :

Recommandation R3 (STRMTG, GART et UTP) :

Demander aux autorités organisatrices de la mobilité en charge de lignes de tramway et à leurs exploitants de formaliser leurs relations avec les gestionnaires de voirie et les autorités de police de la circulation permettant une prise en compte efficace du retour d'expérience des accidents et des incidents.

5.3.3 - Le processus global de retour d'expérience des réseaux de tramway

Les dispositions réglementaires organisaient jusqu'à récemment le retour d'expérience des réseaux de tramway autour de trois échéances : lors de la survenue des accidents, annuellement et tous les dix ans, avec la production, respectivement, de rapports d'évènements notables, de rapports annuels de sécurité et de dossiers de sécurité actualisés. Ce processus réclame un formalisme important et fait intervenir des entités compétentes d'évaluation et de contrôle : service dédié interne à l'exploitant, organisme qualifié agréé, service technique spécialisé de l'État.

Or, ce processus n'a, à l'évidence, pas fonctionné dans le cas présent : bien que les insuffisances de l'intersection concernée aient été identifiées dès 2006, et bien que tous les rapports et dossiers attendus aient été produits, il n'a permis de repérer, à aucune des trois échéances, que les mesures correctives n'avaient pas été mises en œuvre, ni que des accidents matériels similaires continuaient à se produire. Il n'a pas non plus permis de fédérer l'ensemble des acteurs impliqués pour traiter les obstacles fixes de la ligne dans des délais recommandés par l'organisme qualifié agréé. Il a privilégié la production de données aux résultats.

Au plan réglementaire, les raisons du manque d'efficacité de ce processus sont vraisemblablement à rechercher dans :

- l'absence de prise en compte des gestionnaires de voirie et des autorités de police de la circulation dans les procédures de sécurité, bien qu'ils aient clairement un rôle important à jouer ;
- l'absence de réelles mesures contraignantes permettant de remédier au retard, au manque d'implication ou à la défaillance d'acteurs du processus.

Le décret n° 2017-440 du 30 mars 2017 relatif à la sécurité des transports publics guidés a récemment modifié ce processus : il cite les gestionnaires de voirie parmi les acteurs chargés du maintien du niveau de sécurité des tramways, il prévoit leur participation à la rédaction des rapports annuels de sécurité de l'exploitant, et il permet aux préfets de faire procéder à un diagnostic de sécurité si ces rapports sont insuffisants.

Il supprime l'obligation de réévaluer la sécurité tous les 10 ans. Par ailleurs, c'est toujours à l'exploitant ou à l'autorité organisatrice que le préfet doit s'adresser pour remédier à tout défaut constaté du système de transport, charge donc à eux de se retourner vers le gestionnaire de voirie ou l'autorité de police de la circulation si ce défaut concerne un élément lié à l'environnement routier.

Il convient, d'une part, de rendre ces nouvelles dispositions opérationnelles et, d'autre part, de s'assurer qu'elles améliorent le processus de retour d'expérience des réseaux de tramway dans des situations similaires à celle analysée dans le présent rapport. Le BEA-TT émet en conséquence la recommandation suivante :

Recommandation R4 (DGITM et STRMTG en lien avec DGCL et DSCR) :

Décliner, dans l'arrêté d'application et les guides techniques, les nouvelles dispositions prévues par le décret n° 2017-440 du 30 mars 2017 relatif à la sécurité des transports publics guidés, en veillant à rendre opérationnelles :

- la vérification de la mise en œuvre des actions correctives ;
- l'implication systématique des gestionnaires de voirie et des autorités de police de la circulation ;
- les mesures contraignantes en cas de retard, de manque d'implication ou de défaillance d'acteurs du processus.

Réaliser un bilan de leur efficacité lorsque l'on disposera d'un recul suffisant.

6 - Conclusions et recommandations

6.1 - Les causes directes de l'accident

La cause directe de l'accident est l'engagement de la voiture sur la plate-forme du tramway au moment de l'arrivée d'une rame. Deux facteurs ont notamment contribué à la collision :

- d'une part, la signalisation et l'aménagement du carrefour, qui ne permettaient pas aux automobilistes de comprendre rapidement et sans équivoque que le mouvement de tourne-à-gauche qu'ils réalisaient n'était pas permis. Cette interdiction ne pouvait se déduire que de la présence d'une unique flèche directionnelle peinte au sol, n'indiquant que la direction « tout droit » ;
- d'autre part, le fonctionnement du retour d'expérience de l'exploitant sur les accidents de tramway, qui n'avait pas permis de remédier à cette signalisation insuffisante, bien qu'elle ait été repérée en 2006 à la suite d'un accident corporel similaire et qu'elle ait joué un rôle dans plusieurs autres accidents matériels.

Enfin, les conséquences de cet accident ont été aggravées par la présence, à proximité immédiate de l'intersection, d'un poteau support de la ligne aérienne de contact (LAC), contre lequel la voiture a été écrasée.

6.2 - Les recommandations

L'aménagement et la signalisation des intersections de route de la Courneuve avec la rue Voltaire et la voie Villa-Monjardin ont été modifiés depuis l'accident objet du présent rapport. Considérant qu'ils ne laissent plus planer d'ambiguïté sur les mouvements de tourne-à-gauche interdits, le BEA-TT n'émet en conséquence pas de recommandation sur ce thème.

Il formule cependant les recommandations suivantes :

Recommandation R1 (AOM des 11 réseaux de tramway mis en service avant 2003)¹⁹ :

Achever rapidement les programmes de traitement des obstacles fixes susceptibles d'aggraver les conséquences des collisions entre les rames de tramway et les véhicules routiers, et prendre, en l'attente, des mesures simples et provisoires de prévention pour les plus critiques.

Recommandation R2 (RATP) :

Revoir le processus interne de retour d'expérience des accidents survenant sur les lignes de tramway exploitées, afin d'améliorer le recueil d'informations, les analyses de différents niveaux, la définition et le suivi des mesures correctives.

¹⁹ Il s'agit des autorités organisatrices des réseaux de tramways de Grenoble (Syndicat mixte des transports en commun de l'agglomération grenobloise - SMTC), d'Île-de-France (Syndicat des transports d'Île-de-France - STIF), de Lille (Métropole européenne de Lille - MEL), de Lyon (Syndicat mixte des transports pour le Rhône et l'agglomération lyonnaise - SYTRAL), de Montpellier (Montpellier Méditerranée Métropole), de Nancy (Communauté urbaine du grand Nancy - CUGN), de Nantes (Nantes métropole), d'Orléans (Orléans métropole), de Rouen (Métropole Rouen Normandie), de Saint-Étienne (Saint-Étienne métropole) et de Strasbourg (Strasbourg eurométropole).

Recommandation R3 (STRMTG, GART et UTP) :

Demander aux autorités organisatrices de la mobilité en charge de lignes de tramway et à leurs exploitants de formaliser leurs relations avec les gestionnaires de voirie et les autorités de police de la circulation permettant une prise en compte efficace du retour d'expérience des accidents et des incidents.

Recommandation R4 (DGITM et STRMTG en lien avec DGCL et DSCR) :

Décliner, dans l'arrêté d'application et les guides techniques, les nouvelles dispositions prévues par le décret n° 2017-440 du 30 mars 2017 relatif à la sécurité des transports publics guidés, en veillant à rendre opérationnelles :

- **la vérification de la mise en œuvre des actions correctives ;**
- **l'implication systématique des gestionnaires de voirie et des autorités de police de la circulation ;**
- **les mesures contraignantes en cas de retard, de manque d'implication ou de défaillance d'acteurs du processus.**

Réaliser un bilan de leur efficacité lorsque l'on disposera d'un recul suffisant.

ANNEXES

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête

Annexe 2 : Avancement des démarches de traitement des poteaux supports de LAC susceptibles d'aggraver les conséquences des collisions entre les rames de tramway et les véhicules routiers

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
ET DE L'ÉNERGIE

*Bureau d'enquêtes sur les accidents
de transport terrestre*
Le Directeur

La Défense, le 14 janvier 2014

DECISION

Le directeur du bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre,

Vu le code des transports et notamment le titre II du livre VI de la 1^{re} partie relatif à l'enquête technique après un accident ou un incident de transport ;

Vu le décret n° 2004-85 du 26 janvier 2004 modifié relatif aux enquêtes techniques après accident ou incident de transport terrestre ;

Vu les circonstances de la collision entre une rame de la ligne de tramway T1 du réseau de transport urbain d'Île-de-France et un véhicule léger survenue le 21 décembre 2013 au droit du carrefour entre la route de la Courneuve et la rue Voltaire à Saint-Denis (Seine-saint-Denis) ;

décide

Article 1 : Une enquête technique est ouverte en application du titre II du livre VI de la 1^{re} partie du code des transports sur la collision entre une rame de tramway et un véhicule léger survenue le 21 décembre 2013 à Saint-Denis (93).

Le directeur du BEA-TT



Claude AZAM

Annexe 2 : Avancement des démarches de traitement des poteaux supports de LAC susceptibles d'aggraver les conséquences des collisions entre les rames de tramway et les véhicules routiers

Les autorités organisatrices de la mobilité (AOM) qui possèdent des lignes de tramway mises en service antérieurement à mai 2003 ont engagé, dans le cadre des démarches liées aux dossiers de sécurité régularisés (DSR), un travail d'identification des obstacles fixes implantés à proximité des carrefours, de priorisation de ceux nécessitant des mesures pérennes de prévention, et de mise en œuvre de ces mesures de prévention.

Le BEA-TT a demandé à chacune d'elles :

- le nombre total de poteaux supports de LAC localisés dans les zones devant rester libres d'obstacle fixe définies par le STRMTG dans son guide « implantation des obstacles fixes à proximité des intersections tramways/voies routières » ;
- parmi ceux-ci, le nombre de poteaux supports de LAC retenus comme prioritaires et devant faire l'objet d'une mesure pérenne de prévention ;
- parmi ceux-ci, le nombre de poteaux LAC ayant fait l'objet d'une mesure pérenne de prévention à la mi-octobre 2016.

Le tableau ci-après présente la synthèse des réponses reçues.

Réseaux de tramway comportant des lignes mises en service avant mai 2003	Nombre de poteaux supports de LAC recensés dans une zone devant rester libre d'obstacle fixe	Parmi ceux-ci, nombre de poteaux supports de LAC retenus comme prioritaires ⁽¹⁾	Parmi ceux-ci, nombre de poteaux supports de LAC traités à la mi-octobre 2016
Grenoble	43	8	0
Île-de-France	122	81	18 (22%)
Lille	41	19	0
Lyon	45	7	0
Montpellier	12	5	5 (100 %)
Nancy	9	3	0
Nantes	226	146	111 (76 %)
Orléans	62	25	2 (8 %)
Rouen	86	47	0
Saint-Étienne	10	10	9 (90 %)
Strasbourg	35	5	2 (40 %)
total	691	356	147 (41 %)

(1) : Certaines AOM ont établi trois niveaux de priorité : fort et nécessitant un traitement à court terme (généralement admis entre 0 et 3 ans), moyen et nécessitant un traitement à moyen terme (généralement admis entre 3 et 6 ans), faible et pouvant se satisfaire d'un traitement à long terme. Dans ce cas, ne sont mentionnés que le nombre de poteaux supports de LAC aux priorités forte et moyenne.



Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre



**Grande Arche - Paroi Sud
92055 La Défense cedex**

Téléphone : 01 40 81 21 83

Télécopie : 01 40 81 21 50

bea-tt@developpement-durable.gouv.fr

www.bea-tt.developpement-durable.gouv.fr

