BEA-TT

Bureau d'enquêtes sur les Accidents de transport terrestre

Rapport d'enquête technique sur le déraillement d'un train du RER C survenu le 20 décembre 2009 à la suite de la chute d'un bloc de parapet à Choisy-le-Roi (94)

mars 2011

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat
Développement durable
Prévention des risques
Infrastructures, transports et mer

Présent pour l'avenir

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

**Conseil Général de l'environnement
et du développement durable**

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

Affaire n° BEATT-2009-012

Rapport d'enquête technique sur le déraillement d'un train du RER C survenu le 20 décembre 2009 à la suite de la chute d'un bloc de parapet à Choisy-le-Roi (94)

Bordereau documentaire

Organisme commanditaire : Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement (MEDDTL)

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

Titre du document : Rapport d'enquête technique sur le déraillement d'un train du RER C survenu le 20 décembre 2009 à la suite de la chute d'un bloc de parapet à Choisy-le-Roi (94)

N°ISRN : EQ-BEAT--11-3--FR

Proposition de mots-clés : accident, déraillement, parapet

Avertissement

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée dans le cadre du titre III de la loi n°2002-3 du 3 janvier 2002, codifié aux articles L 1621-1 à 1622-2 du code des transports, et du décret n°2004-85 du 26 janvier 2004, 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'évènement 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 - 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 météorologie....15

2.2 - L'infrastructure routière....15

2.2.1 -Caractéristiques....15

2.2.2 -Trafic, vitesse et accidentalité....16

2.2.3 -L'état de la chaussée au moment de l'accident....17

2.3 - Caractéristiques de la ligne ferroviaire....18

2.4 - Composition du train 145867....18

2.5 - Retour d'expérience sur les accidents similaires....18

3 - COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS EFFECTUÉES....19

3.1 - Résumé des témoignages....19

3.1.1 -Conducteur du véhicule léger accidenté....19

3.1.2 -Automobiliste ayant porté secours au conducteur du VL accidenté....19

3.1.3 -Conducteur du train 20

3.2 - Le véhicule léger accidenté....20

3.3 - Le conducteur du véhicule léger accidenté....21

3.3.1 -Activité le jour de l'accident....21

3.3.2 -Contrôle alcoolémie et stupéfiants....21

3.4 - Influence de la prise de stupéfiants sur le comportement du conducteur du véhicule léger accidenté....22

3.4.1 -Le dépistage des stupéfiants....22

3.4.2 -État des connaissances sur l'influence de la prise de stupéfiants sur la conduite routière....23

3.4.3 -Taux de stupéfiants présentés par le conducteur....24

3.4.4 -Discussion sur les effets possibles sur le conducteur....24

3.5 - Le pont franchissant les voies ferrées....25

3.5.1 -La convention d'entretien de l'ouvrage....25

3.5.2 -L'historique des travaux....25

3.5.3 -La réglementation concernant les dispositifs de retenue des véhicules routiers....28

3.6 - Les installations ferroviaires....28
3.6.1 -Les voies ferrées....28
3.6.2 -Les caténaires....28
3.6.3 -La signalisation....28
3.6.4 -Bilan des dégâts....29
3.7 - Reconstitution de la cinématique de l'accident....30
3.7.1 -Reconstitution des évènements ayant conduit à la perte de contrôle de la Clio....31
3.7.2 -Reconstitution de la trajectoire de la Clio et du choc contre le parapet....31

4 - DÉROULEMENT DE L'ACCIDENT ET DES SECOURS....35
4.1 - Déroulement de l'accident....35
4.2 - L'alerte et les secours....35

5 - ANALYSE DES CAUSES ET FACTEURS ASSOCIÉS, ORIENTATIONS PRÉVENTIVES 37
5.1 - Arbre des causes....37
5.2 - La maitrise du véhicule....38
5.3 - La protection des ouvrages proches de voies ferrées 39
5.4 - L'alerte au domaine ferroviaire....40

6 - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS....41
6.1 - Causes de l'accident....41
6.2 - Recommandations....41

ANNEXES....43
Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête....45
Annexe 2 : Plans de situation....46
Annexe 3 : Ligne ferroviaire de Paris à Orléans....47
Annexe 4 : Bande ATESS du train 145867....48
Annexe 5 :Photographies....49
Annexe 6 : Rapport d'expertise accidentologie....51

Crédits photographiques
Police nationale : photos n° 11, 13, 14, 15
BEA-TT : photos n° 6, 16
SNCF : photos n° 10
Cabinet EXAM : photos n° 3, 8, 12
Internet (Google maps et Street view) : photos n° 1, 2, 4, 5, 7, 9

Glossaire

- **ABS :** Antiblocage de sécurité. Système d'assistance au freinage empêchant les roues de se bloquer pendant les périodes de freinage intense
- **BP URG :** Bouton poussoir d'urgence destiné à déclencher le freinage d'urgence
- **CG :** Conduite générale de frein du train, dispositif de freinage à air du train
- **COGC :** Centre Opérationnel de Gestion de la Circulation de la SNCF
- **FU :** Fermeture d'urgence
- **KVB :** Contrôle de vitesse par balises. Dispositif embarqué assurant la surveillance de la vitesse du train
- **MPF :** Manipulateur de freinage
- **PK :** Point kilométrique
- **PL :** Poids lourds
- **RD :** Route départementale
- **RFF :** Réseau Ferré de France. Gestionnaire des infrastructures ferroviaires
- **VA :** Veille automatique. Dispositif embarqué contrôlant la présence et l'état de conscience du conducteur du train
- **VL :** Véhicule léger

Résumé

Le 20 décembre 2009 à 20h36, à Choisy-le-Roi, le train RER 145867 percute un bloc de pierre tombé sur la voie. Suite à ce choc, le train déraille, arrache la voie sur laquelle il circule et les caténaires des quatre voies sur environ 500 mètres, en engageant la voie adjacente. Le bilan est de 37 blessés, dont 2 graves, tous situés dans la première voiture de la rame.

Ce bloc de pierre, provenant du parapet du pont routier franchissant les voies ferrées quai Jules Guesde, avait été percuté et projeté sur les voies ferrées en contrebas, quelques minutes plus tôt, par une automobile en provenance de Vitry-sur-Seine.

La cause directe et immédiate de cet accident est la perte de contrôle d'un véhicule routier qui a heurté le parapet en pierre d'un pont et l'a projeté sur la voie ferrée.

Quatre facteurs ont pu contribuer à cette perte de contrôle :

- la vitesse excessive du véhicule, compte tenu des conditions météorologiques et de l'état de la chaussée ;
- un léger choc avec un véhicule circulant en sens inverse.
- les effets éventuels d'une consommation d'alcool et de stupéfiants par le conducteur ;
- la défaillance du système ABS.

Par ailleurs, l'absence de protection du parapet du pont qui n'est pas conçu pour résister à un tel choc n'a pas permis d'éviter la projection du bloc de pierre et l'absence d'alerte de l'exploitant ferroviaire n'a pas permis d'arrêter le train à temps pour éviter l'accident.

Ceci conduit le BEA-TT à inviter les pouvoirs publics à poursuivre leur politique actuelle en matière de lutte contre l'insécurité routière portant notamment sur les points évoqués ci-dessus : l'adaptation de la vitesse aux conditions météorologiques et à l'état de la route, les excès de vitesse, la conduite sous l'emprise d'alcool et/ou de stupéfiants.

1 - Constats immédiats et engagement de l'enquête

1.1 - Circonstances de l'accident

Le 20 décembre 2009, à 20h36 à Choisy-le-Roi, le train RER 145867 percute un bloc de pierre tombé sur la voie. Suite à ce choc, le train déraille en engageant la voie adjacente, arrache la voie de circulation sur laquelle il circule, ainsi que les caténaires des quatre voies sur environ 500 mètres.

Ce bloc de pierre, provenant du parapet du pont franchissant les voies ferrées quai Jules Guesde, avait été percuté et projeté sur les voies ferrées en contrebas, vers 20h30 par une automobile en provenance de Vitry-sur-Seine.

1.2 - Bilan humain et matériel

Le bilan humain est de 37 blessés, dont 2 graves ; 32 blessés ont été évacués juste après l'accident sur des hôpitaux parisiens par les services de secours, les autres ont été soignés sur place.

Les dégâts matériel sont très importants :

- sur la rame, une motrice est déraillée et sa cabine de conduite partiellement détruite, deux bogies porteurs sont déraillés sous les deuxième et troisième voitures, un pantographe est arraché et 50% des vitres sont cassées.
- au niveau des infrastructures ferroviaires, 500 mètres de rail, traverses et ballast sur la voie 1 sont à remplacer entièrement. 1 200 mètres de caténaires sont détruits (les caténaires des quatre voies sont arrimées aux mêmes supports centraux) et quatre supports sont à changer entre le pont-rail et l'entrée de la gare de Choisy-le-Roi. La potence de signalisation et les différentes connexions ont été complétement détruites.
- le garde-corps du pont est en partie détruit.

Le montant estimé des dégâts (environ 7 M€) est supérieur au seuil de 2 M€ qui rend l'enquête technique obligatoire au terme de la directive ferroviaire du Parlement Européen 2004/49/CE du 24 avril 2004.

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, par décision du 23 décembre 2009, une enquête technique sur cet accident.

Cette enquête est engagée dans le cadre du titre III de la loi n°2002-3 du 3 janvier 2002 et du décret n°2004-85 du 26 janvier 2004, relatifs aux enquêtes techniques après accident ou incident de transport terrestre.

Les enquêteurs du BEA-TT se sont rendus sur le site de l'accident.

Ils ont rencontré le Procureur de la République auprès du tribunal de grande instance de Créteil et les enquêteurs de la préfecture de police de Paris (Brigade de

Répression de la Délinquance contre la Personne). Ils ont pu disposer des résultats de l'enquête réalisée par cette brigade.

Ils ont rencontré les responsables régionaux de la SNCF.

Ils ont obtenu par ailleurs du Conseil général du Val-de-Marne divers documents concernant les caractéristiques de la RD 152 et du pont enjambant les voies ferrées, ainsi que l'exploitation de cette voirie.

En outre, ils ont fait réaliser par un expert automobile (cabinet EXAM), d'une part un examen approfondi du véhicule léger accidenté et du parapet percuté et, d'autre part, une reconstitution de la cinématique de l'accident afin de déterminer le scénario de l'accident le plus probable et d'obtenir une estimation de la vitesse du véhicule lors de la perte de contrôle et au moment du choc avec le parapet.

2 - Contexte de l'accident

2.1 - La météorologie

La région Ile-de-France connait depuis plusieurs jours un épisode neigeux avec des températures négatives. Des chutes de neige intermittentes ou des averses de neige (localement et temporairement mêlées de pluie) se produisent un peu partout, faibles le plus souvent.

La circulation est rendue difficile car les routes sont particulièrement glissantes. Sur les voies ferrées, les rails et les traverses sont recouverts de neige.

2.2 - L'infrastructure routière

2.2.1 - Caractéristiques

L'accident ayant provoqué la chute du bloc de pierre sur la voie ferrée s'est produit quai Jules Guesde à Choisy-le-roi (94) (RD 152) sur un pont enjambant les voies ferrées de la ligne de Paris Austerlitz à Orléans (voir plans de situation en annexe 2).

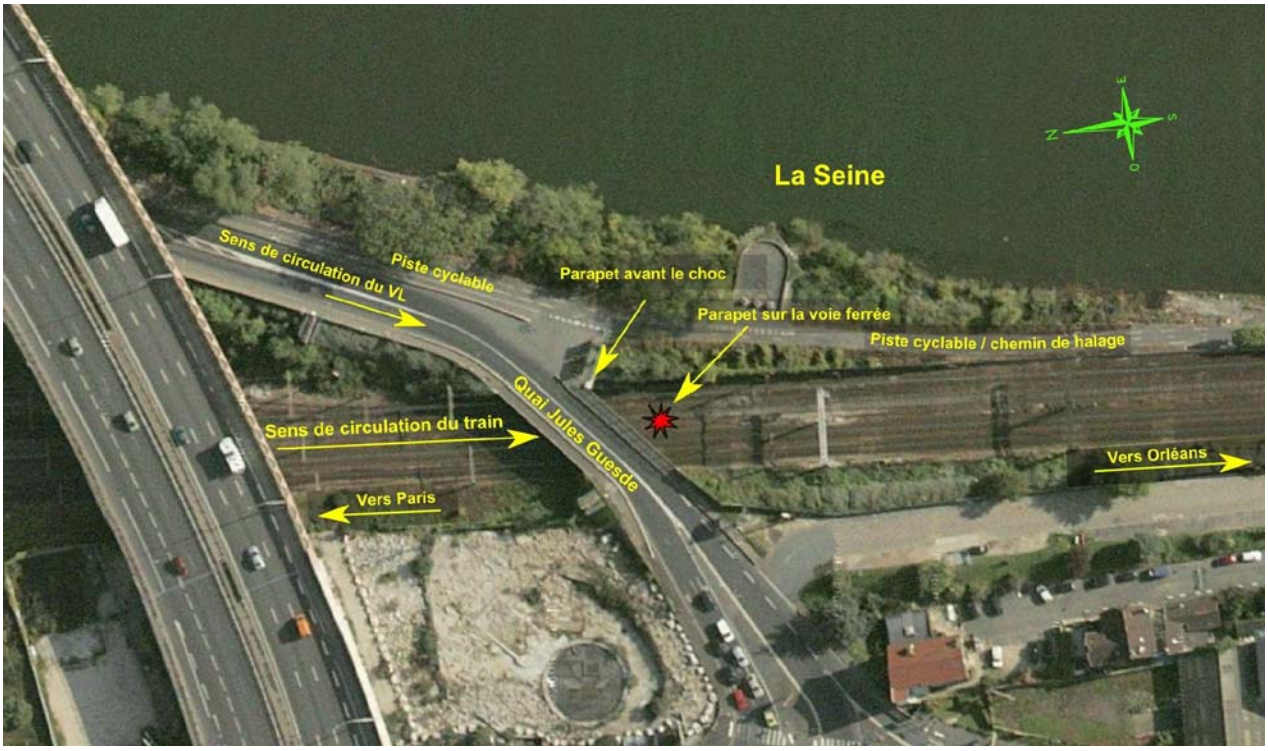


Photo 1 : Vue aérienne du lieu de l'accident

Cette route départementale est située en agglomération, la vitesse est limitée à 50 km/h. En amont du secteur de l'accident, dans le sens de circulation du véhicule accidenté, elle longe la Seine et traverse une zone d'activité ne comportant que très peu d'accès à la voirie.

Dans le sens de circulation du véhicule accidenté, en amont de l'ouvrage d'art, la chaussée, constituée de deux voies de circulation de 3,50 m de large séparées par une ligne blanche continue, est rectiligne et en légère rampe.

Elle est bordée par un trottoir côté droit et une piste cyclable côté gauche (côté fleuve).

Immédiatement en amont du pont enjambant les voies ferrées, dans le sens de circulation du véhicule accidenté, la chaussée comporte une courbe à droite. A l'extérieur du virage, est aménagé un accès aux berges de la Seine pour les véhicules de service.

Le pont enjambant les voies ferrées est un ouvrage en béton armé datant du début du XXe siècle, sa date de construction n'ayant cependant pas pu être précisément déterminée. Il comprend deux voies de circulation et deux trottoirs.

Dans le virage et sur toute la longueur de l'ouvrage, deux rangées de glissières « autonor »* ont été posées de part et d'autre de la chaussée pour assurer la protection des trottoirs.

A l'extérieur du virage, côté fleuve, la rangée de glissières autonor est interrompue et les bordures de trottoir sont abaissées afin de faciliter l'accès des véhicules de service aux berges du fleuve.

Les garde-corps de l'ouvrage sont en serrurerie métallique scellée sur des parapets en pierre maçonnée.

Le revêtement de la chaussée et la signalisation horizontale, refaits en 2007 sur cette section, sont en bon état général.

2.2.2 - Trafic, vitesse et accidentalité

Une campagne de comptages automatiques avec analyse des vitesses a été réalisée en février 2010 sur cette voie pendant une semaine.

Deux postes de comptage, un par sens, ont été installés au niveau de l'accident, le sens 1 étant celui du véhicule accidenté.

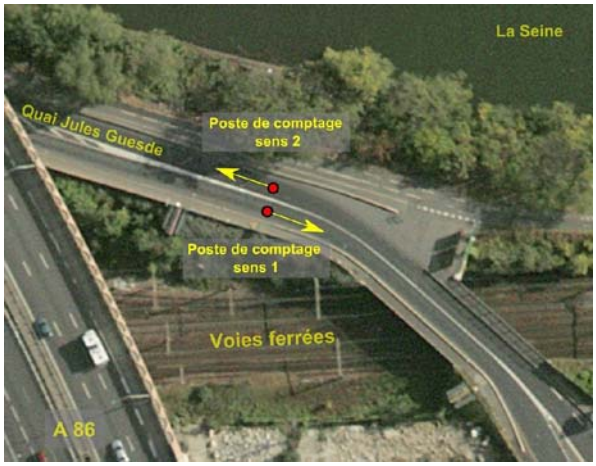


Photo 2 : Emplacement des postes de comptage

* Glissière de sécurité en béton adaptée à un usage urbain

Trafic et vitesse

Le trafic moyen journalier par semaine est de l'ordre de 4 350 véhicules par jour avec un taux de 12,3 % de PL, dans le sens de circulation du véhicule accidenté, et de 5 640 véhicules par jour avec un taux de 15,8 % de PL, dans l'autre sens.

Le trafic ainsi que le taux de PL sont légèrement plus élevés les jours ouvrés que les week-ends.

Les mesures de vitesses effectuées sont les suivantes :

		Vitesse moyenne	Véhicules en excès de vitesse
Vitesse sens 1 (sens de l'accident)	VL	36,2 km/h	6,07 %
	PL	33,4 km/h	3,59 %
Vitesse sens 2	VL	44,3 km/h	23,38 %
	PL	43,3 km/h	17,92 %

Il s'agit donc d'une voie à vocation locale au trafic relativement faible.

Accidentalité

Une analyse de l'accidentalité de la rue Jules Guesde (RD 152) portant sur la période quinquennale comprise entre 2004 et 2008 a été effectuée sur une section de 2,764 km située entre les carrefours avec la RD 124 au sud et la RD 48 au nord.

Sur cette période de 5 ans sont à déplorer 24 accidents ayant fait 32 victimes dont 1 tué, 7 blessés hospitalisés et 24 blessés non hospitalisés.

Sur les 24 accidents recensés, 15 accidents se sont produits hors intersection et 9 en carrefour. La majorité des conflits s'est produite entre véhicules légers.

Les principales infractions sont le non respect du stop à l'intersection du quai Jules Guesde avec la rue Eugène Hénaff, une conduite à une vitesse excessive eu égard aux circonstances et un refus de priorité à droite. Pendant cette période, aucun accident corporel n'a été provoqué en raison d'une alcoolémie excessive.

Cette section de route entièrement située en agglomération présente une accidentalité relativement importante causée principalement par le non respect des priorités et la vitesse excessive.

2.2.3 - L'état de la chaussée au moment de l'accident

Cette route départementale est intégrée à un circuit de salage du Service Territorial Ouest du Conseil Général.

Les fiches d'enregistrement de salage communiquées aux enquêteurs mentionnent deux traitements le 20 décembre 2009 :

- un traitement préventif entre 0h00 et 5h00 en prévision du risque fort de brouillard givrant et de verglas ;

- un traitement curatif « neige » entre 11h00 et 14h00.

Au moment de l'accident, il fait nuit et il neige finement et par intermittence ; les températures sont légèrement négatives.

Les constats effectués par les forces de l'ordre qui étaient sur place peu après l'accident, indiquent que la chaussée est gelée et recouverte d'une fine couche de neige.

Il est donc vraisemblable que la chaussée ait été glissante au moment de l'accident.

2.3 - Caractéristiques de la ligne ferroviaire

La ligne ferroviaire de Paris Austerlitz à Orléans est constituée à cet endroit de quatre voies principales exploitées avec le régime de la double voie.

Elle peut être parcourue par des trains de différentes natures : des automoteurs et des autorails, avec des dessertes RER, TER ou de grandes lignes, des trains de fret et de service.

La limite de vitesse des trains les plus rapides est de 140 km/h. Le type de train concerné par l'accident (Z20900) est limité à 130 km/h à cet endroit.

La ligne est régulée par le centre opérationnel de gestion des circulations COGC de Paris Rive-Gauche.

Elle est équipée de la liaison radio sol-train avec les trains.

La traction électrique des trains est assurée en 1 500 volts continu.

2.4 - Composition du train 145867

Ce train est composé de deux rames RER C numérotées dans le sens de la marche 234A (Z20967) et 228A (Z20956).

2.5 - Retour d'expérience sur les accidents similaires

Il n'existe pas de statistiques concernant les accidents ferroviaires occasionnés par la chute d'objets sur une voie ferrée, à la suite d'un accident routier (en particulier depuis un pont route).

Le BEA-TT n'a eu connaissance que d'un accident récent qui s'est produit le 26 janvier 2010 à Grisolles (81) sur la ligne reliant Montauban à Toulouse : un bloc de pierre est tombé sur la voie depuis un pont route, après avoir été projeté par une automobile dont le conducteur a perdu le contrôle. Le train, arrivant peu après, a percuté ce bloc de béton, sans que cela provoque des dégâts humains et matériels importants.

Il apparaît donc que ce type d'accident est très rare et que le présent accident de Choisy-le-Roi est le seul accident grave connu.

3 - Compte rendu des investigations effectuées

3.1 - Résumé 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 paraissent utiles pour éclairer la compréhension et l'analyse des évènements et pour formuler des recommandations. Il peut exister des divergences entre les témoignages recueillis, ou entre ceux-ci et des constats ou analyses présentés par ailleurs.

3.1.1 - Conducteur du véhicule léger accidenté

Le conducteur du véhicule accidenté déclare qu'il circule sur le quai Jules Guesde venant de Vitry-sur-Seine en direction de Choisy-le-Roi à une vitesse de 50-55 km/h. Il est seul dans son véhicule. Vers 20h30, alors qu'il approche de l'intersection avec la RD 124, son véhicule est percuté par une voiture blanche qui circule en sens inverse. Sous le choc, son véhicule est projeté contre le parapet du pont.

Il sort alors de son véhicule immobilisé le long du parapet, et voit un automobiliste reculer légèrement et partir en direction de Vitry-sur-Seine. Il pense que c'est ce véhicule qui l'a percuté.

Il ne remarque pas qu'un élément du parapet est tombé sur les voies ferrées.

Son véhicule étant immobilisé, et ne souhaitant pas faire appel à un dépanneur, il se fait raccompagner par un automobiliste chez un ami pour rechercher de l'aide. Face au refus de son ami, il se fait alors raccompagner à son domicile par un second automobiliste.

Arrivé à son domicile, il boit 2 verres de whisky sous l'effet de l'émotion, puis il appelle les pompiers et la Police pour signaler l'accident.

Il est interpellé à son domicile à 22h35, soit environ deux heures après l'accident.

3.1.2 - Automobiliste ayant porté secours au conducteur du VL accidenté

Cet automobiliste déclare qu'il circulait Quai Jules Guesde en direction de Choisy-le-Roi. Il était à la hauteur de la société Sanofi (à 500 m environ du lieu de l'accident) lorsqu'il a aperçu un grand éclair.

Arrivé au niveau du virage, juste avant le pont, il a vu un véhicule Renault Clio encastré dans le parapet surplombant les voies ferrées. Il n'a pas été témoin de l'accident proprement dit.

Il s'est arrêté et a remarqué qu'un autre véhicule de marque Volkswagen Golf de couleur sombre venait de s'arrêter. Le conducteur de ce second véhicule est descendu, s'est approché du véhicule accidenté, puis est reparti très rapidement. Il n'a pas remarqué d'autre véhicule sur les lieux de l'accident.

Lorsqu'il s'est arrêté près du véhicule accidenté, le conducteur de celui-ci était encore à l'intérieur, puis en est sorti rapidement. Il était seul.

Il déclare avoir appelé les pompiers, puis la police. Ayant vu le conducteur sortir de son véhicule, il a indiqué à la police qu'il n'y avait pas de blessés. L'opérateur de la police lui a répondu que dans ce cas l'intervention de la police n'était pas nécessaire et qu'il fallait faire un constat.

A la demande de l'automobiliste accidenté, il a alors emmené ce dernier près de la piscine de Choisy-le-Roi.

3.1.3 - Conducteur du train

Quatre personnes se trouvent dans la cabine de conduite du train, le conducteur et trois collègues passagers.

Le conducteur du train conduit normalement vers 120 km/h, il fait nuit et il n'aperçoit qu'à peine les rails, vu l'épaisseur de neige. Lorsqu'il entend un bruit et simultanément la cabine de conduite fait un bond et le train déraille.

Pendant l'accident, malgré la chute d'une plaque de tôle du plafond de la cabine, les percussions successives avec les supports caténaires et le heurt avec la potence signalisation, il réussit à mettre le manipulateur traction sur zéro et à abaisser les pantographes. Ce sont ses collègues, à ses côtés, qui font les autres gestes sécurité qu'il n'arrive pas à exécuter, ne pouvant accéder aux commandes du fait de la chute de la plaque de tôle : freinage d'urgence (BP URG), signal d'alerte radio (SAR) et le signal d'alerte lumineux.

3.2 - Le véhicule léger accidenté

Le véhicule accidenté est un véhicule de marque Renault de type Clio III.

Le véhicule est équipé de coussins gonflables (airbag) et de ceintures de sécurité à prétensionneurs. Il est aussi équipé d'un système ABS et de la direction assistée. Il n'est pas équipé de correcteur de trajectoire.

Son poids à vide est de 1 175 kg et son poids total en charge admis étant de 2 550 kg.

Il a été mis en circulation le 28 octobre 2005 et compte 94 519 km. Il n'a pas été retrouvé de trace d'un passage au contrôle technique alors qu'il aurait dû être subi avant le 28 octobre 2009 (soit deux mois avant l'accident).

Il est en bon état général. L'expertise effectuée sur le véhicule a cependant montré que le système ABS était défaillant (le capteur de vitesse de la roue avant gauche ne communique plus avec le calculateur depuis 71 cycles de démarrage) et n'a pas fonctionné lors de la perte de contrôle.

Il convient de signaler que si le véhicule avait été soumis au contrôle technique, l'anomalie de l'ABS concernant un capteur de roue débranché aurait vraisemblablement été signalée lors du contrôle sans obligation de contre visite.

L'examen du véhicule et l'analyse des données informatiques moteur ont révélé l'absence de désordre pouvant être à l'origine de la perte de contrôle ou représenter un facteur perturbant de la conduite.

Le dysfonctionnement de l'ABS représente néanmoins un facteur aggravant dans la situation de perte de contrôle du véhicule, car les roues restent bloquées et le

véhicule ne peut plus être dirigé surtout sur chaussée glissante.

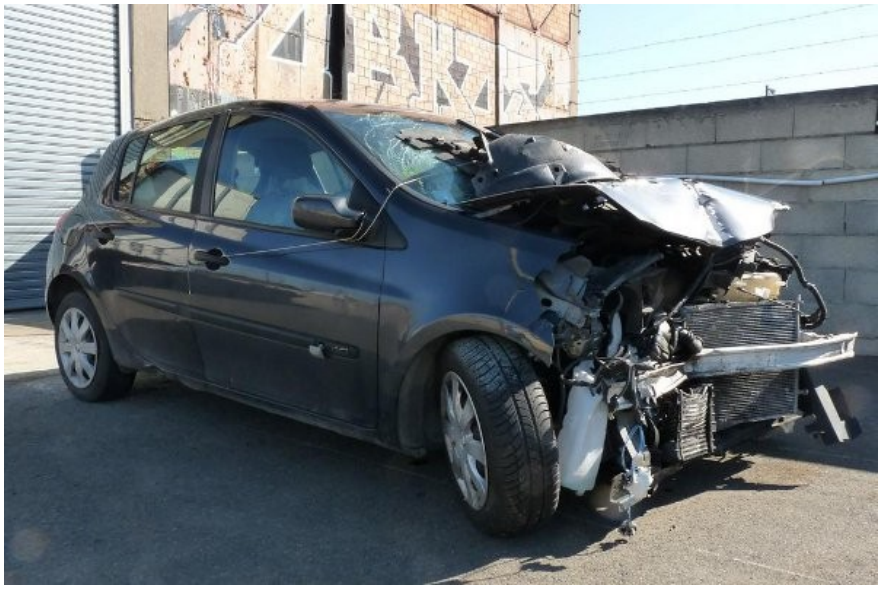


Photo 3 : Vue de la Renault Clio accidentée

3.3 - Le conducteur du véhicule léger accidenté

Le conducteur du véhicule léger accidenté est un homme âgé de 29 ans, titulaire du permis de conduire B.

3.3.1 - Activité le jour de l'accident

L'activité du conducteur du véhicule léger, le jour de l'accident a été reconstituée à partir des déclarations de l'intéressé. Elle montre que celui-ci n'a effectué que des petits trajets à pied et en voiture aux alentours de son domicile à Vitry-sur-Seine.

L'accident se produit vers 20h30 alors qu'il rentre chez lui après avoir déposé deux amis à proximité de la mairie de Vitry-sur-Seine.

3.3.2 - Contrôle alcoolémie et stupéfiants

Les dépistages d'alcoolémie et de stupéfiants effectués sur le conducteur du véhicule accidenté sont positifs.

Le contrôle d'alcoolémie effectué à 22h40 au moment de son interpellation, soit 2 heures après l'accident à l'aide d'un éthylomètre indique un taux d'imprégnation alcoolique de 0,59 mg/l d'air expiré (soit 1,18 g/l de sang). Un second contrôle effectué le 21 décembre à 03h20 indique un taux d'imprégnation alcoolique de 0,20 mg/l d'air expiré (soit 0,4 g/l de sang). Toutefois, il n'a pas pu être établi si le conducteur était sous l'emprise de l'alcool au moment de l'accident ou si sa consommation a été postérieure à l'accident.

Rappelons que la conduite d'un véhicule léger avec une alcoolémie supérieure à 0,50 g/l de sang (0,25 mg/l d'air expiré) est interdite et expose le contrevenant à une contravention (article R 314-1 du code de la route) et qu'au-delà de 0,80 g/l de sang (0,40 mg/l d'air expiré) elle constitue un délit (article L 234-1 du code de la route).

Les recherches de stupéfiants dans le sang se sont également révélées positives au cannabis et à la cocaïne. Ces résultats constituent un délit au sens de l'article L 235-1 du code de la route. Toutefois les délais entre ces prises de stupéfiants et l'accident, ainsi que leurs effets possibles sur la conduite sont très difficiles à établir.

Ce point est développé au chapitre 3.4 ci-après.

3.4 - Influence de la prise de stupéfiants sur le comportement du conducteur du véhicule léger accidenté

Les effets des prises de stupéfiants, sur la conduite automobile sont très complexes.

3.4.1 - Le dépistage des stupéfiants

Le dépistage du cannabis

Le cannabis est généralement détecté dans le sang, dans les urines ou la salive. L'agent psychoactif majeur se transforme rapidement dans l'organisme pour aboutir à un métabolite qui n'est pas psychoactif :

- l'agent actif principal du cannabis est le Δ^9-transtétrahydrocannabinol (dénommé ci-après THC), substance psychoactive qui est rapidement métabolisée en 11-hydroxy-tétrahydrocannabinol (dénommé ci-après 11-OH-THC) également psychoactif. Les niveaux dans le sang de ces deux substances décroissent rapidement.
- le 11-OH-THC est ensuite oxydé en 11-nor 9-carboxy-Δ^9-tétrahydrocannabinol (dénommé ci-après THC-COOH), le principal métabolite qui est généralement détecté qui lui n'est pas psychoactif.

Le niveau de concentration de THC dans le sang augmente rapidement pour atteindre un pic au bout de 7 à 10 minutes après l'inhalation. Il a déjà chuté d'un tiers de sa valeur maximum 10 minutes après la fin de la cigarette, il atteint 5 % à 10 % de la valeur initiale au bout d'une heure et atteint des valeurs proches de limites de détection deux heures après (de l'ordre du ng*). Les effets psychiques obtenus après consommation isolée d'un joint durent environ 2 heures. Mais globalement, les effets peuvent durer de 2 à 10 heures suivant les individus et les doses absorbées.

Le THC-COOH est décelable dans le sang dans les minutes qui suivent la consommation et dans l'urine dans les 30 minutes. Il peut rester présent dans le sang (et donc être détecté) plusieurs heures après la consommation de cannabis et dans les urines plusieurs jours, même si les effets psychoactifs ont pu entre-temps disparaître.

Le dépistage de la cocaïne

La cocaïne peut être détectée dans le sang ou dans les urines ; la seule présence de stupéfiant est constitutive du délit.

La cocaïne est une benzoylméthylecgonine, qui se présente généralement sous

* ng = nanogramme = 10^{-9} g

forme de chlorhydrate de cocaïne, poudre blanche mélangée à divers additifs (consommée par inhalation nasale) ou de crack (fumé mélangé à du tabac ou à du haschich).

L'effet obtenu (flash) est très intense et ne dure que 5 à 10 minutes.

La majeure partie de la cocaïne est métabolisée dans le foie, dans les 2 heures après la prise.

Ses principaux métabolites, la benzoylecgonine, l'ecgonine et l'ecgonine méthyl-ester sont inactifs. En présence d'alcool, il y a formation d'un métabolite actif, le cocaéthylène.

Au bout de 4 heures la majeure partie de la drogue est éliminée du plasma sanguin, mais les métabolites peuvent être identifiés jusqu'à 6 jours après la prise.

L'élimination urinaire de la cocaïne se fait sous forme inchangée pour 1 à 9 %,qui n'est plus retrouvée après 24 heures, et pour le reste sous forme de métabolites qui sont retrouvés en proportions variables selon la voie d'entrée.

3.4.2 - État des connaissances sur l'influence de la prise de stupéfiants sur la conduite routière

L'étude française récente SAM « Stupéfiants et accidents mortels de la circulation routière » vient d'apporter sur ces questions des éléments de réponse particulièrement intéressants. Cette étude a porté sur 10 748 conducteurs impliqués dans 7 458 accidents mortels.

Parmi les 10 748 conducteurs de l'étude, ont été dénombrés 853 (7,9%) positifs aux stupéfiants dont 751 au cannabis (7,0% du total). Sur ces conducteurs positifs au cannabis, 301 présentaient également une alcoolémie supérieure au taux légal.

Les autres familles de stupéfiants étaient beaucoup moins souvent présentes : 50 conducteurs étaient positifs aux amphétamines, 22 à la cocaïne et 91 aux opiacés.

L'influence de la consommation de cannabis sur la conduite routière

L'étude a montré que les conducteurs sous l'influence du cannabis ont 1,8 fois plus de risques d'être responsables d'un accident mortel que les conducteurs négatifs.

En outre, elle a montré que les effets du cannabis et de l'alcool se cumulent. Les conducteurs à la fois sous l'influence du cannabis et de l'alcool ont 14 fois plus de risque d'être responsable d'un accident mortel que les conducteurs qui ne sont sous l'influence ni du cannabis, ni de l'alcool, alors que le sur-risque attaché au cannabis seul est de 1,8 et que celui attaché à l'alcool seul est de 8,5.

En effet, la prise combinée d'alcool et de cannabis aggrave considérablement les effets (difficulté de contrôler une trajectoire, mauvais réflexes en situation d'urgence, etc) même si l'alcool a été consommé à faible dose. Pour les conducteurs sous l'emprise de stupéfiants et d'alcool, l'analyse fait globalement ressortir l'importance des accidents de type « perte de contrôle » ; ces accidents renvoyant quasiment tous à des mécanismes de défaillance similaire : une dégradation globale des capacités de conduire, tant sur le plan des informations à recueillir, des traitements à opérer, des décisions à prendre, que des actions à entreprendre.

On considère généralement que la présence du THC dans le sang au dessus de 1 ou 2 ng/ml atteste une consommation récente de cannabis pouvant perturber les facultés du conducteur, tandis que la présence de THC-COOH dans le sang ou dans les urines révèle une consommation pouvant remonter à plusieurs jours, voire plusieurs semaines, sans lien avec d'éventuels effets sur le comportement de conduite.

Dans les urines le THC est décelable jusqu'à 2 jours après la prise en cas d'usage récréatif et 7 jours en cas d'usage chronique.

Par ailleurs, d'autres études ont montré que le THC est stocké dans les graisses, les cellules du cerveau, etc. Ce stockage explique que les effets du cannabis peuvent se poursuivre près de 24 heures après la consommation. Ainsi, une expérience américaine, menée sur 10 pilotes professionnels s'entraînant sur simulateur de vol a montré que, 24 heures après avoir fumé un « joint », ces pilotes commettaient des erreurs grossières de pilotage et occasionnaient des crash. Pourtant ceux-ci se sentaient en pleine possession de leurs moyens. Cette expérience illustre certains effets du cannabis : baisse de l'attention et de la concentration, modification de la motricité et de la coordination, difficultés d'appréciation de situations gênantes.

L'influence de la consommation de cocaïne sur la conduite routière

Faute de conducteurs positifs suffisamment nombreux, les effets de la consommation de cocaïne n'ont pu être valablement analysés dans l'étude SAM. Des études complémentaires s'avèrent nécessaires.

Des études ont cependant montré que le mélange cocaïne alcool est particulièrement dangereux. Les effets et les risques sont démultipliés : on peut boire beaucoup sans ressentir aussi vite que d'habitude les effets de l'ivresse.

3.4.3 - Taux de stupéfiants présentés par le conducteur

Seuls ont pu être analysés des prélèvements sanguins effectués plus de deux heures après l'accident.

Les recherches de cannabis dans le sang sont positives : la présence de THC et de 11-OH-THC (substances psychoactives) n'a pas été détectée, mais un taux de THC-COOH (métabolite non psychoactif) égal à 2,6 ng/ml a été trouvé. Ceci est l'indice d'une consommation remontant à un délai pouvant se situer entre quelques heures et 2 ou 3 jours.

Les recherches de cocaïne dans le sang sont positives avec un taux de cocaïne égal à 12 ng/ml, de benzoylecgonine égal à 250 ng/ml, de méthylecgonine égal à 40 mg/ml et de cocaéthylène inférieur à 10ng/ml (d'après le médecin du laboratoire ayant effectué les analyses, la cocaïne aurait été absorbée dans les 6 heures précédant la prise de sang).

3.4.4 - Discussion sur les effets possibles sur le conducteur

Au moment des contrôles (prises de sang) effectués plus de deux heures après l'accident, les résultats étaient positifs pour trois substances : métabolite du cannabis, cocaïne et alcool.

Pour ce qui concerne le cannabis, il n'a pas été possible de déterminer l'ancienneté de la consommation, et par conséquent ses effets possibles sur la conduite.

Pour ce qui concerne la cocaïne, Il n'a pas été possible d'évaluer le taux sanguin au moment de l'accident, la concentration en cocaïne décroissant rapidement après la consommation. Deux métabolites psychoactifs ont été retrouvés en faible concentration plus de 2 heures après l'accident : 12 ng/ml de cocaïne dans le sang et du cocaéthylène.

Compte tenu notamment de l'incertitude sur le moment où ont été consommés le cannabis et la cocaïne, les enquêteurs techniques n'ont pas été en mesure de déterminer l'ampleur des effets psychoactifs sur le conducteur du véhicule au moment de l'accident, par suite d'une prise de stupéfiants antérieure.

3.5 - Le pont franchissant les voies ferrées

Il s'agit d'un ouvrage ancien dont il n'a pas été possible de déterminer précisément la date de construction. Celle-ci remonte vraisemblablement au début du XXe siècle.

3.5.1 - La convention d'entretien de l'ouvrage

Une convention concernant des travaux de réfection du revêtement et de l'étanchéité du pont et la pose de glissières autonor a été passée en 1978 entre la SNCF et la DDE du Val-de-Marne. Cette convention établit une répartition des responsabilités qui reste en vigueur aujourd'hui.

Aux termes de cette convention :

- le département du Val-de-Marne est chargé de l'entretien de la chaussée et de son revêtement ainsi que des trottoirs, bordures de trottoirs et garde-corps ;
- RFF* (successeur de la SNCF) est chargé de l'entretien du reste de l'ouvrage (structure et étanchéité).

3.5.2 - L'historique des travaux

Les éléments fournis par le département du Val-de-Marne permettent de reconstituer l'historique des principaux travaux d'entretien réalisés sur cet ouvrage.

En 1974, une entreprise est intervenue pour le compte de la ville de Choisy-le-Roi dans le cadre de travaux d'éclairage public. L'intervention concernait principalement la mise en place de fourreaux et de câbles pour l'alimentation des candélabres dans le caniveau technique sous trottoir côté Paris de l'ouvrage.

En 1983, une entreprise est intervenue pour le compte de GDF pour le remplacement des canalisations existants par des canalisations d'un diamètre supérieur. Les travaux comprenaient principalement la mise en place de fourreaux dans le caniveau technique sous trottoir côté Paris de l'ouvrage.

Suite à cette dernière intervention d'importants désordres sont apparus sur l'ouvrage. Les expertises ont démontré que les désordres constatés étaient dus au sectionnement à leurs extrémités, des armatures métalliques sous trottoir, fragilisant ainsi tout le trottoir et l'encorbellement.

---

* terme figurant dans le glossaire

En 1986, des glissières autonor sont mises en place par la DDE 94 pour le compte du département pour protéger le trottoir devenu fragile.

En 2007, un élargissement de l'accès au chemin de halage et à la piste cyclable, depuis la RD 152, est réalisé. Lors de ces travaux, une dizaine de mètres de glissières autonor situées à l'extérieur du virage au niveau du parapet du mur en retour sont démontées. Cet élargissement a été réalisé pour des raisons de sécurité afin de faciliter l'accès au chemin de halage en tourne à droite depuis la RD152 aux véhicules d'exploitation et de surveillance de la direction régionale de l'environnement d'Ile-de-France (DIREN) et afin d'interdire l'accès en tourne à gauche aux véhicules venant du nord de la RD 152.

La fréquence d'utilisation de cet accès par la DIREN est mensuelle (en raison notamment de vérifications de pollutions).

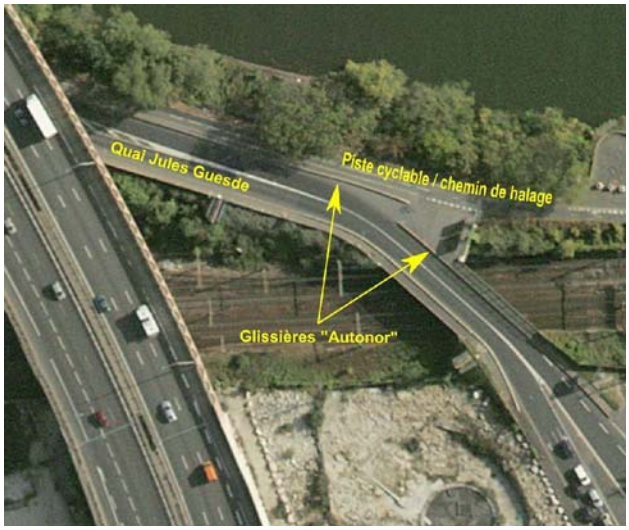


Photo 4 : Vue aérienne de l'accès au chemin de halage avant travaux d'aménagement

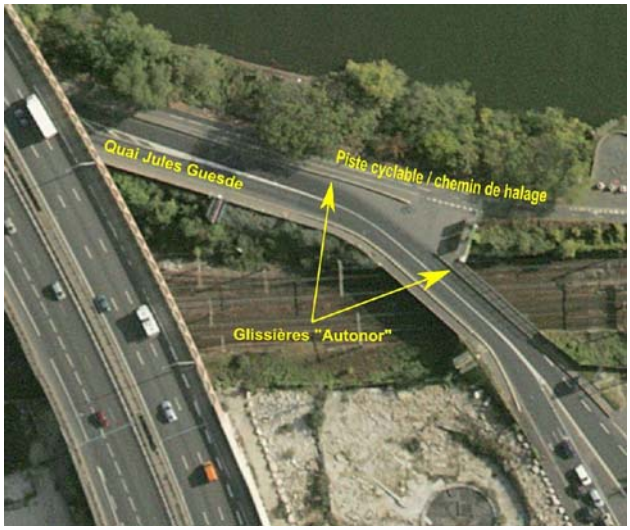


Photo 5 : Vue aérienne de l'accès au chemin de halage après travaux d'aménagement

Photo 6 : Vue de l'ouvrage depuis la piste cyclable.
Le parapet endommagé est visible sur la droite

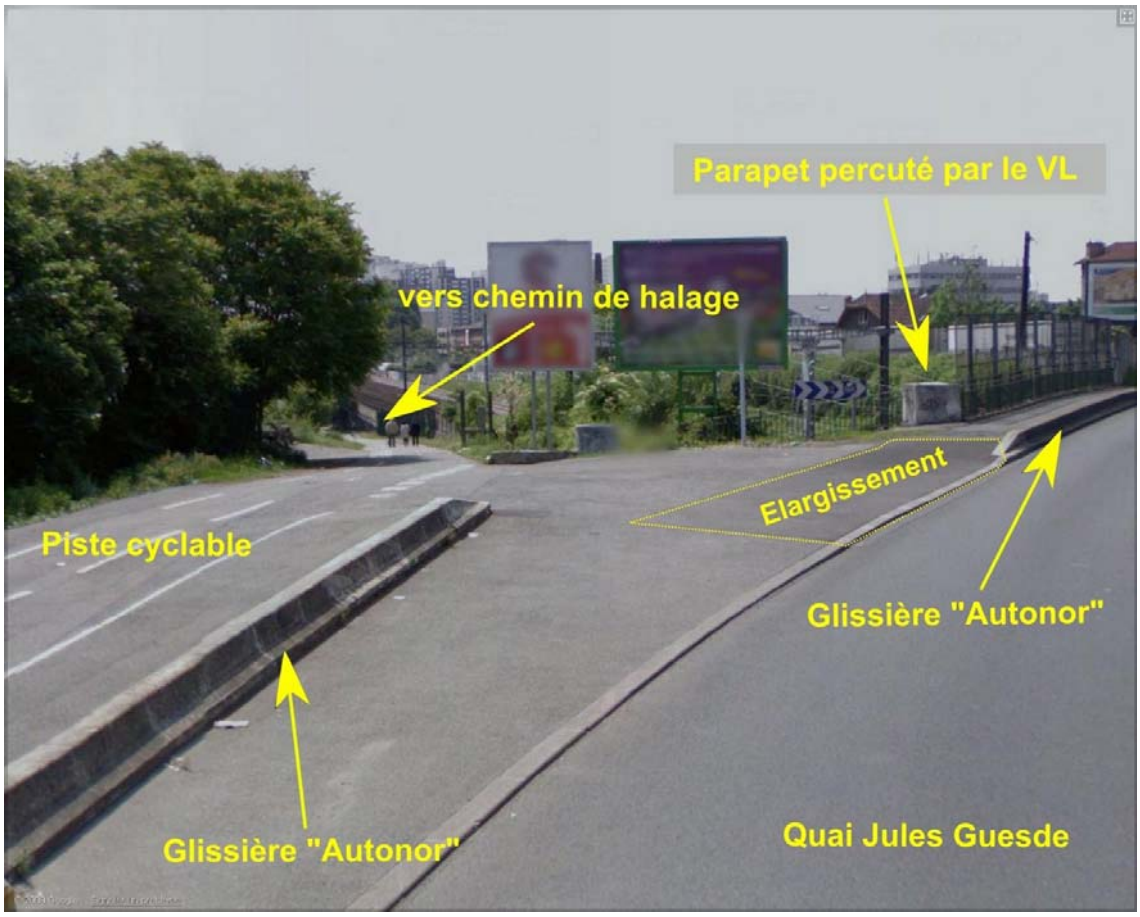


Photo 7 : Vue de l'accès vers le chemin de halage

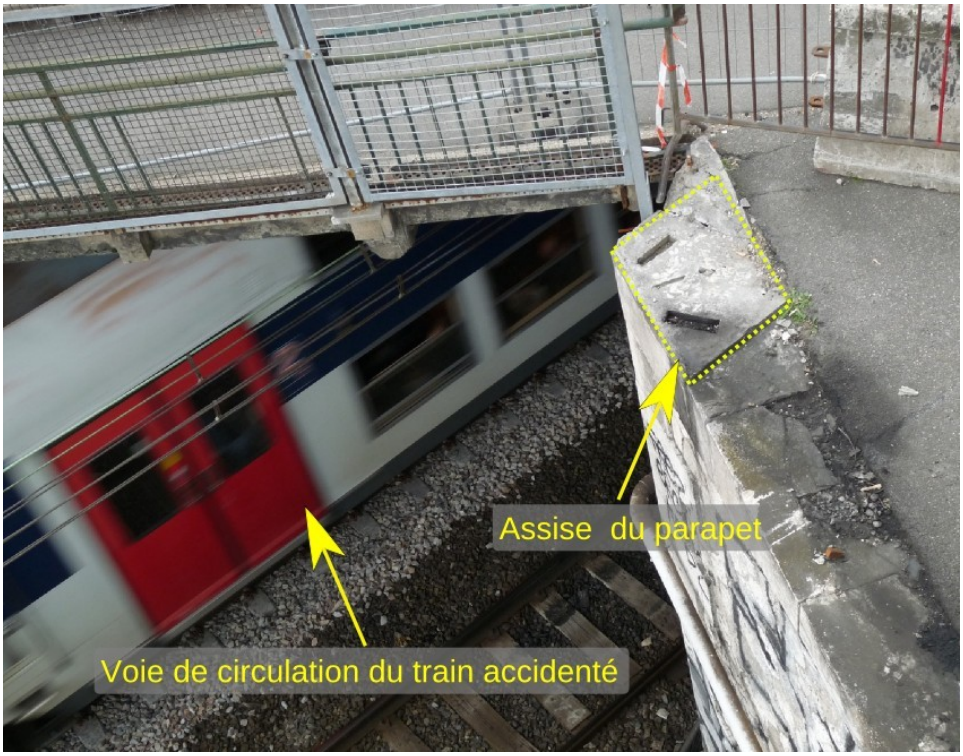


Photo 8 : Vue de l'assise du parapet

3.5.3 - La réglementation concernant les dispositifs de retenue des véhicules routiers

La mise en place de dispositifs de retenue des véhicules routiers n'est réglementée que sur les voies du domaine public routier où la limitation de vitesse est supérieure ou égale à 70 km/h.

En agglomération, où la vitesse est limitée à 50 km/h, la décision d'installer un dispositif de retenue routier est laissée à l'appréciation du seul maître d'ouvrage de la voirie.

Celui-ci doit fonder sa décision sur une analyse de la configuration de la section de voie traitée prenant en compte notamment la probabilité d'accidents, les gains escomptés de sécurité, les conséquences pour les divers usagers et pour les tiers, les contraintes d'exploitation ainsi que, le cas échéant, les avantages d'un autre mode d'aménagement mieux adapté au vu des contraintes de sécurité inhérentes à l'utilisation de ce type d'équipements.

3.6 - Les installations ferroviaires

3.6.1 - Les voies ferrées

Au PK 8,420 la plateforme ferroviaire est constituée de quatre voies principales :

- Pour le trafic du nord vers le sud, de deux voies nommées 1 et 1bis
- Pour le trafic du sud vers le nord, de deux voies nommées 2 et 2bis

3.6.2 - Les caténaires

Servant à la traction électrique des trains, les caténaires sont alimentées en 1 500 volts continu sur les quatre voies.

A l'endroit de l'accident, les supports de ces caténaires sont implantés entre les voies 1 et 2, au milieu de la plateforme ferroviaire, eu égard à l'exiguïté des lieux.

3.6.3 - La signalisation

La ligne est équipée du block automatique lumineux servant au cantonnement (à l'espacement) des trains.

Côté voie 2 et 2bis, les signaux sont portés par une potence enjambant les voies 2 et 2bis. La potence était en cours de modification pour la voie 2.

Photo 9 : Vue aérienne des voies ferrées sur les lieux de l'accident

3.6.4 - Bilan des dégâts

Sur le train du RER C 145867 :

Les dégâts sont très importants sur la rame 234A (Z20967), en tête du train.

Photo 10 : Vue de la rame après l'accident

- sur la Z20967, la cabine de conduite et la partie centrale sont à revoir en entier en chaudronnerie, ainsi que vitres, fenêtres, portes d'accès et peinture. L'arrachage des câbles électriques nécessite un recâblage complet ;
- sur la ZR 201967, après divers chocs reçus, la caisse, les portes ainsi que la toiture sont en redresser. La peinture, l'électricité, certaines vitres, les portes d'accès et le groupe climatisation sont à changer ;
- sur la ZR 202967 et Z 20968, après divers chocs reçus, de nombreux travaux de chaudronnerie et peinture sont à prévoir ;
- sur l'ensemble de la rame, les conduites et organes de frein sont à changer, un bogie Y401 et 4 moteurs de traction sont à changer, 24 sièges sont endommagés.

Sur la rame 229A (Z20956) en queue du train, aucun dommage n'est apparu à l'issue de l'accident.

Sur l'infrastructure ferroviaire :

- 500 mètres de rail, traverses et ballast sur la voie 1 sont à remplacer ;
- les voies 2 et 2bis sont à reprendre (réglage, bourrage, régalage) ;
- au niveau de la traction électrique, 1 200 mètres de caténaires sont détruites et quatre supports sont à changer entre le pont-rail et l'entrée de la gare de Choisy-le-Roi ;
- la potence de signalisation et les différentes connexions ont été complètement détruites.

Le montant estimé des dégâts (environ 7 M€) est supérieur au seuil de 2 M€ qui rend l'enquête technique obligatoire au terme de la directive ferroviaire du Parlement Européen 2004/49/CE du 24 avril 2004.

3.7 - Reconstitution de la cinématique de l'accident

Cette reconstitution a été effectuée par une exploitation des clichés photographiques pris par les forces de l'ordre le 20 décembre 2009 complétée par une expertise du véhicule et un examen du parapet effectués en mai 2010 et une simulation numérique de la trajectoire du véhicule. (voir le rapport d'expertise en annexe 6).

3.7.1 - Reconstitution des évènements ayant conduit à la perte de contrôle de la Clio.

Le conducteur de la Clio a déclaré qu'il avait perdu le contrôle de son véhicule, suite à une collision avec un autre véhicule qui circulait en sens inverse.

Les investigations effectuées dans le cadre de l'expertise confiée au cabinet EXAM ont conduit les enquêteurs du BEA-TT à considérer qu'au début de la perte de contrôle, une collision légère entre la Clio et un véhicule tiers vraisemblablement de type Twingo I circulant en sens inverse est un fait plausible.

L'examen des clichés photographiques révèle en effet que l'ensemble des pièces endommagées lors de la collision de la Clio avec le parapet se trouve sur le bord de la voie ferrée à l'exception de la coquille de rétroviseur extérieur gauche et de l'enjoliveur de roue avant gauche qui ont été retrouvés sur le quai Jules Guesde le long de la glissière autonor, 26 mètres en amont. Il ne peut pas s'agir d'une projection consécutive au choc contre le parapet. De plus, la coque de rétroviseur ne comporte pas de traces de peinture verte du garde corps qu'elle aurait été susceptible de heurter si elle était en place au moment du choc final.

D'autres éléments correspondant au côté gauche d'une Twingo ont par ailleurs été retrouvés sur le quai Jules Guesde à proximité de l'enjoliveur de roue et de la coquille de rétroviseur de la Clio.

L'examen de la Clio a révélé la présence de fines rayures sur l'aile avant gauche. Cette zone de frottement s'accentue vers les points de résistance comme le bord de l'aile, puis la porte et provoque une zone de déformation sur la porte. Elle s'interrompt à l'aplomb du rétroviseur. Ce dernier a été rabattu violemment, laissant l'empreinte du verre de rétroviseur cassé sur la vitre conducteur.

Les zones de déformations constatées sur la Clio peuvent correspondre sur une Twingo au frottement contre le bouclier arrière peint, l'aile et le feu arrière gauche. Les rétroviseurs de la Clio et de la Twingo sont sensiblement à la même hauteur, soit entre 90 et 100 cm du sol (voir les pages 8, 15, 16 et 17 du rapport d'expertise figurant en annexe 6).

Par ailleurs, l'expertise permet en outre d'exclure un choc arrière avec un troisième véhicule.

3.7.2 - Reconstitution de la trajectoire de la Clio et du choc contre le parapet

L'expertise effectuée permet d'estimer la vitesse d'impact de la Clio dans le parapet à environ 40 km/h.

Les constatations effectuées n'ont pas permis d'évaluer la vitesse de circulation de la Clio avant la perte de contrôle. La situation finale du véhicule nécessite cependant une perte de contrôle localisée au moins 26 mètres en amont du point de choc avec le parapet. Selon les conditions d'adhérence difficile de la chaussée, la vitesse au début de la perte de contrôle est évaluée entre 54 et 58 km/h sans collision avec un tiers.

Une collision légère avec un véhicule tiers évoquée ci-dessus a pu induire une perte de contrôle. Ensuite, l'état de la voiture dont l'ABS était défaillant n'a pas permis au conducteur de rectifier la trajectoire ou de ralentir.

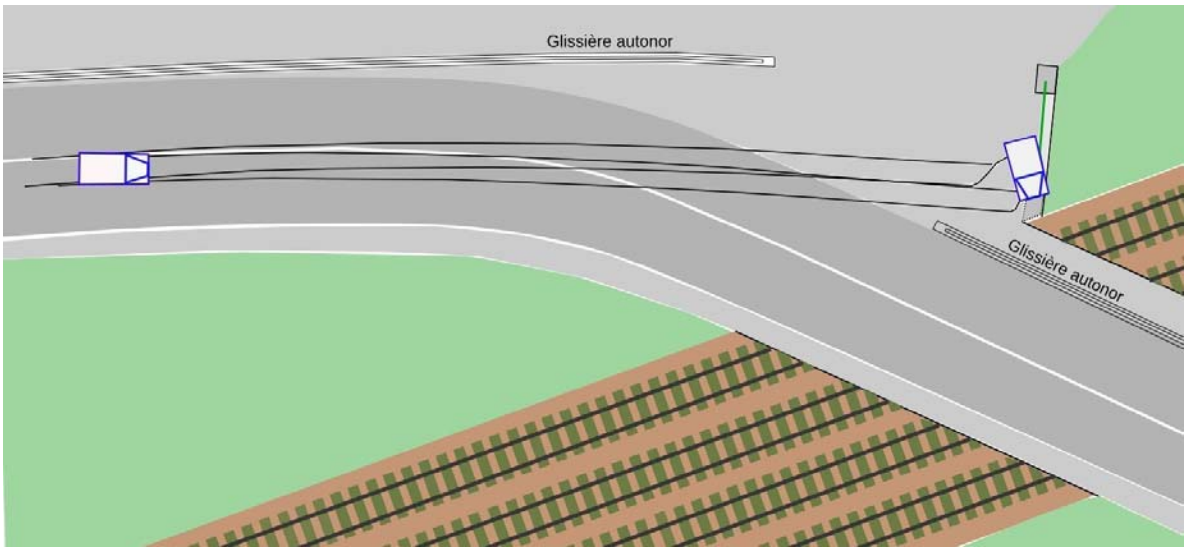


Schéma 1 : Reconstitution de la trajectoire de la Clio entre le début de la perte de contrôle et le choc contre le parapet

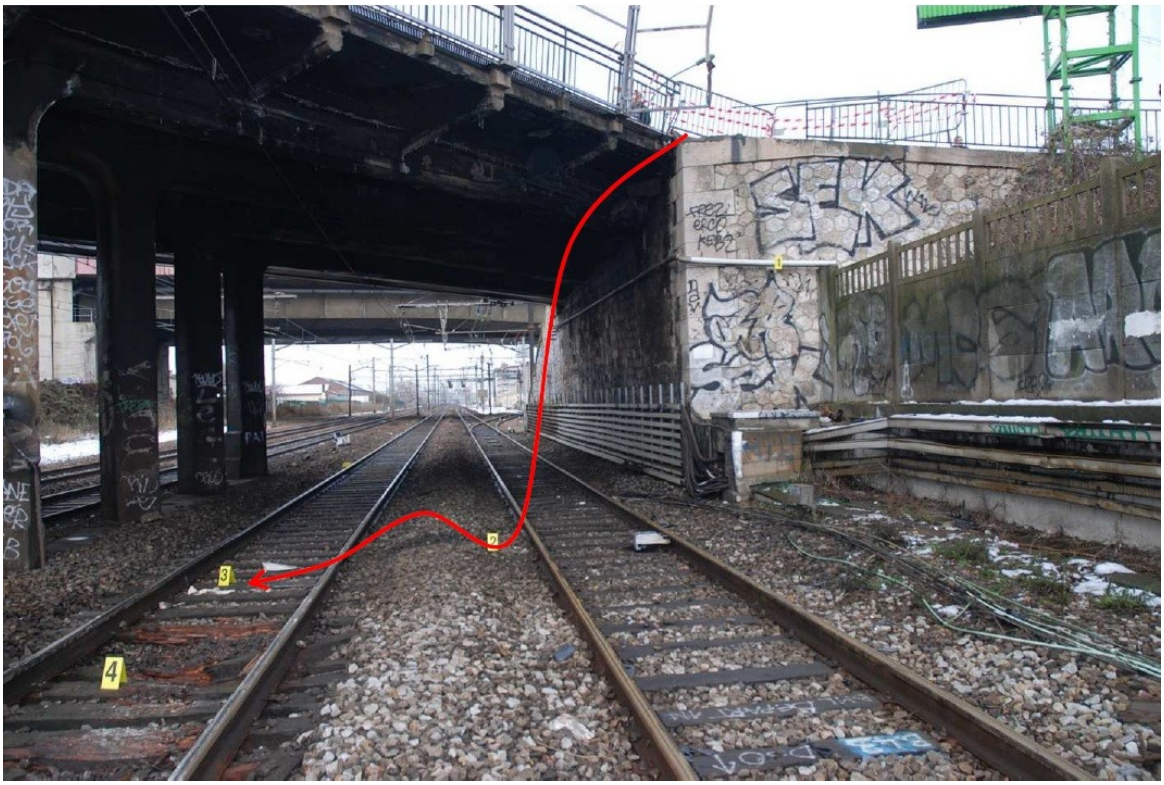


Photo 11 : Reconstitution de la chute du parapet

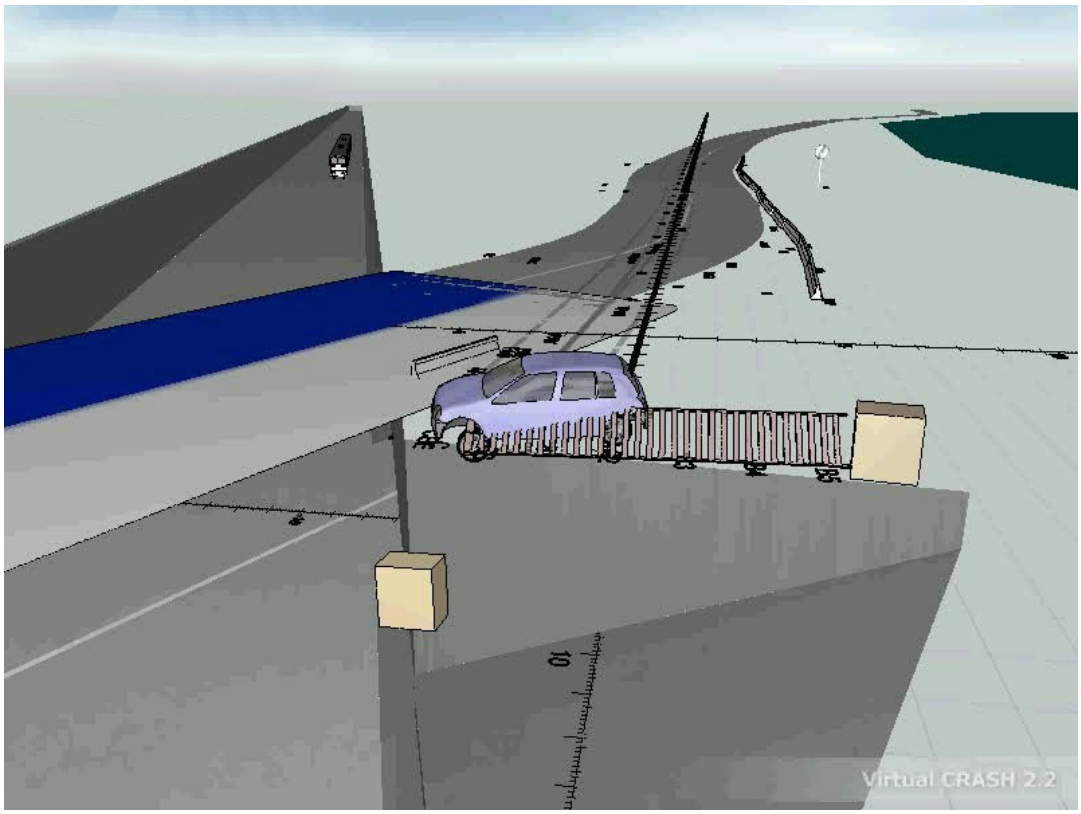


Schéma 2 : Capture d'écran d'une séquence vidéo de la simulation de la collision et de la chute du parapet

Photo 12 : Vue du quai Jules Guesde depuis le lieu de l'accident

4 - Déroulement de l'accident et des secours

4.1 - Déroulement de l'accident

A Choisy-le-Roi, le 20 décembre 2009 vers 20h30, il fait nuit et la neige tombe finement sur la chaussée et les voies ferrées.

Une automobile Renault Clio circule sur le quai Jules Guesde, en direction de Choisy-le-Roi. Les analyses effectuées sur le conducteur après l'accident ont mis en évidence une consommation de drogues et d'alcool ; néanmoins les enquêteurs du BEA-TT n'ont pas, sur la base des documents qu'ils ont pu consulter, déterminé si les drogues avaient encore un effet psychoactif lors de l'accident, ni si l'alcool a été consommé avant cet accident.

A l'approche du pont enjambant les voies ferrées de la ligne Paris Austerlitz à Orléans, le véhicule heurte légèrement sur sa gauche un autre véhicule qui circule en sens inverse. Le conducteur de la Clio perd le contrôle de son véhicule qui glisse sur la chaussée et quitte la route par l'extérieur du virage au niveau de l'accès au chemin de halage. Il n'a pas été possible de déterminer si le heurt du véhicule croisé est lié à la perte de contrôle, qui pourrait en être une cause ou une conséquence.

Le véhicule termine sa course contre le parapet du mur en retour du pont franchissant les voies ferrées. Sous l'effet du choc, un bloc en pierre du parapet est projeté, tombe sur la voie 1bis, rebondit et finit sa course sur la voie 1 adjacente.

Le conducteur de l'automobile affolé se fait alors raccompagner chez lui par un automobiliste de passage, sans prévenir les secours.

L'automobiliste ayant secouru l'accidenté appelle les pompiers, puis la police. Il indique à cette dernière qu'il n'y a pas de blessés et l'opérateur lui répond que dans ce cas l'intervention de la police n'est pas nécessaire et qu'il convient de faire un constat.

A 20h36, le train 145867 roule à 118 km/h en arrivant de Paris Austerlitz. A bord de la cabine de conduite, sont présents 4 personnes : le conducteur et trois collègues passagers.

Le train 145867 percute le bloc de pierre tombé sur la voie 1, se soulève et déraille de trois voitures. Pendant le parcours de l'accident, l'avant-droit de la motrice arrache les caténaires, les quatre supports caténaire et une potence signalisation. Il finit sa course 500 mètres après la percussion du bloc de pierre.

4.2 - L'alerte et les secours

Une fois le train immobilisé, le conducteur et ses trois collègues, légèrement blessés, se portent au secours des victimes. Passant par les intercirculations des voitures, ils empêchent certains voyageurs de descendre sur les voies pour éviter une électrocution éventuelle avec les caténaires tombées à terre.

Le signal d'alerte radio (SAR) est déclenché par un des collègues du conducteur en cabine de conduite, et assure l'arrêt des trains circulant dans le même canton radio, conformément aux règlements prévus pour la conduite des trains (S2B).

Le train arrivant en sens inverse sur la voie 2 contigüe est arrêté par manque de traction électrique dû à la chute caténaire. Le train qui suit le train accidenté est arrêté par les signaux fermés.

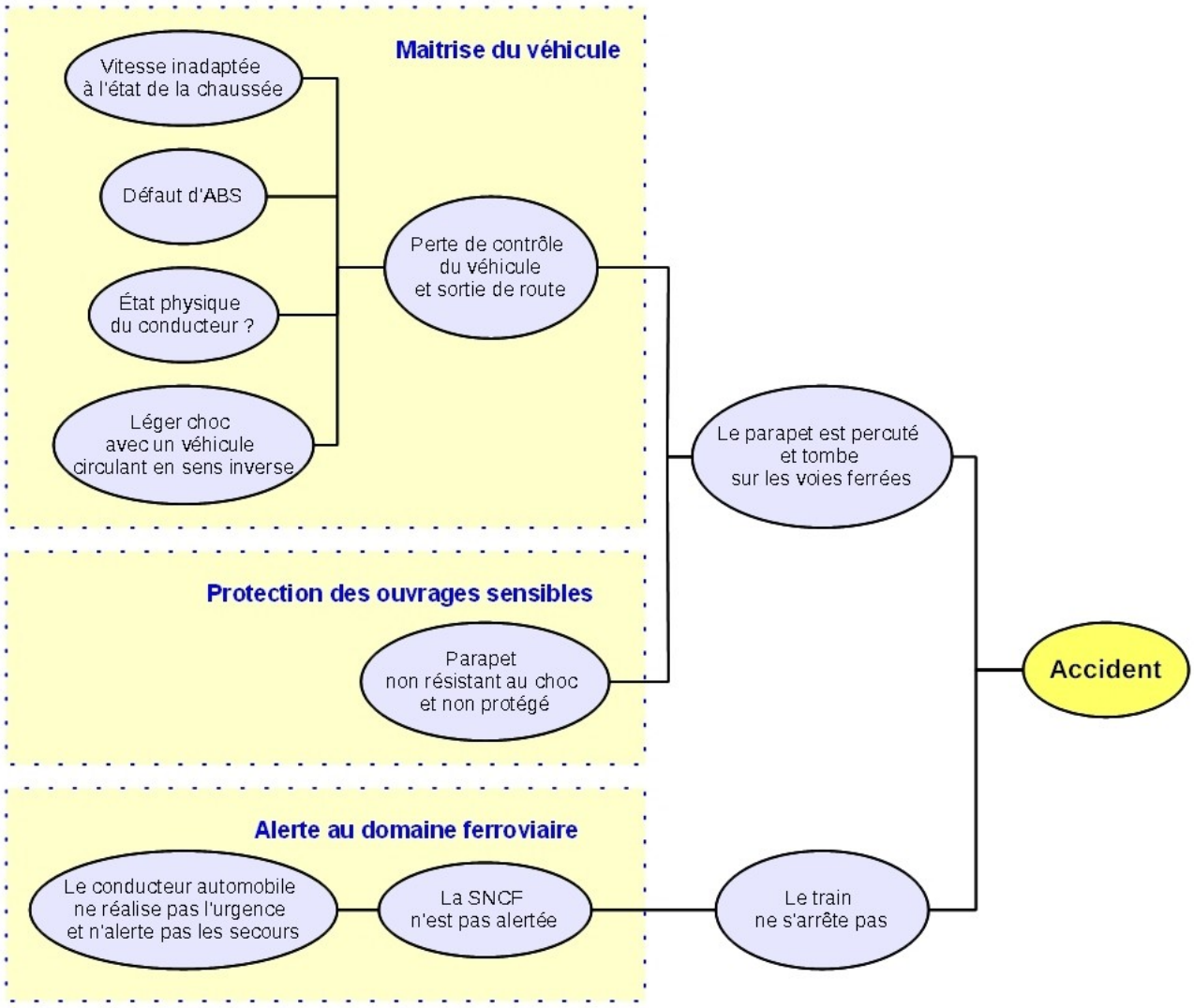
Pendant ce temps, les secours sont appelés par les voyageurs et les riverains. Les pompiers, la police et la protection civile arrivent sur place à 20h50. Des voitures à voyageurs, les secours retrouvent 37 blessés, dont 2 graves.

Certains blessés sont examinés par les médecins des pompiers et de la protection civile dans un théâtre, proche des voies ferrées, mis à disposition par la mairie de Choisy-le-Roi.

5 - Analyse des causes et facteurs associés, orientations préventives

5.1 - Arbre des causes

Les investigations réalisées conduisent à retenir l'arbre des causes simplifié suivant :



Elles conduisent à rechercher des facteurs causaux et des recommandations préventives dans 3 domaines suivants :

- la maitrise du véhicule ;
- la protection des ouvrages sensibles ;
- l'alerte au domaine ferroviaire

5.2 - La maitrise du véhicule

L'état du conducteur

Le conducteur du véhicule accidenté a fait l'objet après son interpellation de dépistages d'alcoolémie et de stupéfiants.

Les contrôles d'alcoolémie effectués à 22h40 et 03h20 se sont révélés positifs. Il n'a pas été possible de savoir si ces valeurs étaient consécutives à une consommation d'alcool antérieure ou postérieure à l'accident.

Les recherches de stupéfiants dans le sang se sont également révélées positives au cannabis et à la cocaïne. Il est clair que ces résultats constituent une infraction au sens de l'article L 235-1 du code de la route.

Il est probable que la cocaïne aurait été absorbée dans les 6 heures précédant la prise de sang.

Pour ce qui concerne le cannabis, il n'a pas été possible de déterminer l'ancienneté de la consommation, la substance retrouvée dans le sang pouvant rester présente plusieurs heures après la consommation de cannabis.

Les enquêteurs techniques n'ont donc pas été en mesure de déterminer l'ampleur des effets psychoactifs sur le conducteur du véhicule au moment de l'accident, par suite d'une prise de stupéfiants antérieure.

Il n'est donc pas possible de déterminer avec certitude l'importance du facteur « état du conducteur » dans la perte de contrôle initiale du véhicule ayant abouti au choc contre le parapet. Toutefois, l'existence d'un effet psychoactif lié à des substances absorbées avant l'accident reste une hypothèse vraisemblable.

La vitesse du véhicule

La reconstitution de la cinématique de l'accident a permis d'évaluer que la vitesse du véhicule au début de la perte de contrôle se situait dans une fourchette de 54 à 58 km/h.

Cette vitesse qui dépassait le vitesse autorisée de 50 km/h était manifestement excessive compte tenu de l'état glissant de la chaussée le soir de l'accident. Elle a pu contribuer au choc avec l'autre véhicule léger circulant en sens inverse, et a vraisemblablement représenté un élément majeur dans la perte de contrôle.

Le choc avec un autre VL

Les investigations effectuées ont conduit les enquêteurs du BEA-TT à considérer qu'au début de la perte de contrôle, une collision légère entre la Clio et un véhicule tiers vraisemblablement de type Twingo I circulant en sens inverse est un fait plausible. Il n'a cependant pas été possible de déterminer si le conducteur de la Clio avait déjà perdu le contrôle de son véhicule lorsqu'il a percuté la Twingo qui circulait en sens inverse ou si ce léger choc est à l'origine de la perte de contrôle de la Clio.

La défaillance de l'ABS

Le dysfonctionnement de l'ABS représente un facteur aggravant dans la situation de perte de contrôle du véhicule, car les roues restent bloquées et le véhicule ne peut plus être dirigé.

Le défaut apparent de passage au contrôle technique n'a pas permis d'attirer l'attention du conducteur sur ce point.

Conclusion

Il semble donc que la perte de contrôle du véhicule soit due à un ensemble de causes qui, mises ensemble, ont conduit à l'accident : une vitesse excessive eu égard aux conditions météorologiques et à la géométrie de la chaussée, un défaut d'ABS du véhicule, un état de vigilance du conducteur que l'on peut estimer diminué par la prise possible d'alcool et de substances psychoactives, et enfin un léger accrochage avec un véhicule circulant en sens inverse.

Ces considérations conduisent le BEA-TT à inviter les pouvoirs publics à poursuivre leur politique actuelle en matière de lutte contre l'insécurité routière portant notamment sur les points évoqués ci dessus : l'adaptation de la vitesse aux conditions météorologiques et à l'état de la route et la conduite sous l'emprise d'alcool et/ou de stupéfiants.

5.3 - La protection des ouvrages proches de voies ferrées

Il convient de rappeler que le parapet datant du début du XXe siècle n'a pas été conçu pour résister à un choc avec un véhicule léger ; il assure uniquement une fonction de garde-corps.

L'enquête a montré que le choc contre le parapet n'aurait peut être pas eu lieu si une partie de la glissière autonor qui protégeait le trottoir de l'ouvrage n'avait pas été démontée pour faciliter l'accès au chemin de halage.

Il convient cependant de rappeler qu'en agglomération où la vitesse est limitée à 50 km/h, la réglementation actuelle laisse à l'appréciation du seul maître d'ouvrage de la voirie la décision d'installer ou non un dispositif de retenue routier.

Cette décision d'installation de dispositifs de retenue doit résulter d'une analyse de la configuration de la section de voie traitée prenant en compte notamment la probabilité d'accidents, les gains escomptés de sécurité, les conséquences pour les divers usagers et pour les tiers, les contraintes d'exploitation ainsi que, le cas échéant, les avantages d'un autre mode d'aménagement mieux adapté.

Dans le cas présent, le démontage d'une partie de la glissière autonor qui avait été initialement installée pour protéger le trottoir a été décidé pour faciliter l'accès au chemin de halage des véhicules d'exploitation et de surveillance de la DIREN. Cet aménagement visait ainsi un autre objectif de sécurité (faciliter le dégagement des véhicules vers le chemin de halage).

Compte tenu de l'extrême rareté de ce type d'accident, par rapport au nombre de points potentiellement sensibles (ouvrages d'art franchissant des voies ferrées, routes longeant des voies ferrées ...) il n'a pas semblé opportun aux enquêteurs

techniques du BEA-TT de formuler des recommandations générales concernant la protection de ces points sensibles proches de voies ferrées.

5.4 - L'alerte au domaine ferroviaire

Quelques minutes avant le passage du RER, le parapet est projeté par une automobile Clio sur la voie 1bis, puis la voie 1.

Le conducteur de l'automobile n'a pas avisé les secours en abandonnant son véhicule accidenté.

L'automobiliste ayant secouru l'accidenté a appelé les pompiers, puis la police. Il n'a pas mentionné de chute d'objet sur les voies (car il ne l'avait probablement pas vu) et a indiqué à la police qu'il n'y avait pas de blessés. L'opérateur lui a répondu que dans ce cas l'intervention de la police n'était pas nécessaire et qu'il convenait de faire un constat.

Le conducteur du train n'a donc pas été alerté à temps de la présence du parapet sur les voies compte tenu du manque de visibilité (nuit et neige). Il lui était impossible de s'arrêter avant l'obstacle.

Il convient de rappeler que les victimes d'accident doivent prévenir immédiatement les secours et ne pas abandonner leur véhicule accidenté sur la voie publique.

6 - Conclusions et recommandations

6.1 - Causes de l'accident

La cause directe et immédiate de cet accident est la perte de contrôle d'un véhicule routier qui a heurté le parapet en pierre d'un pont et l'a projeté sur la voie ferrée.

Quatre facteurs ont pu contribuer à cette perte de contrôle :

- la vitesse excessive du véhicule, compte tenu des conditions météorologiques et de l'état de la chaussée ;
- un léger choc avec un véhicule circulant en sens inverse.
- les effets éventuels d'une consommation d'alcool et de stupéfiants par le conducteur ;
- la défaillance du système ABS.

Par ailleurs, l'absence de protection du parapet du pont qui n'est pas conçu pour résister à un tel choc n'a pas permis d'éviter la projection du bloc de pierre et l'absence d'alerte de l'exploitant ferroviaire n'a pas permis d'arrêter le train à temps pour éviter l'accident.

6.2 - Recommandations

Aucune recommandation particulière n'est formulée à l'issue de l'enquête technique. Cependant les constats et l'analyse effectués conduisent le BEA-TT à inviter les pouvoirs publics à poursuivre leur politique en matière de lutte contre l'insécurité routière portant notamment sur l'adaptation de la vitesse aux conditions météorologiques et à l'état de la route, les excès de vitesse, la conduite sous l'emprise d'alcool et/ou de stupéfiants.

ANNEXES

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête

Annexe 2 : Plans de situation

Annexe 3 : Ligne ferroviaire de Paris à Orléans

Annexe 4 : Bande ATESS du train 145867

Annexe 5 : Photographies

Annexe 6 : Rapport d'expertise accidentologie

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DE L'ENERGIE,
DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

Bureau d'enquêtes sur les accidents
de transport terrestre

Le Directeur

Paris, le 23 décembre 2009

DECISION BEA-TT 2009-012

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

Vu la loi n° 2002-3 du 3 janvier 2002 modifiée relative à la sécurité des infrastructures et systèmes de transport et notamment son titre III sur les enquêtes techniques ;

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 du déraillement d'une rame de la ligne C du RER survenu le 20 décembre 2009 à Choisy-le-Roi (94),

DECIDE

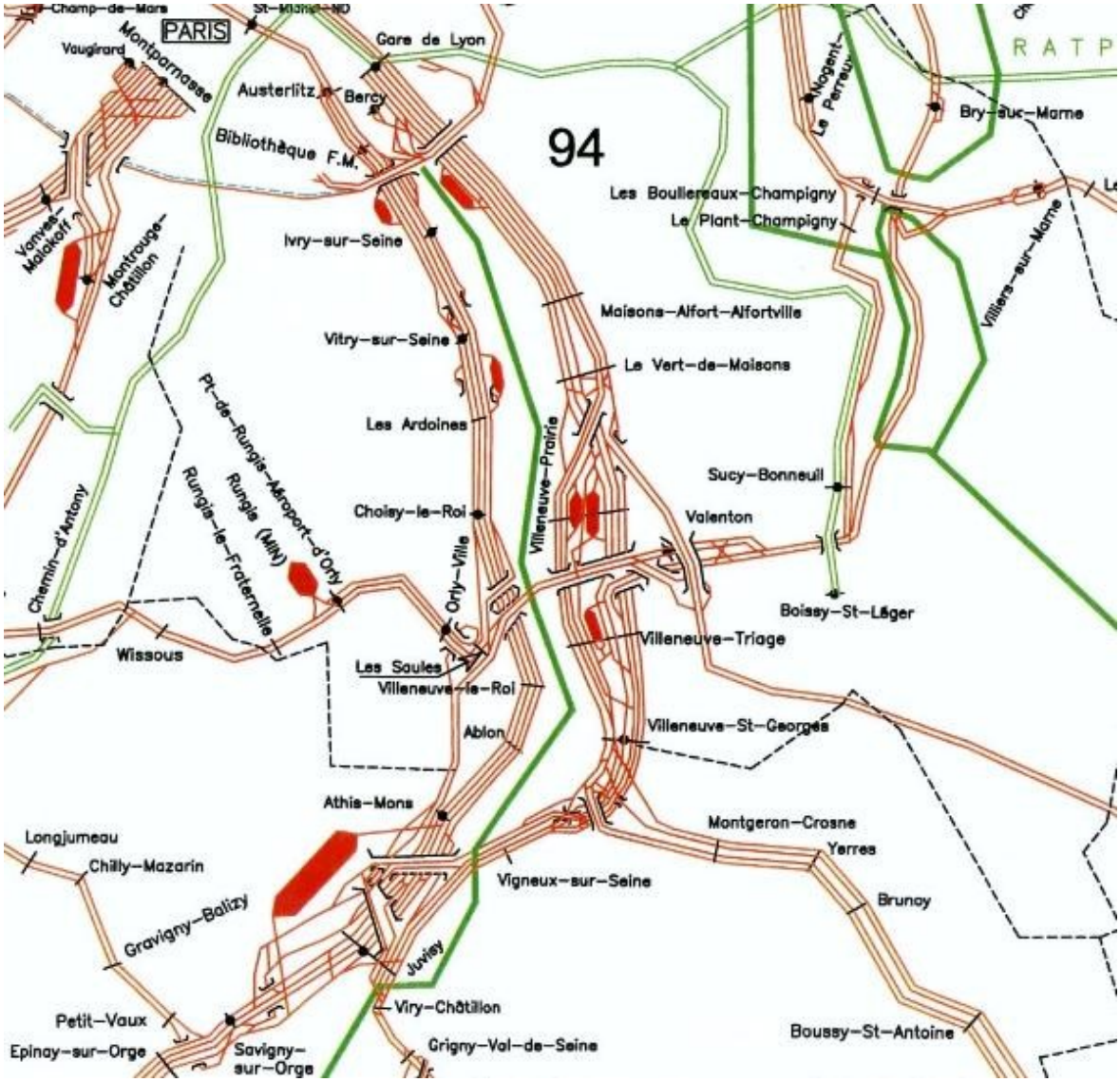
Article 1 : Une enquête technique, effectuée dans le cadre du titre III de la loi n° 2002-3 du 3 janvier 2002 susvisée, est ouverte concernant le déraillement d'une rame de la ligne C du RER à la suite d'un accident de la route, le 20 décembre 2009 à Choisy-le Roi (94)

Jean Gérard KOENIG

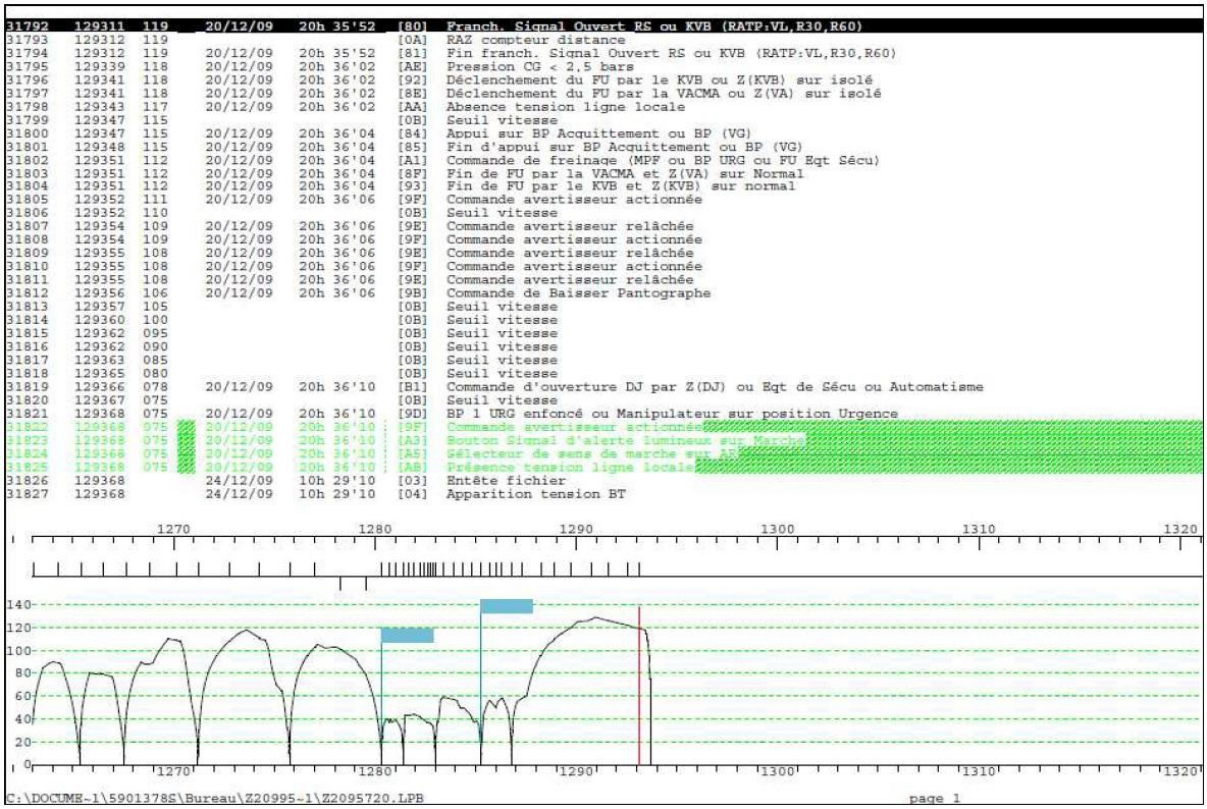
Tour Voltaire – 92055 La Défense cedex – Tél : 33 (0)1 40 81 21 83 – Fax : 33 (0)1 40 81 21 50
www.bea-tt.developpement-durable.gouv.fr

Annexe 2 : Plans de situation

Annexe 3 : Ligne ferroviaire de Paris à Orléans



Annexe 4 : Bande ATESS du train 145867



31792	129311	119	20/12/09	20h 35'52	[80]	Franch. Signal Ouvert RS ou KVB (RATP:VL,R30,R60)
31793	129312	119			[0A]	RAZ compteur distance
31794	129312	119	20/12/09	20h 35'52	[81]	Fin franch. Signal Ouvert RS ou KVB (RATP:VL,R30,R60)
31795	129339	118	20/12/09	20h 36'02	[AE]	Pression CG < 2,5 bars
31796	129341	118	20/12/09	20h 36'02	[92]	Déclenchement du FU par le KVB ou Z(KVB) sur isolé
31797	129341	118	20/12/09	20h 36'02	[8E]	Déclenchement du FU par la VACMA ou Z(VA) sur isolé
31798	129343	117	20/12/09	20h 36'02	[AA]	Absence tension ligne locale
31799	129347	115			[0B]	Seuil vitesse
31800	129347	115	20/12/09	20h 36'04	[84]	Appui sur BP Acquittement ou BP (VG)
31801	129348	115	20/12/09	20h 36'04	[85]	Fin d'appui sur BP Acquittement ou BP (VG)
31802	129351	112	20/12/09	20h 36'04	[A1]	Commande de freinage (MPF ou BP URG ou FU Eqt Sécu)
31803	129351	112	20/12/09	20h 36'04	[8F]	Fin de FU par la VACMA et Z(VA) sur Normal
31804	129351	112	20/12/09	20h 36'04	[93]	Fin de FU par le KVB et Z(KVB) sur normal
31805	129352	111	20/12/09	20h 36'06	[9F]	Commande avertisseur actionnée
31806	129352	110			[0B]	Seuil vitesse
31807	129354	109	20/12/09	20h 36'06	[9E]	Commande avertisseur relâchée
31808	129354	109	20/12/09	20h 36'06	[9F]	Commande avertisseur actionnée
31809	129355	108	20/12/09	20h 36'06	[9E]	Commande avertisseur relâchée
31810	129355	108	20/12/09	20h 36'06	[9F]	Commande avertisseur actionnée
31811	129355	108	20/12/09	20h 36'06	[9E]	Commande avertisseur relâchée
31812	129356	106	20/12/09	20h 36'06	[9B]	Commande de Baisser Pantographe
31813	129357	105			[0B]	Seuil vitesse
31814	129360	100			[0B]	Seuil vitesse
31815	129362	095			[0B]	Seuil vitesse
31816	129362	090			[0B]	Seuil vitesse
31817	129363	085			[0B]	Seuil vitesse
31818	129365	080			[0B]	Seuil vitesse
31819	129366	078	20/12/09	20h 36'10	[B1]	Commande d'ouverture DJ par Z(DJ) ou Eqt de Sécu ou Automatisme
31820	129367	075			[0B]	Seuil vitesse
31821	129368	075	20/12/09	20h 36'10	[9D]	BP 1 URG enfoncé ou Manipulateur sur position Urgence
31822	129368	075	20/12/09	20h 36'10	[9F]	Commande avertisseur actionnée
31823	129368	075	20/12/09	20h 36'10	[A3]	Bouton Signal d'alerte lumineux sur Marche
31824	129368	075	20/12/09	20h 36'10	[A5]	Sélecteur de sens de marche sur AV
31825	129368	075	20/12/09	20h 36'10	[A8]	Présence tension ligne locale
31826	129368		24/12/09	10h 29'10	[03]	Entête fichier
31827	129368		24/12/09	10h 29'10	[04]	Apparition tension BT

<u>Analyse de la bande,</u>

➢ **20h36 et 02s** le train heurte le bloc de pierre, il roule alors à 118 km/h

- Fuite CG détectée suite à dommage sous la caisse.

- Rupture de la caténaire

- FU KVB et FU VA

➢ **20h36 et 04s** à la vitesse à 115 km/h

- Appui sur BPA, manipulateur MPF serré à fond par le conducteur et fin du déclenchement des FU KVB et VA

➢ **20h36 et 06s** vitesse de 111 à 106 km/h

- Avertisseur, actionné 3 fois

- Commande de Baissez pantographe

➢ **20h36 et 10s** vitesse de 75 km/h

- Ouverture des disjoncteurs

- BP URG enfoncé

Annexe 5 :Photographies

Photos 13 et 14 : Vues de la Clio après la collision avec le parapet.
La trace laissée par l'arête du parapet de pierre est bien visible sur la photo 14

Photo 15 : Éléments du parapet sur les voies ferrées après l'accident

Photo 16 : Vue détaillée des éléments du parapet récupérés sur les voies ferrées après l'accident

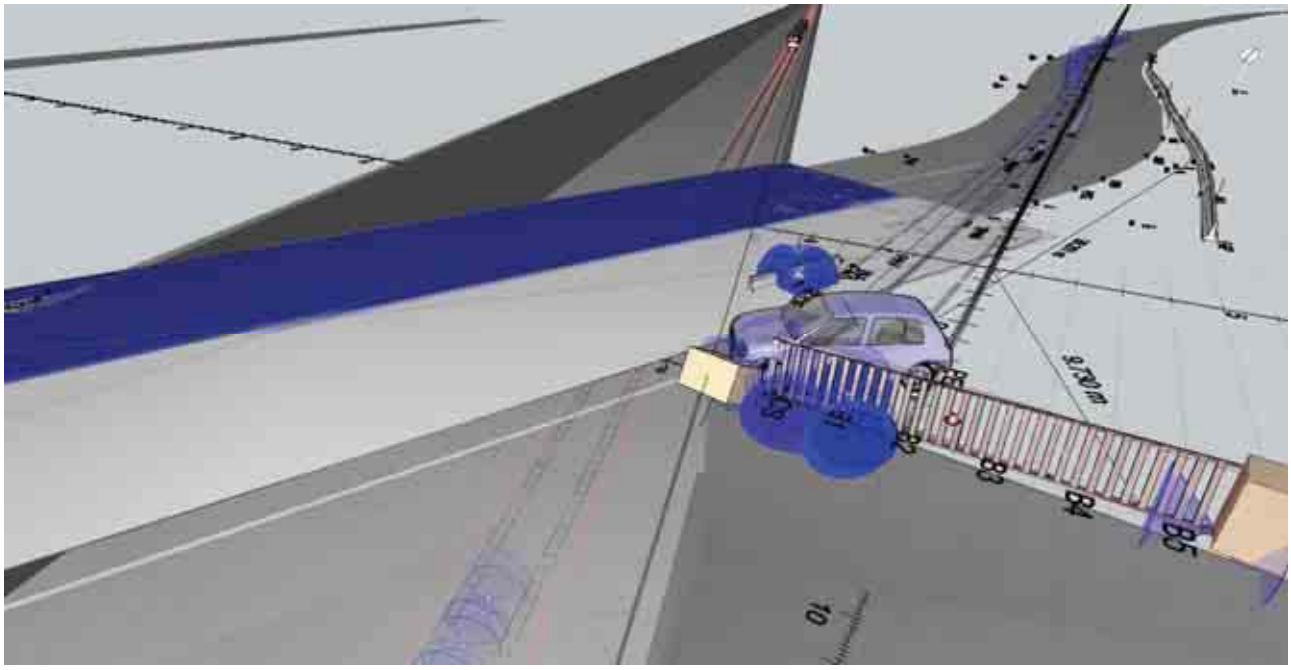
Annexe 6 : Rapport d'expertise accidentologie

RAPPORT D'EXPERTISE ACCIDENTOLOGIE
Du 29 juillet 2010

Document constitué de 43 pages imprimées, recto verso.

MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE
BEA - TT

N° BDC 0000067101
Entité : MIN23



Diffusion		
Identités	**Transmis par courrier**	**Observations**
Mr KOENIG Jean Gérard	Tour Voltaire 92055 La Défense Cedex	Un original et un CD

SARL au capital de 7500 €, siège social : Le Closet, 74270 CLERMONT EN GENEVOIS,
Tel : 0620641711, fax : 0970622952, e-mail : cabinet.exam@orange.fr
Siret : 480 596 055 00016, code APE 6621Z

Luc BAYETTO - Expert automobile indépendant
Près la Cour d'Appel de Chambéry
Compagnie des experts judicaires près la Cour d'Appel de Chambéry
Délégué Régional Institut Technique d'Accidentologie
Enquêteur ECPA – Sécurité Routière
Membre Problemauto.com et SEI
Agrée VE N°002378 – Ministère des Transports

Sommaire

I – LA MISSION D'EXPERTISE 5

I.1. Le contexte 5
I.2 Rappel de la mission 5
I.3.Informations générales 5

II – L'ACCIDENT 6

II.1 Localisation et heure 6
II.2 Conditions de circulation 7
II.3 Conditions de visibilité 7

III – LES POINTS REMARQUABLES 8

III.1 Collision VL/Parapet 8
III.1.1 Sur la trajectoire du VL - Quai Jules Guesde 8
III.1.2 Sur le point de choc - socle du parapet 11
III.2 Collision Train/Parapet 13
III.3 Expertise du véhicule 14
III.3.1 Identification 14
III.3.2 Examen 14
III.3.2.1 Dommages externes à l'accident 14
III.3.2.2 Le rétroviseur gauche 15
III.3.2.3 La partie avant gauche 16
III.3.2.4 Le frottement sur l'aile avant gauche 17
III.3.2.5 L'aile arrière gauche 18
III.3.2.6 Le choc avant droit 18
III.3.2.7 Le poste de conduite 22
III.3.2.8 Relevé électronique 23
III.3.2.9 Examen mécanique 24
III.3.2.10 Les roues 24
III.4 Sur le parapet 25
III.4.1 Reconstitution du parapet 26
III.4.2 Mode de liaison socle/parapet 29
III.4.3 La nature du parapet 30

IV – ANALYSE DE L'ACCIDENT. 32

IV.1. Préambule 32
IV.2. Méthodologie de la mesure 32
IV.3 Mise en forme de la scène. 33
IV.4 La trajectoire du parapet 34
IV.5 La vitesse de la Clio 35
IV.5.1 Observations générales 35
IV.5.2 Méthodes et calculs 35
IV.5.2.1 Énergie de projection du parapet 35
IV.5.2.2 Energie de déformation 36
IV.5.2.3 Vitesse de collision 37
IV.5.2.4 Vitesse de circulation 37
IV.6 La vitesse du train RER C 38

V– AVIS DE L'EXPERT 39

VI – CLOTURE DU RAPPORT 42

VII – ANNEXES 43

I – La mission d'expertise

I.1. Le contexte

Le 20 décembre 2009 à 20 h 30, un automobiliste qui circulait quai Jules Guesde à Choisy-le-Roi (94) dans le sens Vitry sur Seine Choisy-le-Roi a perdu le contrôle de son véhicule qui est venu percuter le parapet d'un pont enjambant les voies ferrées du RER C. Sous le choc, des blocs de pierre du parapet ainsi que des structures métalliques ont été projetés sur les voies ferrées en contrebas.
Une rame du RER C venant de Paris et circulant sur la voie a percuté, vers 20 h 40, un bloc de pierre du parapet présent sur la voie, ce qui a provoqué le déraillement de la rame.

I.2 Rappel de la mission

A la demande de M. KOENIG Jean-Gérard, Directeur du Bureau d'Enquêtes sur les accidents de Transports Terrestres, et à la suite de l'ouverture d'une enquête concernant l'accident de la circulation survenu le 20 décembre 2009 à Choisy le Roi :

- Procéder à des constatations techniques sur le pont en vue de déterminer la nature du bloc de pierre qui constituait le parapet au niveau de l'accident ainsi que son mode de fixation sur le mur en retour ;
- Analyser les constatations réalisées par les forces de l'ordre afin de déterminer le scénario le plus probable concernant la chute du bloc de pierre sur les voies ferrées : chute sur la voie une et rebond sur la voie une bis, chute directe sur la voie une bis… ;
- Procéder à l'expertise du véhicule, notamment de ses déformations, en vue de déterminer sa vitesse au moment du choc ;
- Reconstituer la cinématique de l'accident et vérifier la cohérence entre la vitesse estimée du véhicule au moment du choc et le point de chute supposée des éléments du parapet ;
- Présenter l'ensemble des analyses investigations réalisées ainsi que les conclusions dans un rapport d'expertise qui sera à remettre au BEATT dans le délai de deux mois à compter de la commande.

I.3.Informations générales

Mandant: **BEA - TT**

Procédure : **Accidentologie transport terrestre**
N° BDC: 0000067101 du 23/02/2010
Entité : Min23 Entité de gestion : 2326A

- Date d'information : Le 23 février 2010
- Date d'acceptation de la mission : Le 23 février 2010
- Date d'interventions : du 6 avril au 26 mai 2010
- Date du rapport d'expertise : le 29 juillet 2010
- [redacted]

II – L'accident

II.1 Localisation et heure

L'accident s'est déroulé le 20 décembre 2009 en deux phases entre 20h30 et 20h36 sur la commune de Choisy le Roi entre le pont du Quai Jules Guesde et la voie ferrée du RER C qui passe en dessous.

A une heure estimée à 20h30 dans la procédure, un véhicule RENAULT CLIO immatriculé 91 YT 94 percute le parapet du pont qui enjambe la voie ferrée. Le véhicule projette le parapet sur la voie ferrée et s'imobilise sur le socle du parapet, en surplomb de la voie. Le conducteur indemne sort de son véhicule et rejoint son domicile sans donner l'alerte.

A 20h36 le train N°145867 (RER C) qui circule sur la voie « une» dans le sens Vitry sur Seine/Choisy le Roi, heurte le parapet au PK 8,2 et déraille avant de s'immobiliser environ 440 mètres après l'obstacle. Il emporte avec lui quatre poteaux caténaires et une potence de signalisation. 200 passagers étaient à bord. 37 sont blessés dont deux gravement.

Plan de situation Cliché Google earth.

Légende :

- Le trait violet représente le trajet de la Renault Clio
- Le trait vert représente le trajet du train RER C

L'illustration ci-dessus montre la localisation des deux collisions qui ont précédées l'arrêt du RER C au PK 8,800 voie 1, à Choisy le Roi.

II.2 Conditions de circulation

La circulation dans l'agglomération de Choisy le Roi est limitée Quai Jules Guesde, à 50 km/h.
La vitesse de circulation des trains sur la voie une est limitée à 130 km/h.

II.3 Conditions de visibilité

Les photos transmises par le Commandant [redacted] montrent que la chaussée était humide et que les accotements et parkings étaient enneigés.

La procédure précise que la chaussée était verglaçée.
Les voies ferrées étaient aussi recouvertes d'une fine couche de neige.

III – Les points remarquables

III.1 Collision VL/Parapet

III.1.1 Sur la trajectoire du VL - Quai Jules Guesde

En utilisant les clichés photographiques pris par la Brigade de Répression de la Délinquance contre les Personnes (B.R.D.P) le 20 décembre 2009, je relève les points suivants :

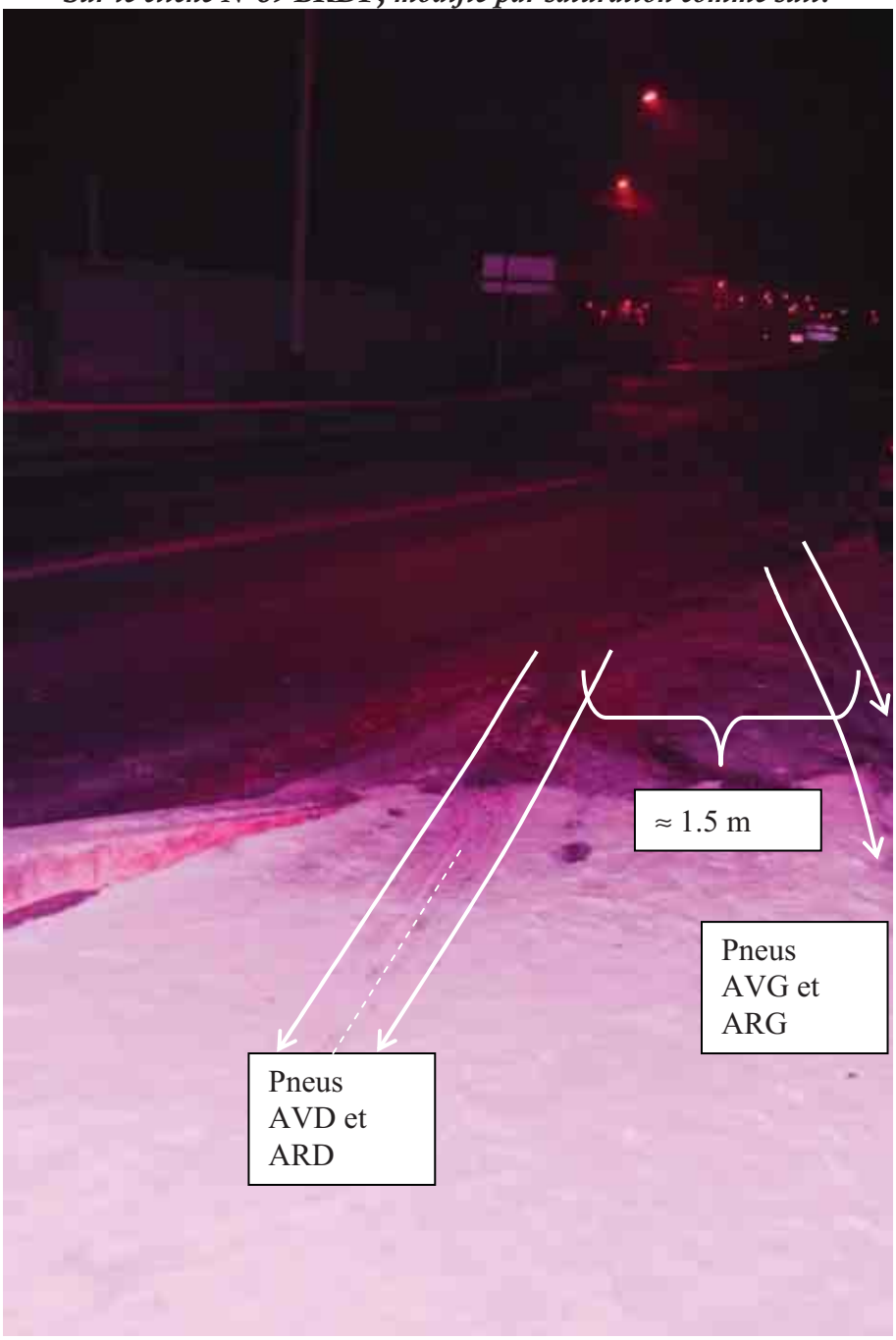
Sur le cliché N°26 - BRDP :

Des traces de roues sont visibles sur la voie de gauche dans le sens Choisy Le Roi – Vitry sur Seine. Elles se dirigent contre la bordure Autonor et s'en écartent après l'avoir heurtée.

A proximité, les indices 3 et 4 sont relevés au sol. Il s'agit respectivement d'un rétroviseur avant gauche électrique et un feu arrière gauche de Renault Twingo phase I, commercialisée entre 1993 et 1998.

Ces éléments ont été transportés avant les constatations, par un policier, qui les a prélevés en milieu de chaussée et déposés sur l'accotement.

Sur le cliché N°89 BRDP, modifié par saturation comme suit:



Les quatre traces de roues qui finissent à proximité de la situation de découverte de la Renault Clio démontrent que celle-ci était en situation de glissement sur la chaussée avant de heurter le parapet. L'écartement de ces deux traces quasi parallèles est d'environ 1,5 mètres soit bien inférieure à l'empattement du véhicule de 2, 57 m. Il s'agit donc des traces de glissement des roues gauche et droite, l'avant et l'arrière étant légèrement décalés pour pouvoir distinguer deux traces de pneumatiques à chaque fois.
Elles induisent une trajectoire rectiligne du véhicule par rapport à sa voie de circulation qui n'est pas cohérente avec les premières constatations effectuées plus en amont sur l'extrême gauche de la chaussée, près de l'indice 2.

Les traces de roues visibles sur le cliché N°26 n'appartiennent pas au véhicule impliqué dans l'accident.

Sur le cliché N°25 BRDP, couleur inversée :

Je remarque une courbe formée par une trace de roue gauche et parallèlement une trace correspondante à droite.
Cette trajectoire est une piste à exploiter pour le point de départ de la perte de contrôle du véhicule impliqué. Sa continuité jusqu'au point de découverte n'est pas établi et il convient de vérifier la réalité des phases dynamiques de perte de contrôle qu'elle induit pour aboutir a une glissade du véhicule parfaitement parallèle.
Il est important de remarquer qu'elle est située à l'opposé du point de choc relevé contre le dispositif Autonor à gauche et qu'elle fluctue de gauche a droite.

Lors de l'examen du véhicule, je contrôlerai l'état des pneumatiques, de l'ABS et la présence de choc contre un tiers.

III.1.2 Sur le point de choc - socle du parapet

Après avoir récencé les éléments d'appréciation de la trajectoire du véhicule, j'observe sur le lieu de découverte du véhicule, les éléments qui permettront d'apprécier les caractéristiques de l'impact entre le VL et le parapet (angles, intensité, état,…)

Sur le cliché N°49 de la B.R.D.P

Je note les points suivants :

- La surface du socle du parapet forme un parallélogramme et non un rectangle,
- Un morceau du parapet est resté en place sur le socle,
- La projection du parapet a déchaussé les barrières et le garde corps du pont,
- La roue avant droite de la Clio est braquée à droite,
- L'ensemble des pièces de carrosserie endommagées dans ce choc est tombé sur la voie ferrée (à l'exception d'un élément de l'optique droit).

Lors de l'examen du véhicule, je vérifierai la position des roues du véhicule.
Lors de l'examen des blocs du parapet, je rechercherai les points d'ancrage des barrières et les cassures.
Je remarque qu'aucun élément de l'enjoliveur de roue avant gauche n'a été retrouvé sur la voie ferrée.

Sur le cliché N°56 de la B.R.D.P

Je note les points suivants :

- Le dispositif AIRBAG conducteur et passager est déclenché,
- Le garde corps de la barrière verte est passé entre le capot et l'aile avant gauche du véhicule,
- La jante avant gauche de la voiture est déformée,
- L'enjoliveur de jante avant gauche est absent,
- La coque de rétroviseur gauche est absente,
- La voiture est en appui sur le bas de caisse gauche, contre le pied de barrière.

La Renault Clio a heurté le parapet dans les coins Est et Nord.

III.2 Collision Train/Parapet

Sur le cliché identifié DCS0069.jpg de la B.R.D.P

Je note les points suivants :

- Un point de chute du parapet est remarquable sur le bord de la voie « une bis », (indice 2)
- Les traverses de la voie une sont déformées à partir du point identifié 3 sur la voie une, (indice 3)
- A partir de ce point, les morceaux de parapet cassés jonchent la trajectoire du train. (indices 4 à 7). Aucun morceau de parapet n'est retrouvé sur la voie « une bis ».

Sur le cliché 1120896.jpg, des services de la SNCF

Je note les points suivants :

- La motrice a déraillé sur la droite par rapport à son sens de circulation,
- Elle a subi des dommages importants en soubassement suite au passage sur le parapet,
- Elle a subi des dommages très importants en face avant, suite à sa collision avec le poteau de signalisation.

Les wagons ont été percutés sur les cotés par les poteaux de caténaires et de signalisation causant des dommages corporels aux passagers et matériels sur l'ensemble de la rame.

III.3 Expertise du véhicule

III.3.1 Identification

Il s'agit d'une voiture RENAULT CLIO III 5 portes entraînée par un moteur 1.5 DCI développant 63 KWatt à 4000 tr/min (85CV, accouplé à une boîte 5 vitesses et mise en circulation le 28/10/05.
[redacted]

Le poids a vide est de 1175 Kg et le poids total en charge admis est de 2550 kg. Elle est équipée pour transporter 5 personnes assises.

Elle est équipée des coussins gonflables (airbag) conducteur, passager, latéraux et de têtes, de ceintures de sécurité à pretensionneurs.
Le véhicule est aussi équipé de 2 freins à disques ventilés à l'avant et tambours arrière, d'un système ABS et de la direction assistée. Il n'est pas équipé de correcteur de trajectoire.

Marque :	RENAULT	Modèle : CLIO 1.5 DCI Dynamique
N° de série :	VF1BR1F0F0H34778825	Mise en circulation : 28/10/05
Couleur :	Noire métallisée	Kilométrage compteur : 94519 km

[redacted]

L'examen technique réalisé lors de la procédure d'expertise judicaire ne révèle pas d'anomalies notables concernant l'identification, le suivi du véhicule et sa conformité.

III.3.2 Examen

Le véhicule présente plusieurs zones de contact avec des éléments diverses qu'il convient de détaillé pour reproduire les angles et particularités de chaque chocs. Après avoir isolé les dommages externes à l'accident au point suivant, le rapport décrit chaque zone d'impact dans l'ordre chronologique présumé.

III.3.2.1 Dommages externes à l'accident

Tout d'abord, j'ai relevé une déformation du bas de caisse arrière droit qui n'existait pas sur les premières photos prises lors de la découverte du véhicule.

Cliché N°48 de la BRDP

Cliché N°DCS_0108.jpg de la BRDP

Ces dommages ont et réalisées lors de l'enlèvement du véhicule.

III.3.2.2 Le rétroviseur gauche

Le rétroviseur gauche a été rabattu violemment, laissant l'empreinte du verre de rétroviseur cassé sur la vitre conducteur.

Cliché N°58 de la BRDP

Cliché N°34 de la BRDP

Cliché N°78 de la BRDP

La coque de rétroviseur gauche de la voiture a été découverte environ 26 mètres en amont du lieu de découverte de la voiture. A proximité, se trouvaient des débris d'enjoliveur de roue de dessin identique a ceux de la Clio expertisé. (Indice police N°6-7-8 sur le cliché N°34)
Comme le montre le cliché N°78 ci-dessus, la coque de rétroviseur ne comporte pas de traces de peinture verte du garde corps qu'elle aurait été susceptible de heurter si elle était en place au point de choc final.

III.3.2.3 La partie avant gauche

Sur le cliché N°DSC_0110.jpg de la B.R.D.P

Cette partie du véhicule n'a pas été en contact avec le parapet. Elle a cependant repoussé la barrière de couleur verte dont un élément a été retrouvé sur la voie du train en contre bas.

Sur ce cliché, je remarque les points suivants :

1. L'absorbeur d'énergie de la traverse avant n'est pas déformé,
2. L'aile avant gauche en plastique est brisée,
3. Sur la partie arrière de l'aile une trace verticale de barrière de couleur verte,
4. Une zone de frottement horizontal de couleur blanche située entre l'aile et la porte, n'a pas de lien avec la barrière et les éléments environnants.
5. Le ½ train avant gauche a subi un choc violent provoquant la déformation de la jante et le recul du triangle de suspension.
6. Le cercle de montage de l'enjoliveur de roue gauche est coincé dans la jante,
7. La coque de rétroviseur est absente.

Sur les clichés N°100 à 109 de la B.R.D.P, je constate que l'ensemble des pièces endommagées lors de la collision de la Clio avec le parapet, se trouve sur le bord de la voie ferrée à l'exception de la coquille de rétroviseur et l'enjoliveur de roue avant gauche qui ont été prélevés 26 mètres en amont. Il ne peut pas s'agir d'une projection consécutive au choc contre le parapet.

Cet examen associé à celui du rétroviseur confirme qu'un choc précédent a eu lieu sur la chaussée entre 25, et 45 mètres avant le point de découverte.

III.3.2.4 Le frottement sur l'aile avant gauche

La dégradation examinée consiste en de fines rayures horizontales qui débutent sur l'aile avant gauche en plastique déformable. La zone de frottement inférieure se situe entre 55 et 65 centimètres du sol, alors que la zone supérieure se situe entre 70 et 80 centimètres. En progressant vers des points de résistances, comme le bord de l'aile, puis la porte, les rayures s'accentuent, provoquent une zone de déformations sur la porte, et cessent. Le contact avec l'élément tiers, est rompu à l'aplomb du rétroviseur.

Comme les éléments retrouvés à proximité de l'enjoliveur de roue et de la coquille de rétroviseur de la Clio, correspondent au coté gauche d'une Twingo. Les zones de déformations constatées sur la Clio peuvent correspondre sur la Twingo, au frottement contre le bouclier arrière peint et la partie haute contre l'aile et le feu ARG.
Les rétroviseurs de la Clio et de la Twingo sont sensiblement à la même hauteur soit entre 90 et 100 cm du sol.

La collision légère de la Clio avec un véhicule tiers de type Twingo I, au début de la perte de contrôle est un fait plausible compte tenu de l'ensemble de ces observations.

III.3.2.5 L'aile arrière gauche

Sur le cliché DSC_0115.jpg ci contre, une déformation d'intensité moyenne est remarquable, avec des traces de peinture bleues foncées.
Un frottement circulaire sur le bord d'enjoliveur de roue est aussi remarquable.

Ces déformations sont à rapprocher de l'impact entre la voiture et le poteau de soutien du panneau directionnel.

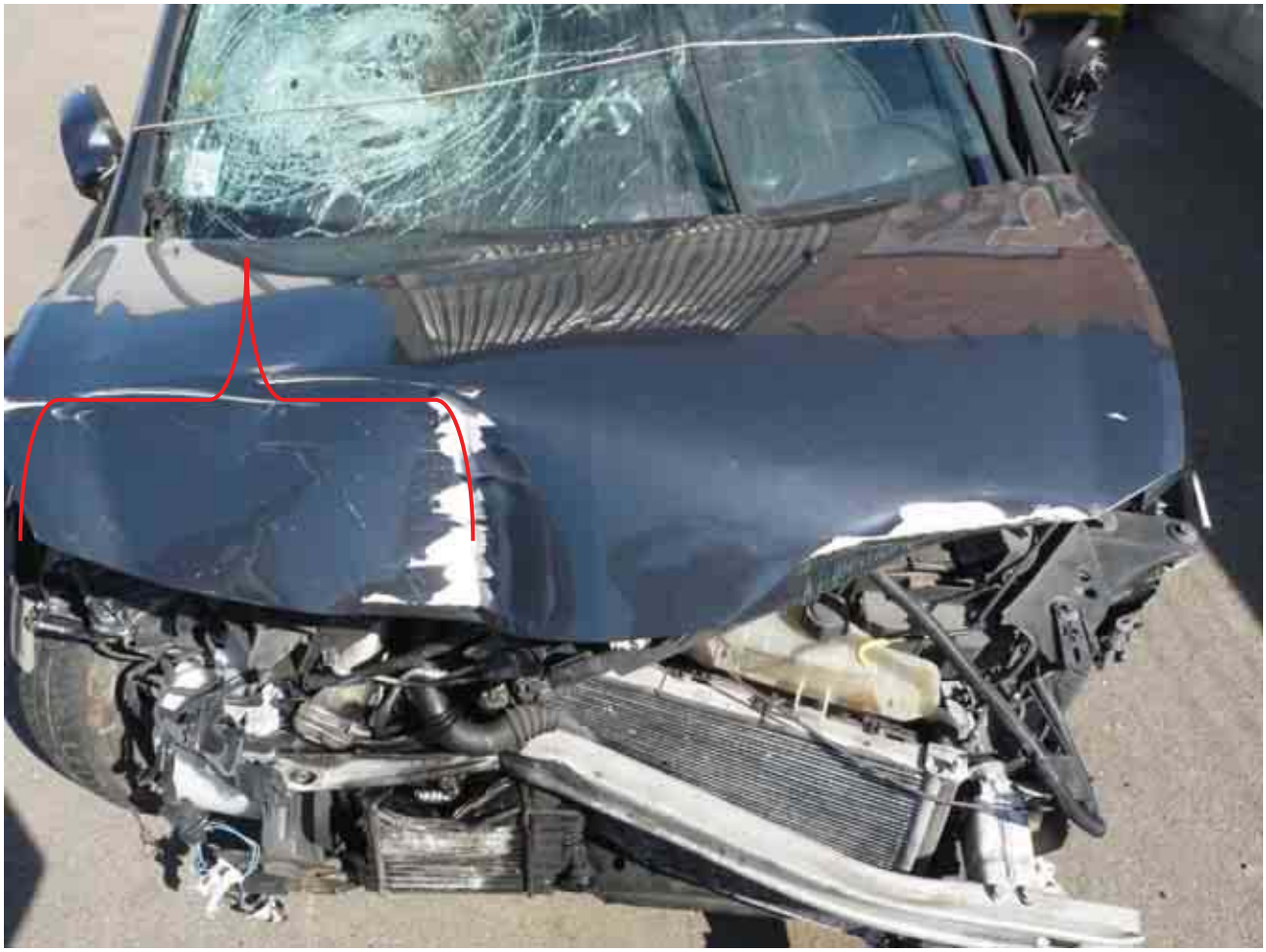
Sur le cliché N°36 agrandi, on distingue bien la présence sous l'essieu arrière de la voiture du poteau de soutien.

III.3.2.6 Le choc avant droit

La voiture a été découverte roue avant gauche pendant dans le vide, le soubassement avant en appui sur le berceau inférieur.

En partie centrale avant, elle présente un enfoncement caractéristique par son intensité et sa forme d'une collision contre l'arête verticale d'un mur. (Ligne pointillée)

A gauche de cette ligne par rapport à l'axe de circulation du véhicule, les organes mécaniques et notamment les radiateurs sont peu déformés par comparaison avec la partie droite.
Il convient donc de conduire une analyse complète de cette zone afin de définir les caractéristiques de la collision.

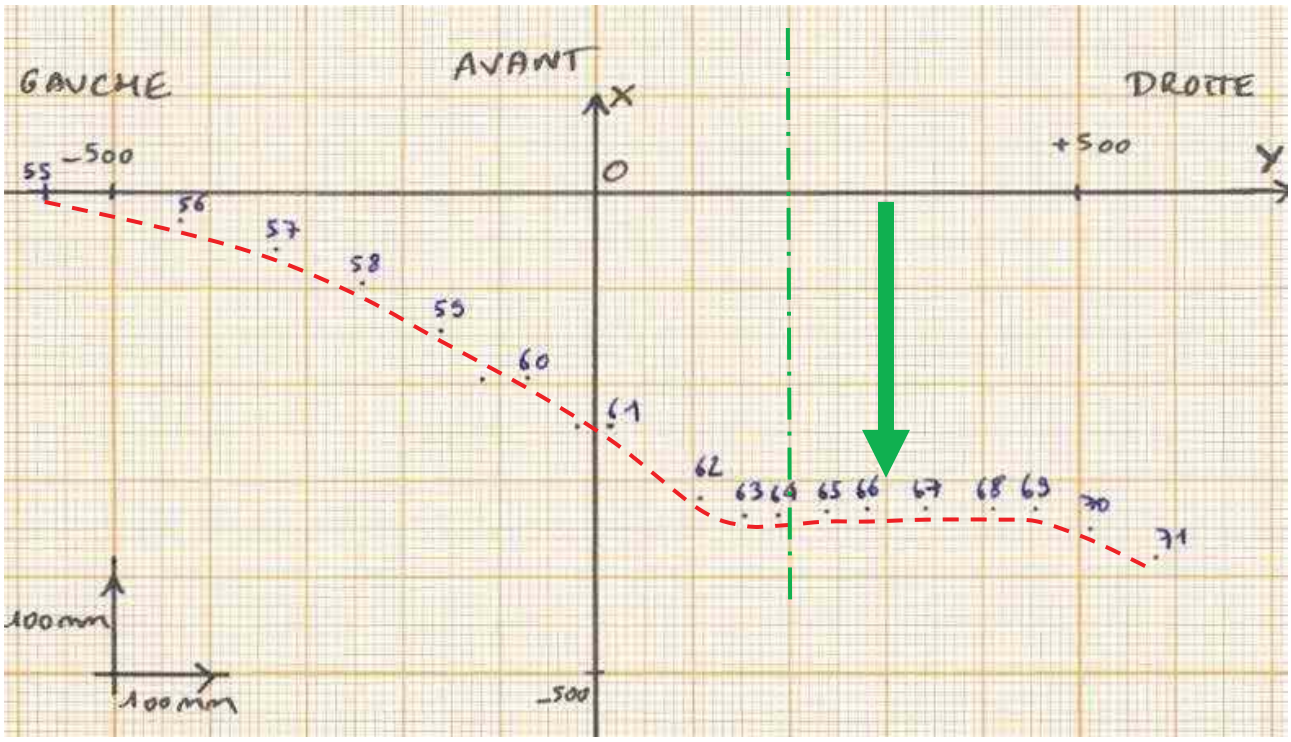


Vue de dessus de la face avant, la différence d'énergie absorbée lors de la collision entre les coté gauche et droit est visible. Les déformations côté droit mettent en évidence une collision avec un élément vertical et plan.

Du côté gauche, seul les éléments d'habillage de la face avant (bouclier, calandre, optique) sont cassés, laissant directement apparents les éléments de structure de la carrosserie. La traverse ou renfort de bouclier a conservé son galbe. Son support gauche qui constitue une zone de déformation programmée n'est pas endommagé.
La partie droite du véhicule comporte toutes les déformations caractéristiques avec la surface verticale et plane du parapet. La limite du point d'appui se trouve quelques centimètres avant le centre du véhicule caractérisé sur la photo ci-dessus par la nervure centrale du capot.

Pour confirmer ce contact, nous avons procédé à une mesure en 3D des déformations avec un banc de mesure SPANESI TOUCH LINE. Les points de structure ont été mesurés selon le référenciel du constructeur. Une mesure complémentaire utilisant comme support la traverse renfort de pare-choc avant, a été réalisé en plaçant un point tous les dix centimètres, soit environ 16 points. Chacun de ces points est mesuré en longueur, largeur et hauteur. Sur le relevé de mesure annexé, ces points correspondent à la description 55 à 71.

Les données prélevées sont mises en forme dans le repère orthonormé suivant où le point d'origine est le centre avant du véhicule, l'axe des abscisses est la longueur et l'axe des ordonnées sa largeur. Afin de bien illustrer le contact qui s'est produit entre la voiture et le parapet. L'arête verticale formée par le contact entre le coin du parapet et la voiture est le point 63.

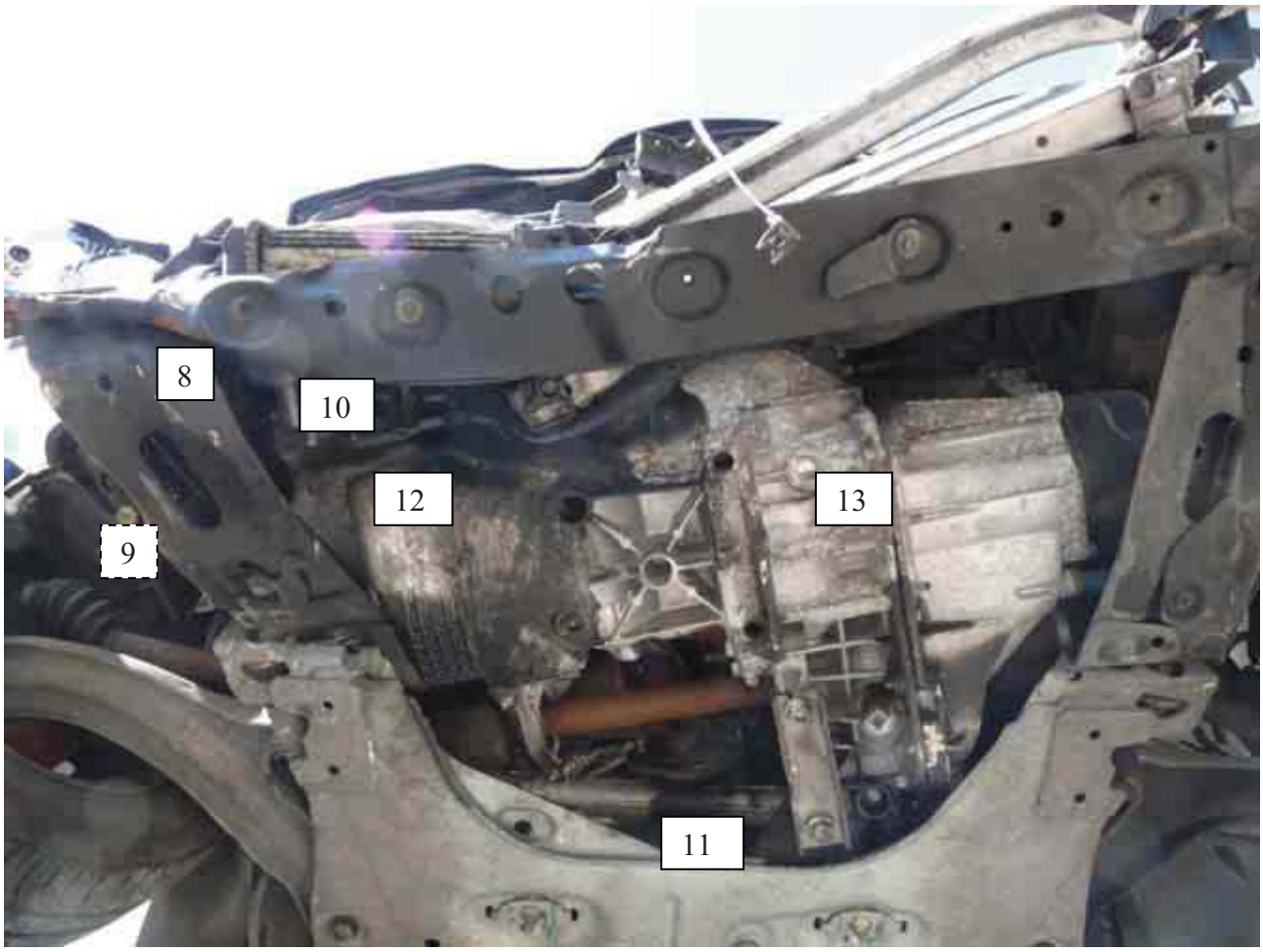


Le résultat de cette mesure donne une appréciation de la déformation globale de la face avant avec une partie plane remarquable située entre les points 63 et 69. **La ligne pointillée rouge représente la déformation de la traverse avant. Normalement, tous ces points se trouvent au-dessus de la ligne 0.**
Je remarque que le point 68 situé dans l'axe du longeron droit a reculé de 33 centimètres.

Les points de structure tels que le support de berceau avant droit et le support berceau/moteur droit ont reculés respectivement de 13 et 11 centimètres.

Il conviendra dans la partie « analyse » du rapport de rapprocher ces relevés avec les caractéristiques du parapet, l'axe du contact entre le parapet et la voiture semblant quasi parallèle à l'axe de circulation de la voiture.

Pour apprécier l'intensité de la collision, il convient d'examiner le processus de déformation et d'absorption de l'énergie par les pièces de carrosserie et de mécanique.



L'examen du soubassement du compartiment moteur révèle les points suivants :

8. Le longeron avant droit est repoussé en arrière,
9. Le support moteur droit fixé au longeron a reculé de plus de dix centimètres,
10. Le compresseur de climatisation est cassé,
11. La crémaillère de direction est cassée,
12. Le groupe motopropulseur est comprimé dans le compartiment moteur coté droit,
13. Le groupe motopropulseur est désaxé dans le compartiment.

Ces observations sont importantes car elles révèlent que les zones de déformation programmée, conçues par le constructeur n'ont pas pu jouer entièrement leur rôle. En effet, le parapet a rapidement été en appui contre le moteur (zone non déformable) et l'a repoussé vers l'habitacle.
Dès lors, il apparait que les déformations visibles, sont plus marquantes que l'absorption réelle de l'énergie cinétique lors de la collision.

III.3.2.7 Le poste de conduite

Lors de mes opérations d'expertise technique, le commandant LION a ouvert le scellé, afin qu'un examen du poste de conduite soit réalisé.

J'ai constaté :

- Les coussins gonflables d'airbag conducteur et passager ont été activés et prélevés,
- La console de bord est aspergée de soda ou de bière,
- Les pretensionneurs de ceinture de sécurité sont activés,
- Les assises de sièges conducteur et passager comportent des brûlures de cigarettes,
- L'entrejambe sur l'assise conducteur comporte un dépôt de liquide renversé,
- La garniture de pavillon coté conducteur comporte une brûlure de cigarette,
- Le volant est tourné d'environ 135° à droite (orientation des roues à droite),
- Le levier de vitesses est immobilisé sur le 4° rapport,
- La ventilation est désactivée, sans recyclage et orientée vers le bas,
- La commande de chauffage est réglée au maximum, mais inactive,
- Les essuies glaces sont désactivés,
- La commande d'éclairage est positionnée sur les feux de croisement ou route,
- Le siège conducteur est réglé pour une personne d'environ 1m75,
- Le siège passager est avancé au maximum,
- Le pédalier conducteur est libre,
- La boucle de ceinture conducteur est brûlée,
- La ceinture de sécurité passager est bloquée enroulée.

L'examen du poste de conduite montre que le conducteur était ceinturé. La position du siège passager ainsi que l'état de la ceinture n'indique pas la présence de passager avant. Les conditions dans lesquelles conduisaient le conducteur avec des bouteilles de soda et bière autour de lui, constituent un élément perturbant de la conduite.

III.3.2.8 Relevé électronique

Au préalable de mon déplacement pour mener à bien mes opérations d'expertises, j'ai sollicité l'intervention du constructeur Renault SA pour effectuer un prélèvement des informations de bord contenus dans le calculateur du véhicule.

Tout d'abord, lors de **la mise du contact**, je constate l'allumage en permanence des témoins airbag, ABS, jauge à carburant, et clé de maintenance.

L'ordinateur de bord diffuse les messages suivants :

- « Injection à contrôler »
- « Niveau d'huile à réajuster »
- Jauge à huile : néant
- Kilométrage compteur : 94519 km et totalisateur 12,3 km
- Carburant consommé depuis le plein : 16,3 litres
- Consommation moyenne : 7,6 l/100
- Distance depuis le dernier plein : 214, 1 km
- Vitesse moyenne depuis le dernier plein : 17,8 km/h
- Vidange dans 12670 km

L'autoradio s'allume sur RMC info et le niveau du volume est à 15 sur 30.

[redacted], conseiller technique Renault SA, nous a rejoint à 13h30 pour prélever les données techniques du calculateur. Ces données ont été enregistrées sur la clé USB de M.BAYETTO. Elles sont jointes en annexe au présent rapport.

La valise Clip Renault est un outil de diagnostic et d'information qui permet d'analyser le comportement du véhicule et de détecter dans certains cas une défaillance moteur importante.
Connectée à la prise EOBD (diagnostic), elle révèle les points suivants :

- Absence d'anomalies dans le réseau multiplexé,
- Défauts constants sur le système Airbag (déclenchement) et ABS,
- Le capteur de vitesse de la roue AVG ne communique plus depuis 71 cycles de démarrage,
- Un injecteur a été remplacé il y a 5141 km sans qu'un cycle d'apprentissage ait été effectué,
- Tous les systèmes de retentions et d'airbag du véhicule ont été actionnés,

La valise clip ne révèle pas de vitesse du véhicule à l'arrêt du moteur ou au déclenchement des airbags, car le capteur de vitesse AVG était défaillant. Le système ABS n'a pas fonctionné lors de la perte de contrôle. Cela est confirmé par les traces de glissement rectilignes et continues relevées sur la chaussée avant la collision.

III.3.2.9 Examen mécanique

Dans cette phase, j'ai contrôlé la rotation libre des roues, la rotation libre du vilebrequin, l'absence de rupture des organes de suspension freinage et direction et leur état.

J'ai constaté la déconnexion du capteur de vitesse de la roue AVG, ainsi que la fuite du soufflet de transmission coté roue droite.

Cet examen ainsi que l'analyse des données informatiques moteur, révèlent l'absence de désordre pouvant être à l'origine ou représenter un facteur perturbant de la conduite.
Le disfonctionnement de l'ABS représente néanmoins un facteur aggravant dans la situation de perte de contrôle du véhicule, car les roues restent bloquées et le véhicule ne peut plus être dirigé.

III.3.2.10 Les roues

Les roues du véhicule sont composées de jantes acier, sur lesquelles sont montées quatre enveloppes pneumatiques de dimensions identiques 185/60 R 15'' avec un indice de charge de 84 et un indice de vitesse H, conforment aux préconisations du constructeur.

- **La roue avant gauche**

La roue avant gauche est équipée d'une enveloppe pneumatique de marque Continental Contipremiumcontact2 produit dans la 40eme semaine de l'année 2005. L'enveloppe pneumatique est dégonflée, et l'épaisseur des sculptures de la bande de roulement est de 7.3 mm, soit en très bon état. Les flancs de l'enveloppe ne présentent pas de frottement particulier, mettant en évidence une utilisation sans pression. Deux impacts importants sont remarquables sur le talon de jante. Quelques marques de couleurs vertes sur la circonférence du pneumatique montrent un contact direct avec la barrière. Une légère abrasion latérale sur la bande de roulement confirme le glissement de la voiture au sol.

- **La roue arrière gauche**

La roue arrière gauche est équipée d'une enveloppe pneumatique de marque Michelin Energy X produite dans la 6eme semaine de l'année 2007. L'enveloppe pneumatique est gonflée et l'épaisseur des sculptures de la bande de roulement est de 5,8 mm, conforme. Les flancs sont endommagés par des frottements jusqu'à mi-hauteur, consécutifs aux agressions contre les trottoirs.

- **La roue arrière droite**

La roue arrière droite est équipée d'une enveloppe pneumatique de marque Michelin Energy X produite dans la 17eme semaine de l'année 2007.Les sculptures de la bande de roulement mesurent 5 mm et sont conformes. Les flancs sont endommagés par des frottements jusqu'à mi-hauteur. Une déformation du talon de jante extérieur est remarquable sur une longueur d'environ 8 centimètres, consécutive à un choc contre une surface rugueuse pouvant correspondre à un trottoir.

- **La roue avant droite**

La roue avant droite est équipée d'une enveloppe pneumatique de marque Michelin Energy X produite dans la 2eme semaine de l'année 2009. Les sculptures de la bande de roulement mesurent 6,2 mm, en bon état. Les flancs de l'enveloppe ne présentent pas de frottement particulier, mettant en évidence une utilisation sans pression. Une déformation du talon très localisée n'est pas apparente sur les photos prisent sur les lieux. Elle peut être consécutive à l'action de remorquage.

- **La roue de secours**

La roue de secours placée dans le coffre est équipée d'une enveloppe pneumatique de marque Michelin Energy X produite dans la 2eme semaine de l'année 2009. L'enveloppe pneumatique est sectionnée sur son flanc externe à proximité d'une détérioration légère du talon de jante probablement consécutive à un choc contre un trottoir. Elle est identique en marque et semaine de production à celle de la roue avant droite. L'épaisseur des sculptures de l'ordre de 7 mm est similaire à la roue avant droite. Il est donc probable qu'elle ait récemment servi à remplacer la roue avant gauche.

III.4 Sur le parapet

Après l'examen du véhicule, nous nous sommes rendus aux établissements CHABANNY, 34 rue des Fusillés à Vitry sur Seine pour procéder à l'examen des morceaux de parapet prélevés sur la voie une après la collision avec le train RER C. [redacted].

III.4.1 Reconstitution du parapet

Trois blocs de parapets ont été conservés pour notre examen. L'expertise a consisté à rechercher les surfaces planes et points de fixation des gardes corps afin de reconstituer le parapet.

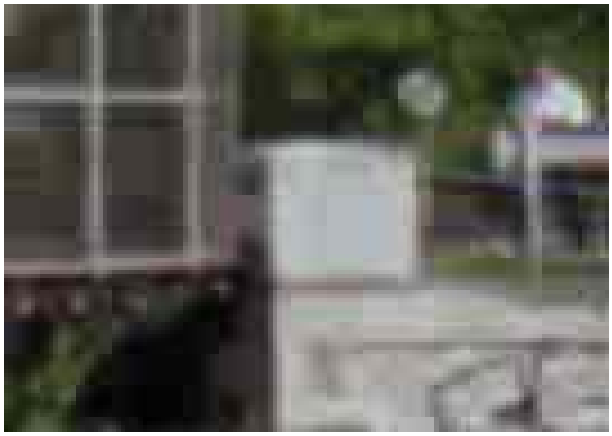
Pour identifier les blocs, nous avons utilisé les éléments suivants :

- La surface de contact au sol sur son socle doit être plane et irrégulière avec un dépôt de ciment en surface.
- La surface côté Nord, présente des inscriptions de couleur rouge, noir et bleue.
- La surface côté Sud est difficilement accessible et ne doit pas comporté de « Tag ».
- La surface côté Est (Seine), comporte trois points d'encrage rectangulaire de la barrière.
- La surface côté Ouest (Choisy le Roi), comporte deux points d'ancrage rectangulaires de la barrière et deux tirefonds du marche pied de voute.
- Une base triangulaire du coté Ouest est restée sur le socle.
- Les trois points d'ancrage de la barrière Est, sont situés du bas en haut, entre 13 et 16 cm, entre 75 et 78 cm et entre 90 et 95 cm par rapport au sol.
- Les deux points d'ancrage de la barrière Ouest sont situés du bas en haut, entre 20 et 22 cm et entre 97 et 102 cm par rapport au socle du parapet
- Les deux tirefonds sont situés à 25 et 32 cm par rapport au socle.

Socle du parapet

Points de fixations Ouest

Images google maps Face Nord et Est



Face Sud

Après avoir identifié les différents points de références cités ci-dessus, les morceaux de parapet ont été positionnés pour reproduire les faces externes, Nord, Sud, Est et Ouest, ainsi que la base au sol.

Face reconstituée Ouest

Face reconstituée Sud

Sur la face Ouest, on retrouve la fixation basse de la barrière de voute, ainsi que les tirefonds de la grille de protection de voie.
Sur la face Sud, une partie de surface plane et perpendiculaire au sol est remarquable.

Face Nord reconstituée

Des inscriptions de couleurs rouges sont visibles, avec les tirefonds et la base triangulaire restée sur le socle. A gauche, nous retrouvons la fixation de la traverse basse de la barrière Est (rectangle pointillé).

Face Est reconstituée

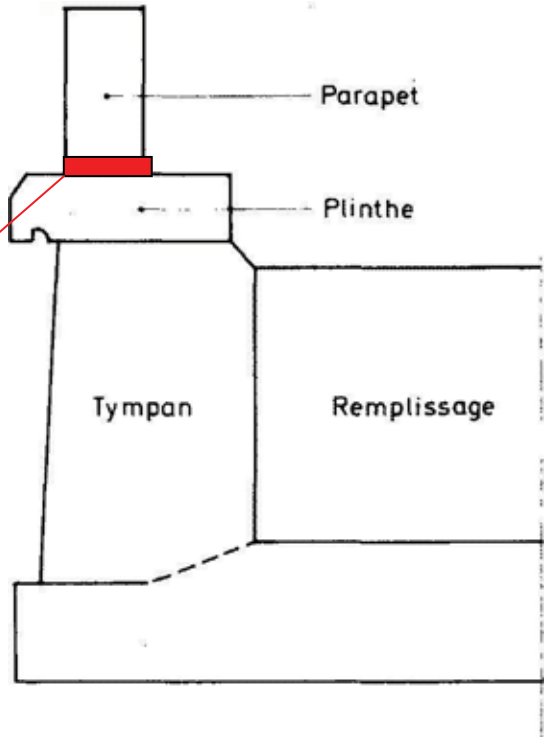
Sur la face Est incomplète, je remarque une dégradation importante de l'arête du parapet séparant les faces Est et Nord à partir de 10 cm du sol, dans le sens de la trajectoire de la voiture. Sur cette partie du parapet, une marque traversant le parapet en diagonale est remarquable. Elle peut correspondre à la collision avec le sabot de protection inférieur du train.

Socle reconstitué

La flèche rouge indique la trajectoire d'arrivée de la Clio.
L'assemblage de deux morceaux de parapet permet d'obtenir la reconstitution d'une grande partie de sa surface d'appui et notamment de contrôler son mode de fixation au sol.

III.4.2 Mode de liaison socle/parapet

Le socle est constitué d'une semelle en mortier d'environ 7 centimètres, qui est posée sur la plinthe du pont. Celle-ci a été réalisée pour stabiliser le parapet et vraisemblablement, pour permettre son scellement avec des clavettes.



Sur le socle, les emplacements des clavettes sont biens visibles, mais aucunes n'a été retrouvées a proximité ou sur les voies.

La reconstitution partielle du socle du parapet permet de définir son mode de fixation. Nous avons prélevé sur le socle un gabarit en carton dans lequel nous avons localisé les emplacements des clavettes (1). Ce gabarit a ensuite été apposé sur la face sol du parapet reconstitué.

Réalisation du gabarit

Apposition du gabarit

Positionnement des emplacements des clavettes du socle

Cette opération technique simple met en évidence l'absence totale de fixation par obstacle du parapet sur son socle.

Le mode de fixation du parapet sur son socle est un encollage de la base du socle avec un mortier fin, sans obstacle.
De même, une réparation du parapet avec un remplissage fin de mortier dans la fissure triangulaire coté Ouest modifiait les caractéristiques mécaniques du parapet.

III.4.3 La nature du parapet

Pour déterminer la nature du parapet, sa composition et l'ensemble de ses caractéristiques mécaniques, une étude doit être réalisée par un laboratoire spécialisé sur un échantillon d'un volume minimum d'un demi-mètre cube. Cette étude coûte en moyenne 4500 à 6000 €.

Mes travaux d'expertises à ce sujet ont consisté à:

- mesurer la masse volumique du solide,
- procéder à un examen visuel,
- procéder à un examen à la loupe binoculaire x10,
- évaluer la masse du parapet.

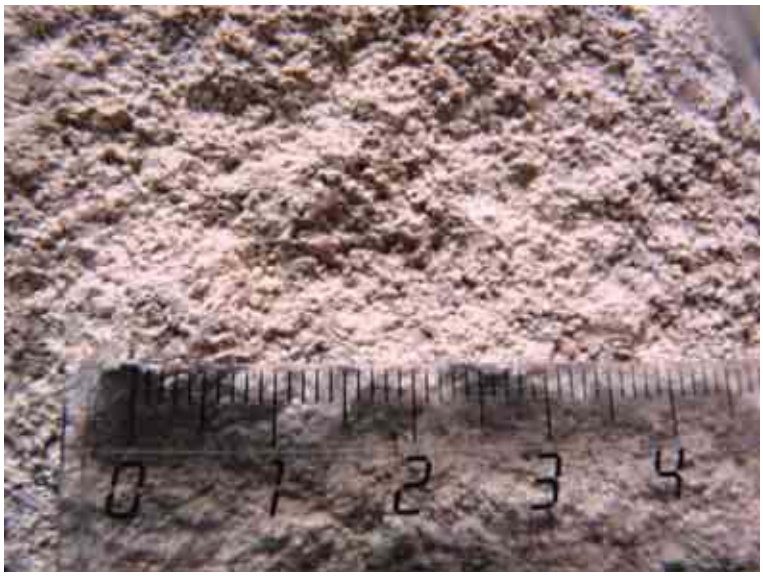
***masse volumique du parapet**

Un échantillon du parapet d'un volume de 215 cm^3 pèse, sur une balance électronique au 10eme de mg, 545,3 gr.

La masse volumique du parapet est équivalente à 2536 kg/m^3, proche du calcaire.

***constitution**

La granulométrie très fine et compacte, avec des particules transparentes et brillantes, très friable, indique qu'il s'agit d'un assemblage de sable calcaire mélangé à du quartz et lié avec du ciment.



***masse évaluée du parapet**

Le parapet est composé d'une surface parallélépipédique, dont la base mesure 105 cm et la hauteur 63 cm. La surface du parapet est donc équivalente à 6615 cm^2, soit 0,661 m^2. La hauteur du parapet est évaluée à 1,10 m, soit un volume de 0,73 m^3.

Compte tenu de la masse volumique précédemment établie, la masse du parapet équivaut à 1825 kg.

IV – Analyse de l'accident.

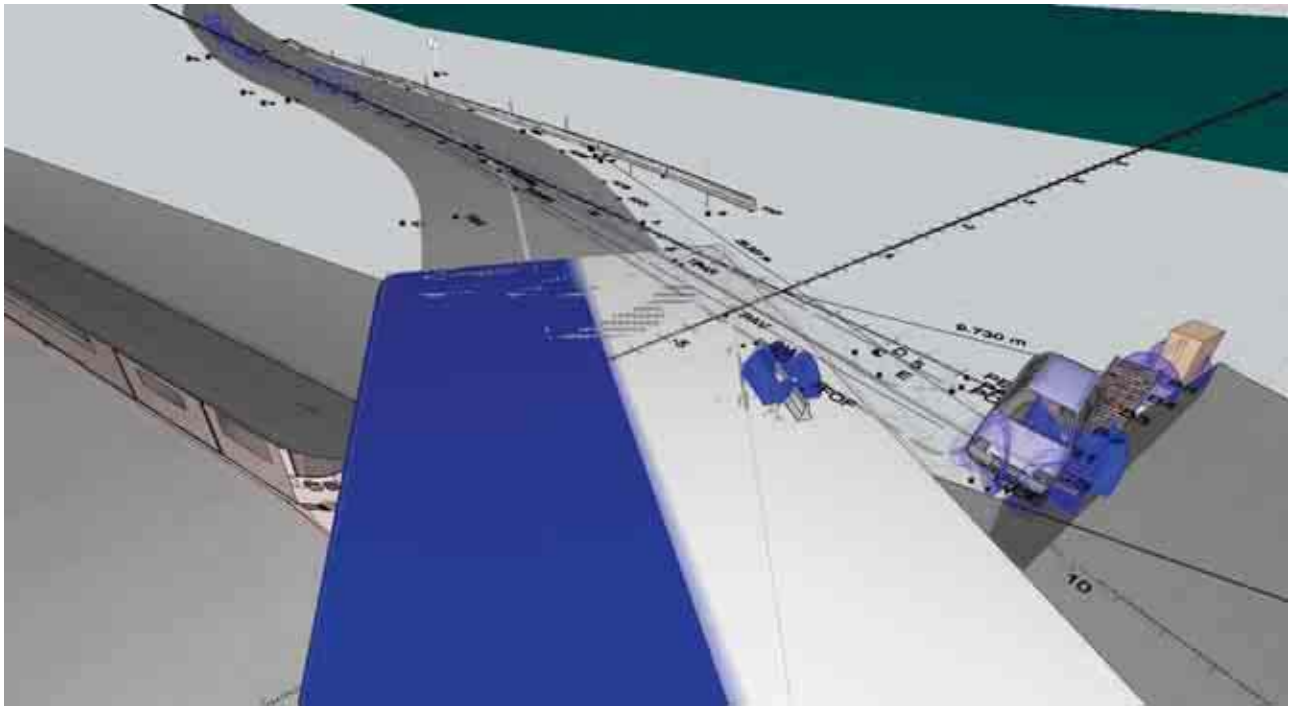
IV.1. Préambule

Pour conduire une analyse de l'accident cohérente et répondre précisément aux questions posées dans la mission, il m'a été nécessaire, après avoir effectué les constatations décrites dans le chapitre précédent, de reproduire la scène de l'accident à partir d'une mesure topographique des lieux. Aucun plan coté suffisamment précis ne permettait de numériser la scène.

Après sa numérisation dans le logiciel d'analyse d'accident V Crash, les obstacles et véhicules ont été mis en place selon leurs caractéristiques techniques et mécaniques propres. Cela permet de conduire une analyse, avec un support visuel constant du facteur déplacement/temps.

IV.2. Méthodologie de la mesure

La mesure des lieux a été effectuée avec niveau laser LEICA Sprinter 150. Cet appareil permet de numériser différents points de la scène en angle, distance et hauteur par rapport à sa localisation.

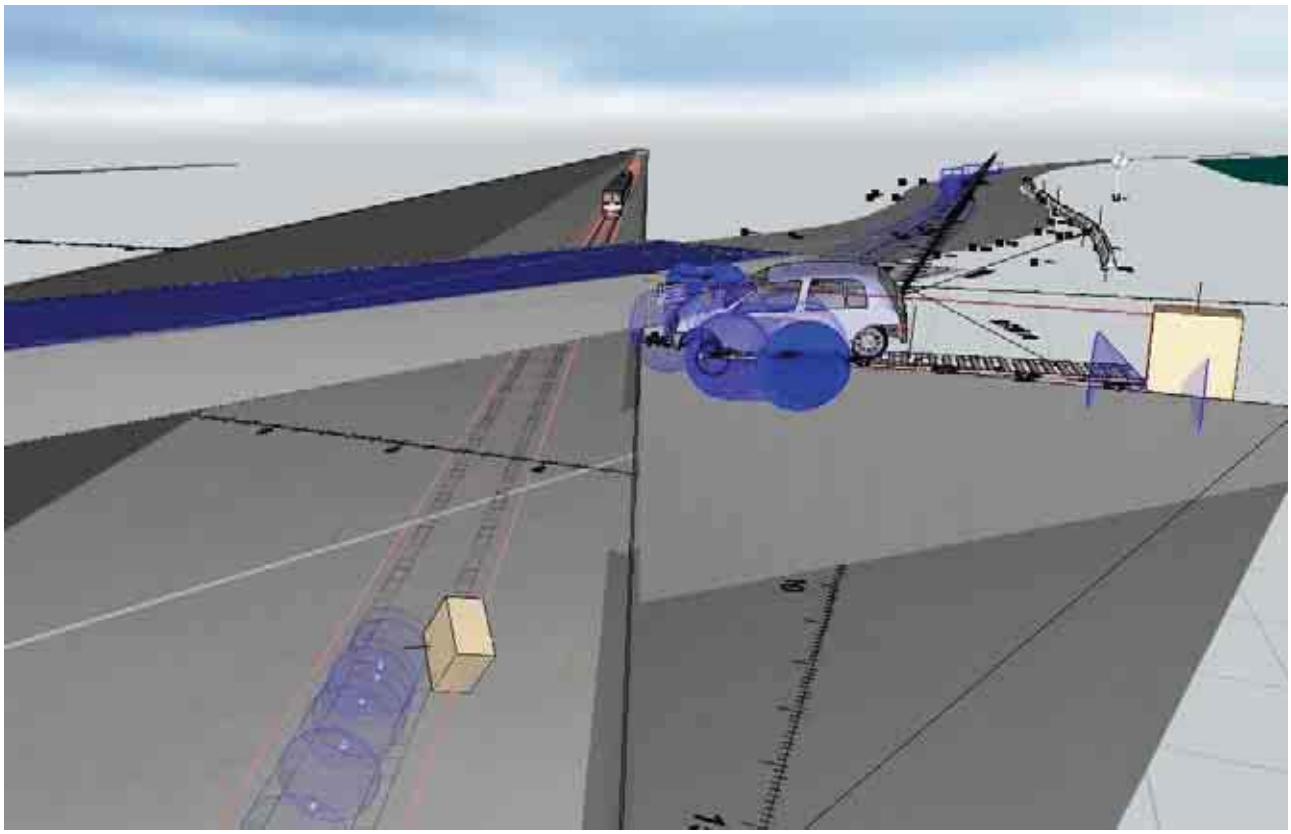


Lors de la prise de mesures, 55 points ont été prélevés et reportés dans le tableau «cote.xlsx » en annexe.
Les coordonnées de chaque point ont été recalculées pour permettre leur exploitation dans un repère orthonormé (O, x, y, z) tel qu'il est visible sur l'image 3D ci dessus.

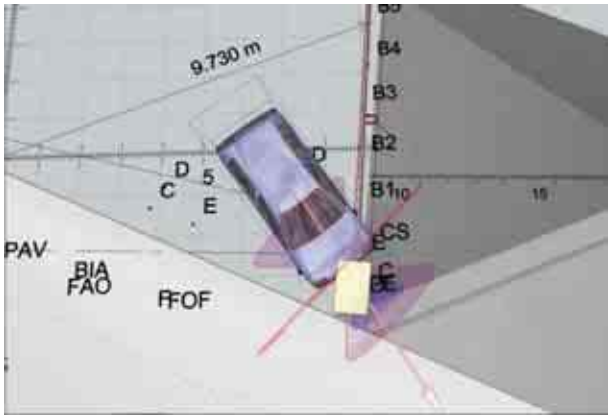
Les points de référence relevés par la Brigade de Police ont été ajoutés par mesure métrique sur cette numérisation.

IV.3 Mise en forme de la scène.

La mise en forme de la scène a été effectuée en respectant le plus rigoureusement possible, les caractéristiques des véhicules, les éléments d'agencement de la chaussée et les constats réalisés. Les caractéristiques du sol de la voie ferrée n'ont pas été mesurées car les procédures nécessaires sont lourdes et disproportionnées au regard de l'intérêt qu'elles suscitent dans l'analyse qui nous intéresse.
Une légère modification dans l'angle d'impact de la voiture a été réalisée, car le logiciel ne permet pas de donner au parapet une base parallélépipédique telle que nous l'avons constatée. Il ne peut s'agir que d'une base rectangulaire dont la surface d'appui avec l'impact est plus étroite et dont la projection est légèrement différente.
La simulation graphique de l'accident telle que nous l'avons approchée est toutefois très cohérente par rapport au constat réalisé.



Cette simulation en complément d'une analyse mathématique, nous a permis en modifiant la vitesse d'approche de la voiture, d'ajuster l'intervalle de vitesse à l'impact.



IV.4 La trajectoire du parapet

L'examen des lieux après l'accident montre que l'ensemble du parapet a été heurté par la motrice du train sur la voie une. En effet, tous les morceaux de parapet ont été retrouvé, parsemé a partir du point de collision avec le train (indices supérieur à 3).

Un impact figurant sous l'indice 2, montre cependant que le parapet a été projeté depuis son socle en un seul bloc sur la voie une bis et qu'il a rebondi sur la traverse de chemin de fer pour s'immobiliser environ 6 minutes avant le passage du train sur la voie une.

Cela implique que le parapet a suivi une trajectoire parabolique depuis son socle, dont la hauteur est de 5,80 mètres. Il a chuté au sol sur le bord de la voie « une bis », à une distance de 4,90 mètres du mur. Il s'est ensuite immobilisé sur la voie « une» à 7,80 mètres du mur.
Il a donc parcouru la moitié d'une trajectoire parabolique et balistique en partant du point le plus haut.

IV.5 La vitesse de la Clio

IV.5.1 Observations générales

Le déclenchement des dispositifs de retentions des ceintures de sécurité (seuil ≈ 15 km/h), puis des coussins gonflables (seuil ≈ 25 km/h), permet de fixer d'une manière relative, une première limite basse de vitesse.

Le conducteur était ceinturé et n'a subi aucune séquelle corporelle constatée lors ou à la suite de cet accident, notamment dermabrasions thoracique de la ceinture, ce qui tend a indiqué une vitesse « faible ».

IV.5.2 Méthodes et calculs

L'estimation de la vitesse de la voiture Renault Clio contre le parapet est réalisée en calculant l'énergie dissipée dans chaque phase de déplacement du parapet, et du véhicule, depuis la situation finale, vers la situation de départ.

Ainsi, je décompose les phases suivantes :

- Energie nécessaire à la projection du parapet, du socle sur la voie,
- Energie dissipée dans la déformation de la voiture.

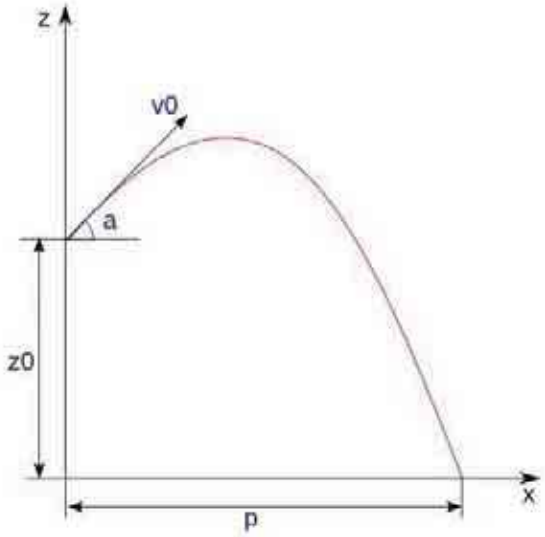
IV.5.2.1 Énergie de projection du parapet

Pour estimer cette énergie, je considère que le parapet a subi une poussée horizontale consécutive à l'impact de la voiture. Cette poussée lui a donné une vitesse au sol horizontale. Le parapet c'est alors retrouvé dans le vide où, si nous considérons que la poussée d'Archimède et le frottement de l'air sont négligeables, il n'est alors soumis qu'à la seule accélération de la pesanteur.

La trajectoire du parapet, qui est donc devenu un projectile, sera donc une trajectoire parabolique.
Le schéma ci-dessous donne un exemple d'une trajectoire parabolique

Soit « a » l'angle de départ de l'objet par rapport à l'horizontale, « v0 » sa vitesse initiale, « z0 » son altitude. Dans ce cas de figure, la portée « p » est alors égale à :

$$p = \frac{v_0{}^2 \sin(2a)}{2\,\mathrm{g}} + \sqrt{\frac{(v_0{}^2 \sin(2a))^2}{4\mathrm{g}^2} - \frac{2z_0(v_0 \cos a)^2}{\mathrm{g}}}$$



Dans le cas de l'accident, nous l'avons précisé, la vitesse initiale est horizontale donc :

a=0,

sachant que sin(0) = 0 et cos(0) = 1, la formule se simplifie,

$$p=\sqrt{2z0*v0^2/g} \quad \text{d'où :} \quad v0=\sqrt{g*p^2/2z0}$$

Avec z0 = 5,80m, p = 4,90m et g = 9,81 m/s2, nous obtenons v0 = 4,506 m/s soit 16,22 km/h.

Si l'on ne tient pas compte du frottement sur le sol (avant la chute) ni du scellement léger, on peut estimer que l'énergie acquise par le parapet après le choc est de l'énergie cinétique.
Avec une masse m_p évaluée du parapet à 1825 kg, l'énergie cinétique développée dans cette phase est donc égale à :

$$E_p = ½\ m_p \times v0^2,$$
$$\text{Soit } E_p = ½\ 1825 \times 4.506^2,$$
$$E_p = 18527 \text{ Joules}$$

IV.5.2.2 Energie de déformation

L'énergie dissipée lors de la collision, correspond a l'énergie absorbée dans les déformations du parapet, et de la voiture.

Le parapet a heurté le sol entier. Il n'a donc subit que sa projection, sans déformation.

La zone de déformation du véhicule, analysée en fonction de nos expériences et connaissances « terrain », et comparée à des résultats de crash-test permet d'évaluer une vitesse EES* de 35 km/h. Les données Euro Ncap disponibles simulent uniquement une collision frontale à 64 km/h, provoquant des dommages considérables, notamment au niveau de la déformation du compartiment moteur. Ces dommages ne correspondent pas à notre cas.

En considérant un EES de 35 km/h, et la masse m_v égale à 1300 kg, l'énergie absorbée E_a dans la collision par la Clio est équivalente à 61410 joules.

**L'Energy Equivalent Speed, est la vitesse du véhicule projeté contre un obstacle indéformable nécessaire pour obtenir la même énergie de déformation équivalente à celle observée lors de l'accident.*

IV.5.2.3 Vitesse de collision

Le principe de la conservation de l'énergie indique qu'il ya autant d'énergie avant la collision qu'après la collision. « *L'énergie ne peut ni se créer ni se détruire mais uniquement se transformer d'une forme à une autre (principe de Mayer) ou être échangée d'un système à un autre (principe de Carnot). C'est le principe de conservation de l'énergie : l'énergie est une quantité qui se conserve.* »

Cela permet d'écrire que la somme des énergies présentes avant la collision est équivalente à la somme des énergies présentes après la collision. Appliquer à notre cas, cela donne :

$$Ec = Ep + Ea$$
$$\frac{1}{2}\, m_v \times V_c^2 = 18527 + 61410$$
$$V_c = \sqrt{(79937/0.5 \times 1300)} = 11,08 \text{ m/s, soit } 39,92 \text{ km/h}$$

Compte tenu des incertitudes sur les paramètres et la non prise en compte de la résistance du scellement, la vitesse de collision V_c de la voiture Clio contre le parapet peut être évaluée entre 40 km/h et 45 km/h.

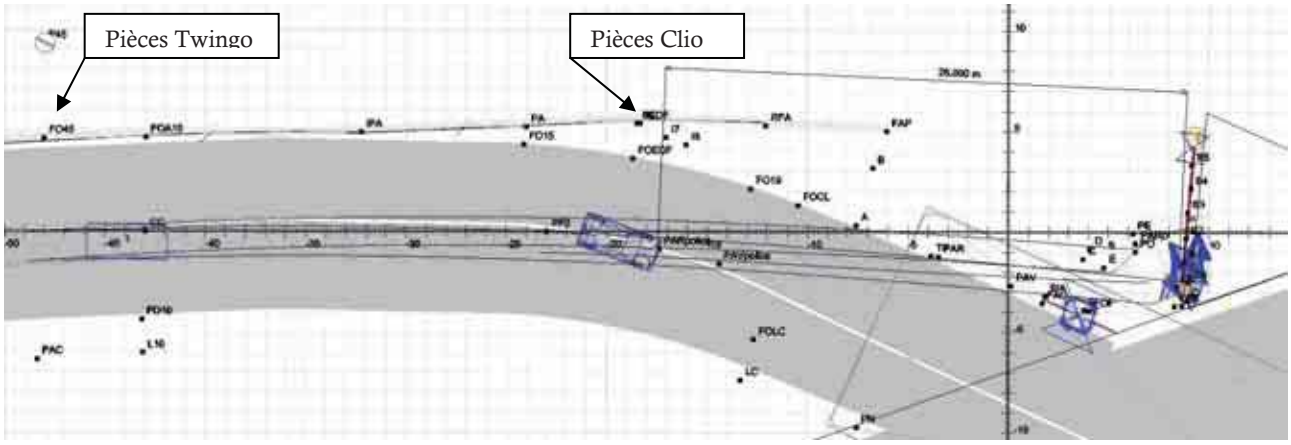
IV.5.2.4 Vitesse de circulation

Dans les phases dynamiques qui précèdent cette collision, aucunes traces au sol ne permettent de définir la distance de glissement au sol. La dernière mesure effectuée par la Police relève des traces à 26 mètres. Compte tenu de la position de roulis du véhicule à cet endroit, celle-ci peut être supérieure.

Si l'on considère une décélération maximale sur route mouillée et froide de l'ordre de 2 m/s^2 une distance de glissement de 26 mètres et une vitesse de collision Vc, de 40 à 45 km/h (soit 11,11 et 12,5 m/s), on peut écrire, selon la formule :

$$v_i^2 = v_c^2 + 2.\gamma.\, x \;;$$
$$\text{pour Vc} = 40 \text{ km/h, } v_i = \sqrt{(11,11^2 + 2.2.26)} = 15,08 \text{ m/s, soit } 54,29 \text{ km/h.}$$
$$\text{pour Vc} = 45 \text{ km/h, vi} = \sqrt{(12,5^2 + 2.2.26)} = 16,13 \text{ m/s, soit } 58,06 \text{ km/h.}$$

La vitesse de circulation de la Clio peut être estimée entre 54 et 58 km/h, 26 mètres avant la collision avec le parapet. Cette distance correspond à la localisation suivante,



Simulation numérique de la distance minimale évaluée du point de perte de contrôle.

Cette simulation montre que la zone de perte de contrôle du véhicule se situe après la zone ou ont été retrouvés les débris du véhicule Twingo.

IV.6 La vitesse du train RER C

La vitesse du train est enregistrée dans le boitier ATESS de la motrice du train. Selon les transmetteurs de position et d'état, je constate qu'à 20h36' et 02'', le déclenchement du freinage d'urgence a été effectué suite à la collision avec le parapet. Le relevé ci-contre est annexé au rapport.

31796	129341	118	20/12/09	20h 36'02	[9E]	Déclenchement du FU par le KVB ou Z(KVB) sur isolé
31797	129341	118	20/12/09	20h 36'02	[8E]	Déclenchement du FU par la VACMA ou Z(VA) sur isolé
31798	129343	117	20/12/09	20h 36'02	[AA]	Absence tension ligne locale
31799	129347	115			[0B]	Seuil vitesse
31800	129347	115	20/12/09	20h 36'04	[84]	Appui sur BP Acquittement ou BP (VG)
31801	129348	115	20/12/09	20h 36'04	[85]	Fin d'appui sur BP Acquittement ou BP (VG)
31802	129351	112	20/12/09	20h 36'04	[A1]	Commande de freinage (MFF ou BP URG ou FU Eqt Sécu)
31803	129351	112	20/12/09	20h 36'04	[8F]	Fin de FU par la VACMA et Z(VA) sur normal
31804	129351	112	20/12/09	20h 36'04	[9F]	Fin de FU par le KVB et Z(KVB) sur normal
31805	129352	111	20/12/09	20h 36'06	[9F]	Commande avertisseur actionnée
31806	129352	110			[0B]	Seuil vitesse
31807	129354	109	20/12/09	20h 36'06	[9E]	Commande avertisseur relâchée
31808	129354	109	20/12/09	20h 36'06	[9F]	Commande avertisseur actionnée
31809	129355	108	20/12/09	20h 36'06	[9E]	Commande avertisseur relâchée
31810	129355	108	20/12/09	20h 36'06	[9F]	Commande avertisseur actionnée
31811	129355	108	20/12/09	20h 36'06	[9E]	Commande avertisseur relâchée
31812	129356	106	20/12/09	20h 36'06	[9B]	Commande de Baisser Pantographe
31813	129357	105			[0B]	Seuil vitesse
31814	129360	100			[0B]	Seuil vitesse

Lors du déclenchement, le train circulait alors à 118 km/h.

V– Avis de l'expert

A la demande de M. KOENIG Jean-Gérard, Directeur du Bureau d'Enquêtes sur les accidents de Transports Terrestres, et à la suite de l'ouverture d'une enquête concernant l'accident de la circulation survenu le 20 décembre 2009 à Choisy le Roi.

Mes travaux d'expertise ont été réalisées les 6, 7 et 8 avril 2010 en présence de

- [redacted] Commandant de la BRDP à Paris (Brigade de Répression de la Délinquance contre les Personnes),
- [redacted], Enquêteur routier au BEA-TT.
- [redacted], Enquêteur ferroviaire au BEA-TT.

Mes constatations et analyses sont détaillées dans le corps du rapport. Ce dernier chapitre est une synthèse qui répond aux questions posées dans le corps de ma mission.

- **Procéder à des constatations techniques sur le pont en vue de déterminer la nature du bloc de pierre qui constituait le parapet au niveau de l'accident ainsi que son mode de fixation sur le mur en retour ;**

Le 08 avril 2010, nous avons examiné les morceaux de parapet conservés aux Etablissements Chabanny à Vitry sur Seine.
Leur état nous a permis de reconstituer une partie des différentes faces de son volume, permettant de déterminer son état et son mode de fixation.

Le parapet, d'une masse volumique de 2536 kg/m3, pesait environ 1825 kg. Sous réserve d'une analyse confiée à un laboratoire spécialisé pour un coût estimé de 4500 à 6000 €, il est constitué de sable blanc calcaire, liée avec un ciment et du quartz.

Ce bloc était posé sur une semelle appliquée sur la plinthe du pont. Il était encollé avec un mortier fin et ne disposait d'aucun dispositif d'arrêt en translation. Il comprenait sur deux cotés des fixations de barrières et un garde corps. Du coté Ouest (Choisy le Roi), une fissure importante à sa base trouvait naissance à l'implantation de la barrière de voute.

- **Analyser les constatations réalisées par les forces de l'ordre afin de déterminer le scénario le plus probable concernant la chute du bloc de pierre sur les voies ferrées : chute sur la voie une et rebond sur la voie une bis, chute directe sur la voie une bis… ;**

Les clichés photographiques pries sur les lieux de la collision par la BRDP, transmis dans le cadre de la procédure m'ont amené à constater la chute du parapet sur la voie « une bis », son rebond et une immobilisation complète du bloc sur la voie « une».

A son point de départ, le bloc du parapet a été projeté de 5,80 mètres de hauteur à une vitesse d'environ 16 km/h. Il est retombé 4,90 mètres plus loin sur la traverse de la voie « une bis » à rebondi et s'est immobilisé, entier, sur la voie « une ».

Evaluation de la trajectoire du parapet.

- **Procéder à l'expertise du véhicule, notamment de ses déformations, en vue de déterminer sa vitesse au moment du choc ;**

Le 6 avril 2010, nous avons examiné le véhicule immatriculé 91 YT 94, au garage à Choisy Le Roi.
Le véhicule a été examiné sur un chariot élévateur. Les mesures du soubassement et de la zone de déformations ont fait l'objet de mesures électroniques précises, permettant d'évaluer les sens et circonstances de la collision.
[redacted], conseiller technique Renault SA, a été sollicité pour une lecture des paramètres internes des calculateurs du véhicule notamment, ceux d'ABS, ESP et injection. Cette opération n'a pas permis de relever une vitesse, le capteur de vitesse de la roue AVG étant défaillant.

Néanmoins les travaux d'analyses et d'évaluations détaillées dans le rapport permettent d'estimé une vitesse d'impact de la Clio dans le parapet d'environ 40 km/h. Ces valeurs sont cohérentes par rapport aux dommages matériels, corporels relevés et pour la projection du parapet sur les voies du train.

Aucunes constatations effectuées sur place ne permettent d'évaluer la vitesse de circulation. Cependant, la situation finale de la voiture nécessite une perte de contrôle localisée au moins 26 mètres en amont de la découverte. Selon les conditions d'adhérence difficile de la chaussée, la vitesse au début de la perte de contrôle est évaluée entre 54 et 58 km/h sans collision avec un tiers.

Un rétroviseur gauche et un feu ARG de Twingo, avec une trace de glissement ont été découverts avec des morceaux d'enjoliveur de roue de Clio, à 26 mètres en amont du lieu de découverte de la Clio. Sur la Clio, l'enjoliveur de roue AVG a été arraché et une trace de frottement horizontal est remarquable entre l'aile et la porte AVG. Cette trace n'a pas de lien avec la collision avec le parapet ou la barrière. Une collision légère avec un véhicule tiers peu être à l' origine de ce frottement et induire une perte de contrôle. Ensuite, l'état de la voiture de [redacted], dont l'ABS était défaillant ne lui a pas permis de rectifier sa trajectoire ou de ralentir.

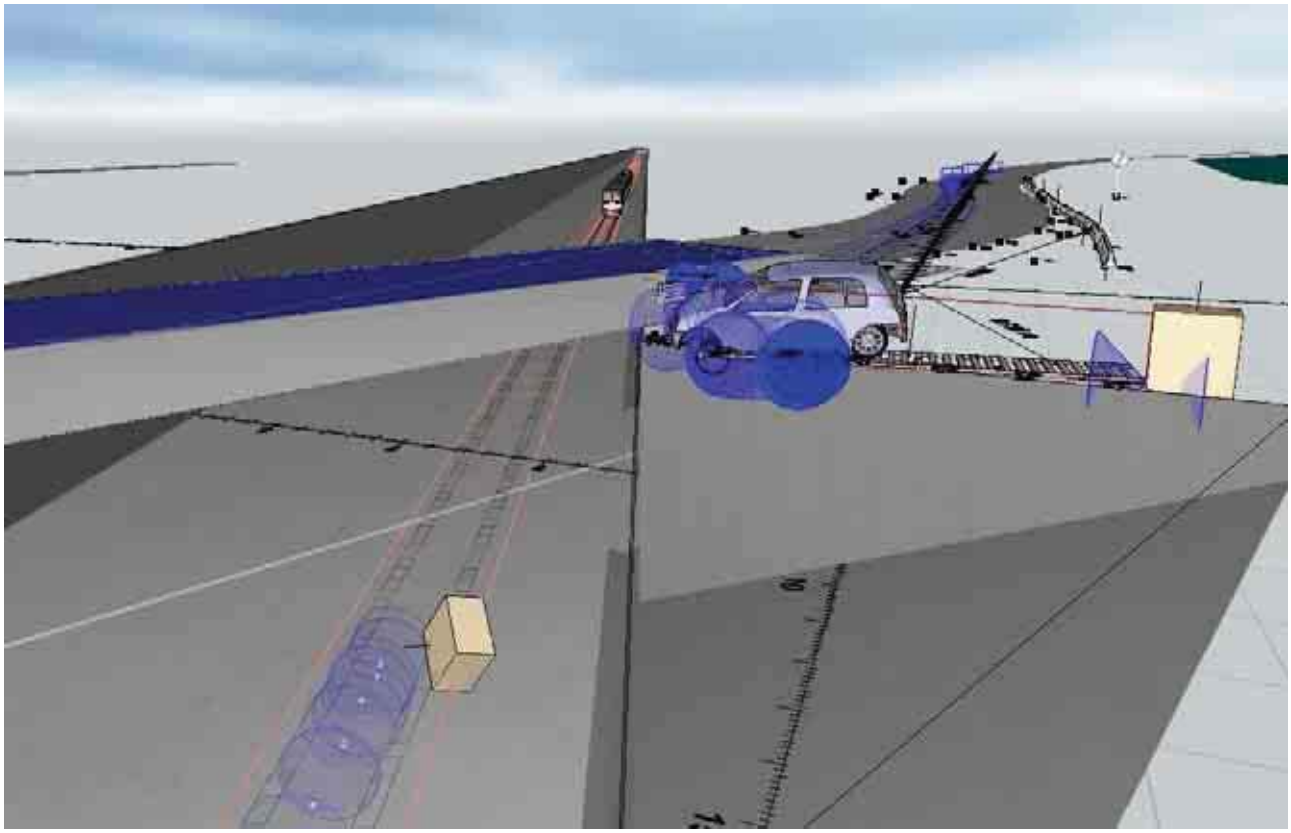
Nous précisons enfin, que nous ne connaissons pas l'état réel d'aptitude à la conduite du conducteur lors de l'accident. Selon son état, les réactions à un léger choc ou une perte de contrôle peuvent avoir des effets perturbants ou aggravants de la situation.

- **Reconstituer la cinématique de l'accident et vérifier la cohérence entre la vitesse estimée du véhicule au moment du choc et le point de chute supposée des éléments du parapet ;**

Les mesures et constats réalisés lors de mes travaux d'expertise, m'ont permis de numériser la scène et les conditions de circulation dans un logiciel d'analyse d'accident « V-Crash ».
Cette numérisation a permis de concevoir différentes images et vidéos illustrant la scène.

- Poursuite Sud,
- Poursuite Ouest,
- Conduite Clio,
- Conduite RER C,
- Essai avec protection Autonor

Ces vidéos de la simulation sont disponibles sur le DVD joints.



Simulation de la chute de la collision et de la chute du parapet.

- **Présenter l'ensemble des analyses investigations réalisées ainsi que les conclusions dans un rapport d'expertise qui sera à remettre au BEA-TT dans le délai de deux mois à compter de la commande.**

Le rapport et ses annexes présentent l'ensemble des travaux d'investigation réalisé. Il est transmis par courrier au BEA après un délai de 5 mois et deux demandes de prorogation de délai.
Les demandes de prorogation de délai étaient justifiées par la complexité technique et informatique du dossier, ainsi que par les activités constantes d'investigation de l'expert.

VI – Clôture du Rapport

Je soussigné, Luc BAYETTO, ayant régulièrement prêté serment, expert près la Cour d'Appel de Chambéry,

Atteste avoir exécuté personnellement la mission d'expertise objet du présent rapport.

[redacted]

A Clermont le jeudi 29 juillet 2010.

L'expert
Luc BAYETTO

Luc BAYETTO - Expert automobile indépendant - Près la Cour d'Appel de Chambéry
Compagnie des experts judicaires près la Cour d'Appel de Chambéry- Compagnie Nationale des experts de Justice Transports
Agrée VGA N°002378 – Ministère des Transports
Membre Institut Technique d'Accidentologie
Enquêteur ECPA – Sécurité Routière
Membre problemauto.com et SEI
Cabine EXAM
Le closet, 74270 Clermont
Tél : 06.20.64.17.11 – Fax : 09.70.62.29.52 – email : cabinet.exam@orange.fr

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat
Développement durable
Prévention des risques
Infrastructures, transports et mer

Présent pour l'avenir

BEA-TT - Bureau d'enquêtes sur les Accidents de transport terrestre

Tour Voltaire 92055 - La Défense cedex
Tél. : 33 (0)1 40 81 21 83 - Fax : 33 (0)1 40 81 21 50

cgpc.beatt@developpement-durable.gouv.fr
www.bea-tt.developpement-durable.gouv.fr