

BEA-TT

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

*Rapport d'enquête technique
sur le déraillement d'un TER
survenu le 22 mai 2012
à Mercuès (46)*

août 2013



**Conseil Général de l'Environnement
et du Développement Durable**

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

Affaire n° BEATT-2012-009

**Rapport d'enquête technique
sur le déraillement d'un TER
survenu le 22 mai 2012 à Mercuès (46)**

Bordereau documentaire

Organisme commanditaire : Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE)

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 TER survenu le 22 mai 2012 à Mercuès (46)

N°ISRN : EQ-BEAT--13-8--FR

Proposition de mots-clés : déraillement, éboulement, ouvrage d'art, ouvrage en terre, ouvrage mixte, rail de sécurité

Avertissement

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée dans le cadre des articles L. 1621-1 à 1622-2 du titre II du livre VI 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'événement analysé et en établissant les recommandations de sécurité utiles. Elle ne vise pas à déterminer des responsabilités.

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

SOMMAIRE

GLOSSAIRE.....	9
RÉSUMÉ.....	11
1 - CONSTATS IMMÉDIATS ET ENGAGEMENT DE L'ENQUÊTE.....	13
1.1 - Les circonstances de l'accident.....	13
1.2 - Les secours et le bilan.....	14
1.3 - Les mesures prises après l'accident.....	15
1.4 - L'engagement et l'organisation de l'enquête.....	16
2 - CONTEXTE DE L'ACCIDENT.....	17
2.1 - La ligne ferroviaire de Paris-Austerlitz à Toulouse.....	17
2.2 - Les exploitants ferroviaires concernés.....	18
2.3 - Le train n° 871644.....	18
2.4 - La configuration de l'infrastructure ferroviaire au sud du tunnel de Mercuès.....	18
2.5 - Les caractéristiques de l'ouvrage impliqué.....	20
2.6 - L'environnement géologique de l'ouvrage.....	22
2.7 - Le rail de sécurité.....	23
3 - COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS EFFECTUÉES.....	25
3.1 - Le témoignage du conducteur du train déraillé.....	25
3.2 - L'exploitation des enregistrements.....	25
3.3 - Le mécanisme de la défaillance de l'ouvrage.....	26
3.3.1 - L'état de l'ouvrage avant l'éboulement.....	26
3.3.2 - L'état de l'ouvrage après l'éboulement.....	28
3.3.3 - Le mécanisme de la défaillance.....	30
3.4 - Les facteurs ayant contribué à limiter les conséquences de l'accident.....	32
3.5 - Les travaux de confortement envisagés après l'accident.....	32
3.6 - Le dispositif de surveillance des ouvrages d'art et des ouvrages en terre.....	33
3.6.1 - La surveillance des ouvrages d'art.....	33
3.6.2 - La surveillance des ouvrages en terre.....	34
3.7 - L'historique de la surveillance de la tranchée rocheuse revêtue.....	35
3.7.1 - La surveillance du mur en pierres maçonnées.....	35
3.7.2 - La surveillance de la paroi rocheuse.....	36
3.7.3 - Conclusions sur la conduite de la surveillance de la tranchée rocheuse revêtue sise au sud du tunnel de Mercuès.....	36
3.8 - L'audit sur la surveillance des ouvrages en terre réalisé en 2009 par l'Établissement public de sécurité ferroviaire.....	37
3.9 - Les incidents ayant affecté des ouvrages d'art et des ouvrages en terre.....	38

4 - DÉROULEMENT DE L'ACCIDENT ET DES SECOURS.....	39
5 - ANALYSE DES CAUSES ET FACTEURS ASSOCIÉS, ORIENTATIONS PRÉVENTIVES.	41
5.1 - Le schéma des causes et facteurs associés.....	41
5.2 - L'organisation et les méthodes de surveillance des ouvrages mixtes.....	42
5.3 - La prise en compte des risques naturels dans la surveillance des ouvrages.....	42
5.4 - Les conditions d'alerte des circulations ferroviaires en cas de désordres dangereux affectant les ouvrages.....	43
6 - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	45
6.1 - Les causes de l'accident.....	45
6.2 - Les recommandations.....	45
ANNEXES.....	47
Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête.....	49

Glossaire

- **COGC** : Centre Opérationnel de Gestion des Circulations
- **EPSF** : Établissement Public de Sécurité Ferroviaire
- **PK** : Point Kilométrique
- **RD** : Route Départementale
- **RFF** : Réseau Ferré de France
- **RFN** : Réseau Ferré National
- **SNCF** : Société Nationale des Chemins de fer Français
- **TER** : Train Express Régional

Résumé

Le 22 mai 2012, à 15h10, à la hauteur de la commune de Mercuès dans le Lot, le Train Express Régional n° 871644 circulant en direction de Brive-la-Gaillarde, sur la voie 2 de la ligne ferroviaire de Paris-Austerlitz à Toulouse, heurte à la vitesse de 88 km/h un amas rocheux obstruant les voies.

La locomotive déraile et poursuit sa course sur environ 300 mètres, maintenue sur la plateforme ferroviaire qui surplombe, à cet endroit, une route départementale et le Lot, par le rail de sécurité équipant la voie concernée. Aucune victime n'est à déplorer.

La cause directe de l'accident est l'effondrement, sur une longueur de 12,50 mètres, d'une partie du mur de parement de la tranchée rocheuse surplombant la ligne ferroviaire au sud du tunnel de Mercuès.

Cet effondrement a été provoqué par le glissement des masses rocheuses auxquelles le mur en pierres maçonnées en cause est adossé.

Trois facteurs ont contribué à cet accident :

- les procédures de surveillance des ouvrages ferroviaires qui, en séparant trop nettement le suivi des ouvrages d'art de celui des ouvrages en terre, n'ont permis, ni de poser un diagnostic complet de l'état de la tranchée rocheuse revêtue concernée, ni d'anticiper l'évolution et les conséquences des désordres qui y avaient été constatés ;
- l'insuffisante prise en compte des risques de glissement de terrain pesant sur le secteur géographique considéré, qui étaient pourtant clairement identifiés dans les documents d'information sur les risques majeurs établis par les pouvoirs publics ;
- l'absence de dispositifs simples d'alerte en temps réel des circulations ferroviaires pouvant être rapidement mis en œuvre, dans l'attente de mesures pérennes, en cas notamment de risques d'éboulement et de chutes de pierres présentant un danger.

Cette analyse conduit le BEA-TT à adresser à la Société Nationale des Chemins de fer Français (SNCF) et à Réseau Ferré de France (RFF), trois recommandations portant respectivement sur :

- l'organisation et les méthodes de surveillance des ouvrages mixtes, tels que les tranchées rocheuses revêtues ;
- la prise en compte des risques naturels dans la surveillance des ouvrages ;
- les conditions d'alerte en temps réel des circulations ferroviaires en cas de désordres dangereux affectant les ouvrages.

1 - Constats immédiats et engagement de l'enquête

1.1 - Les circonstances de l'accident

Le 22 mai 2012, à 15h10, à la hauteur de la commune de Mercuès dans le Lot, le Train Express Régional n° 871644 circulant en direction de Brive-la-Gaillarde, sur la voie 2 de la ligne ferroviaire de Paris-Austerlitz à Toulouse, heurte à la vitesse de 88 km/h un amas rocheux provenant du mur de parement édifié le long de la falaise bordant la voie 1 de cette ligne.

Ce mur en pierres maçonnées s'était effondré quelques instants auparavant sur une longueur de 12,5 mètres et environ 60 m³ de gravats obstruaient les deux voies. La caténaire de la voie 1 avait été rompue.

Consécutivement au choc, la locomotive déraile et poursuit sa course sur environ 300 mètres, retenue par le rail de sécurité qui équipe à cet endroit la voie concernée.



Fig. 1 : Vue de l'éboulement du mur de soutènement entre les points kilométriques 593,932 et 593,944



Fig. 2 : La locomotive du TER n° 871644 arrêtée au PK 593,6 après avoir déraillé

À l'endroit où cet accident s'est produit, la plateforme ferroviaire surplombe de plusieurs mètres la route départementale n° 811 et le Lot.

La queue de la quatrième et dernière voiture du TER* n° 871644 s'est trouvée immobilisée au niveau d'un escalier de service permettant d'accéder à cette plateforme ferroviaire depuis la route départementale.

1.2 - Les secours et le bilan

Deux agents du syndicat intercommunal d'adduction d'eau potable Espère-Mercuès présents sur une installation située à proximité du lieu de l'accident ont vu l'éboulement du mur de parement, l'arc électrique produit par la rupture de la caténaire, puis l'arrivée du TER n° 871644. Redoutant une catastrophe, ils ont immédiatement appelé les secours via le n° 112 et bloqué les véhicules empruntant la RD* 811.

Les secours sont rapidement arrivés sur les lieux. La circulation sur la RD 811 a été coupée dans les deux sens et les déviations utiles mises en place par la police nationale. Un seul véhicule routier a été endommagé, sans gravité, par la chute de pierres provenant de l'éboulement du mur précité.

Seule la locomotive du TER n° 871644 a déraillé. Elle est restée sur la plateforme ferroviaire, maintenue par le rail de sécurité équipant la voie sur laquelle elle circulait. Il n'y a pas eu de victime.

À 16h42, les 56 passagers avaient été pris en charge par les pompiers avec l'aide de nombreux agents dépêchés sur place par la SNCF*. Ces passagers ont poursuivi leur trajet en autocar.

* Terme figurant dans le glossaire



Fig. 3 : L'évacuation des voyageurs du TER n° 871644

Par ailleurs, le train Intercités n° 3631 reliant Paris à Cerbère dans les Pyrénées-Orientales, qui circulait voie 1, s'est arrêté dix kilomètres en amont du lieu de l'éboulement suite à l'alerte radio émise par le conducteur du train express régional accidenté. Les 190 passagers et les 5 agents de la SNCF qui se trouvaient à son bord ont été évacués et transbordés par autocar.

1.3 - Les mesures prises après l'accident

Une entreprise spécialisée dans les travaux de génie civil en hauteur a été immédiatement contactée par la SNCF afin de mettre en sécurité la zone d'effondrement vis-à-vis des risques de chute des blocs rocheux et des maçonneries déstabilisés.

La locomotive a été remise sur les rails. Cette opération ainsi que le dégagement du train express régional accidenté étaient terminés le 23 mai 2012 vers 8h30.

La paroi rocheuse a été minée et purgée, ce qui a entraîné l'évacuation d'environ 200 m³ de gravats. Cette évacuation a été effectuée en les faisant glisser sur la RD 811 qui avait été interdite à la circulation pendant la durée de cette opération.

La voie 2 a fait l'objet d'une remise en état complète sur environ 200 mètres. Sur la voie 1, une nouvelle caténaire a été posée et un ancrage a été remplacé.

Les circulations ferroviaires ont repris le 25 mai 2012 sur la seule voie 2, dûment équipée pour y permettre la circulation des trains dans les deux sens. La vitesse y a cependant été limitée à 40 km/h sur une distance de près d'un kilomètre.

La circulation sur la voie 1 n'a été rendue possible qu'à partir du 29 juin 2012, avec également une limitation de vitesse à 40 km/h sur environ un kilomètre.

Il est prévu que ces deux limitations de vitesse ne soient levées qu'après la pose d'un filet détecteur d'éboulement le long du mur concerné.



Fig. 4 : Vue de la plateforme ferroviaire, le 23 mai 2012, après purge de la paroi rocheuse

1.4 - L'engagement et l'organisation de l'enquête

Au vu des circonstances de cet accident, le directeur du bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre (BEA-TT) a ouvert le 29 mai 2012 une enquête technique en application de l'article 20-1 du décret n° 2004-85 modifié du 26 janvier 2004 relatif notamment aux enquêtes techniques après accident de transport terrestre.

Les enquêteurs du BEA-TT ont rencontré les représentants de la Société Nationale des Chemins de fer Français (SNCF) et de Réseau Ferré de France (RFF). Ils se sont rendus sur place et ont pu disposer de l'ensemble des pièces et documents nécessaires à leurs analyses, notamment des rapports d'accident établis par les différents services concernés de la SNCF, de la police nationale et des services départementaux de secours du Lot.

2 - Contexte de l'accident

2.1 - La ligne ferroviaire de Paris-Austerlitz à Toulouse

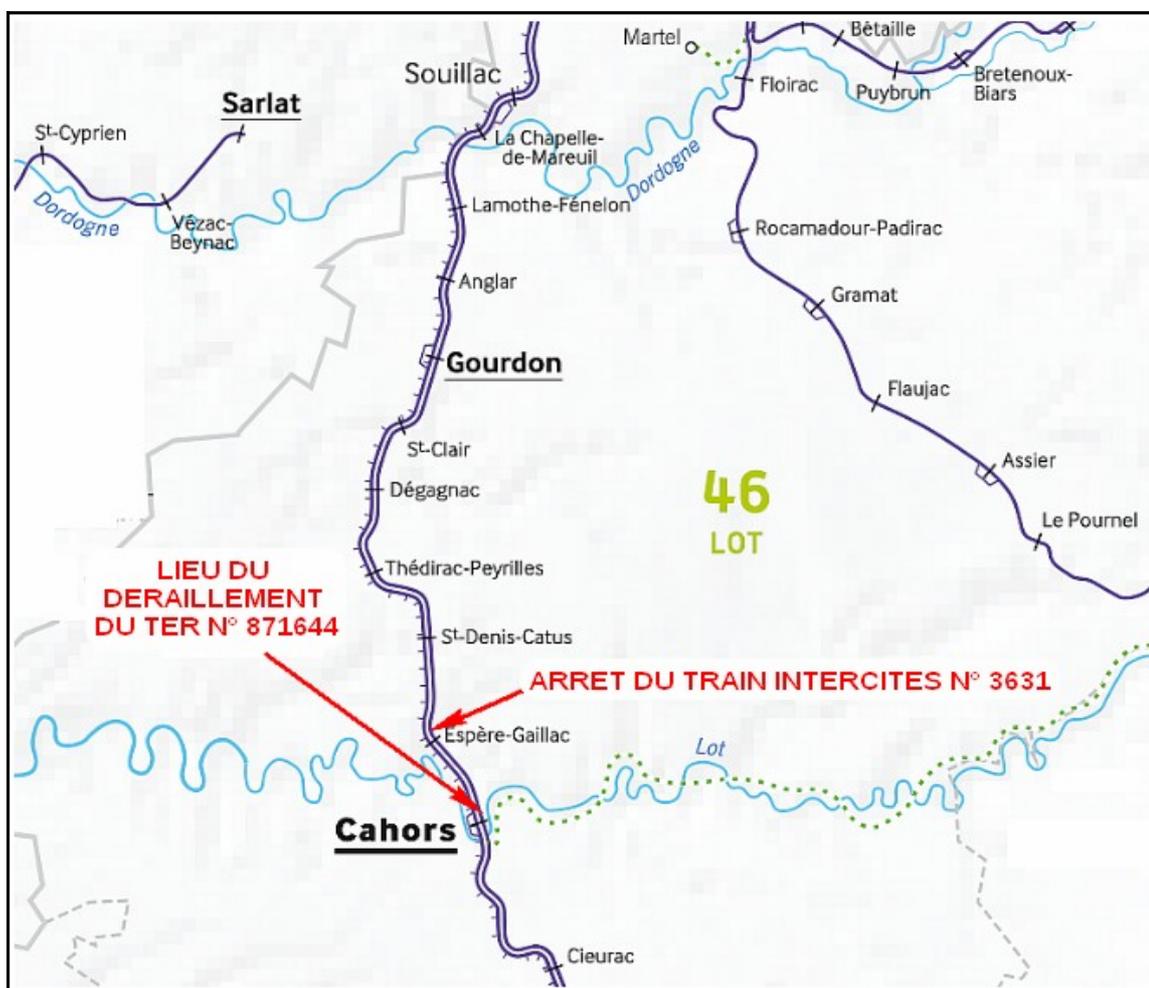


Fig. 5 : Carte de la section de la ligne entre Cahors et Souillac

L'accident considéré s'est produit sur la ligne de Paris-Austerlitz à Toulouse, entre Brive-la-Gaillarde et Cahors, dans le Lot, au niveau de la commune de Mercuès.

À cet endroit, cette ligne supporte le trafic des trains de voyageurs reliant Paris, Toulouse, Perpignan, Port-Bou et l'Espagne, le trafic des TER circulant entre Toulouse et Brive-la-Gaillarde ainsi que le trafic de fret de plusieurs entreprises ferroviaires. Elle sert également d'itinéraire de détournement vers Toulouse et l'Espagne pour les circulations ferroviaires passant habituellement par Bordeaux ou Montpellier.

Au total, entre Brive-la-Gaillarde et Montauban, cette ligne est empruntée quotidiennement par environ 40 trains, les deux sens confondus.

Elle est à double voie et électrifiée en courant continu 1 500 volts. Le cantonnement des trains y est assuré par block automatique lumineux et elle est équipée de la radio sol-train.

Dans le secteur où l'accident est survenu, elle est régulée par le centre opérationnel de gestion des circulations (COGC) de Toulouse.

La vitesse maximale qui y est autorisée au niveau de Mercuès, est de 110 km/h pour les trains de voyageurs et de 100 km/h pour les trains de fret.

2.2 - Les exploitants ferroviaires concernés

L'accident analysé dans le présent rapport implique la SNCF au titre de ses missions de gestionnaire d'infrastructure délégué du réseau ferré national (RFN) qu'elle assure sous couvert d'un agrément de sécurité qui lui a été délivré par l'Établissement public de sécurité ferroviaire (EPSF) le 27 février 2008.

Il implique également la SNCF en tant qu'entreprise ferroviaire qui exploite le TER n° 871644 sous couvert d'un certificat de sécurité qui lui a été délivré par l'EPSF le 24 mai 2012 pour l'exécution de services de transport ferroviaire sur le RFN.

2.3 - Le train n° 871644

Le Train Express Régional n° 871644 assure la liaison entre Toulouse et Brive-la-Gaillarde.

Le jour de l'accident, il était composé de la locomotive BB 7388 et de quatre voitures de type Corail. 56 voyageurs ainsi que son conducteur et un agent du service commercial des trains étaient à son bord.

La masse de ce train était de 272 tonnes et sa longueur de 124 mètres.

2.4 - La configuration de l'infrastructure ferroviaire au sud du tunnel de Mercuès

La construction, dans les années 1880-1887, de la plateforme ferroviaire s'étendant entre Cahors et le sud du tunnel de Mercuès nécessita le creusement de versants rocheux qui bordaient le Lot et une route.

Afin de limiter, tant en hauteur qu'en longueur, ce creusement opéré dans une roche calcaire, une partie de cette plateforme fut établie en remblai. Des murs de soutènement furent alors construits pour contenir ce remblai et offrir une emprise suffisante à la voie routière située en contrebas, l'actuelle route départementale n° 811.

À l'issue des terrassements et des minages des versants rocheux, il fut procédé, en fonction des faciès rencontrés, à la réalisation de « *muraillements de tranchées* », terme que l'on retrouve dans certains documents d'archives pour désigner les ouvrages maçonnés, plus ou moins importants, destinés à retenir de petits blocs, à éviter la décompression de parois fraîchement abattues ou à consolider des parois rocheuses.

Ce type d'ouvrage constitué d'une paroi rocheuse bordée par un mur de parement est couramment appelé « *tranchée rocheuse revêtue* ».

Ainsi dans le secteur où l'accident analysé dans le présent rapport s'est produit, la plateforme ferroviaire, large d'environ 10 mètres, surplombe, du côté de la voie 2, la RD 811 d'une hauteur variant entre dix et quinze mètres, et est surplombée, du côté de la voie 1, par une tranchée rocheuse revêtue d'un mur en pierres maçonnées.

La figure 6 ci-dessous visualise cette configuration particulière.

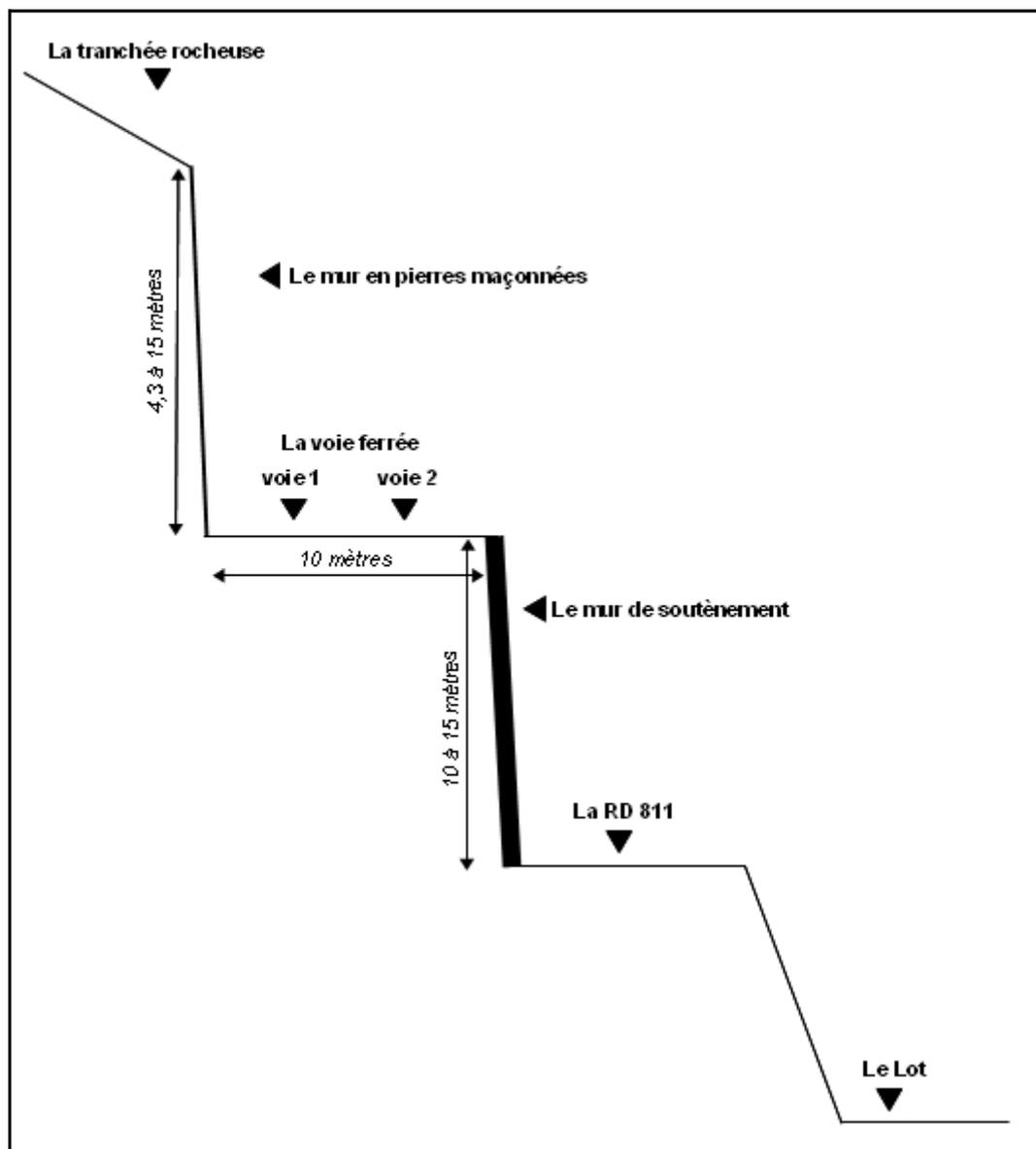


Fig. 6 : Configuration des lieux entre les PK 593,738 et 593,974

Par ailleurs, en venant de Cahors, en amont du lieu où s'est produit l'accident, le tracé de la ligne ferroviaire concernée comporte plusieurs courbes ainsi que le montre la figure 7 ci-après.

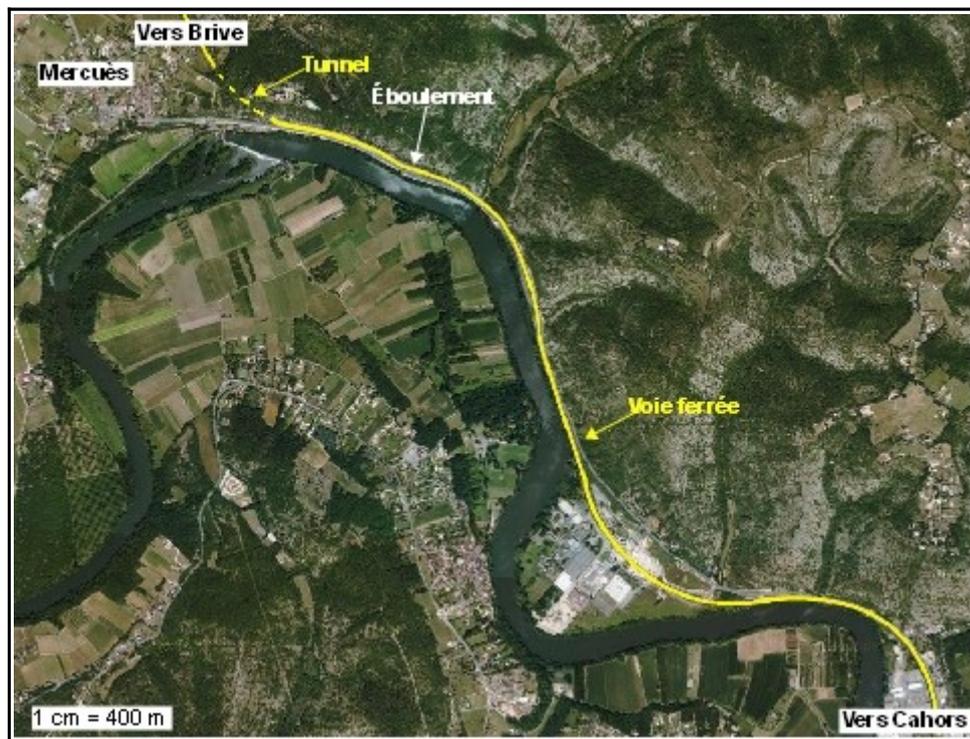


Fig. 7 : Tracé de la voie ferrée au sud du tunnel de Mercuès

2.5 - Les caractéristiques de l'ouvrage impliqué

L'ouvrage impliqué dans l'éboulement à l'origine de l'accident considéré est la tranchée rocheuse partiellement revêtue d'un mur en pierres maçonnées qui domine la plateforme ferroviaire côté voie 1, entre les PK^{*} 593,738 et 593,974, à proximité de la tête sud du tunnel de Mercuès.

Le mur concerné, constitué de moellons calcaires, a été construit par tranches successives de longueur variable et certains joints de reprise y sont encore visibles. Un tel joint est situé dans la zone où l'effondrement s'est produit.

Ce mur n'a pas vocation à soutenir la paroi rocheuse. Il est seulement destiné à la protéger contre les agents atmosphériques et à s'opposer à la chute de petits éléments.

* Terme figurant dans la glossaire

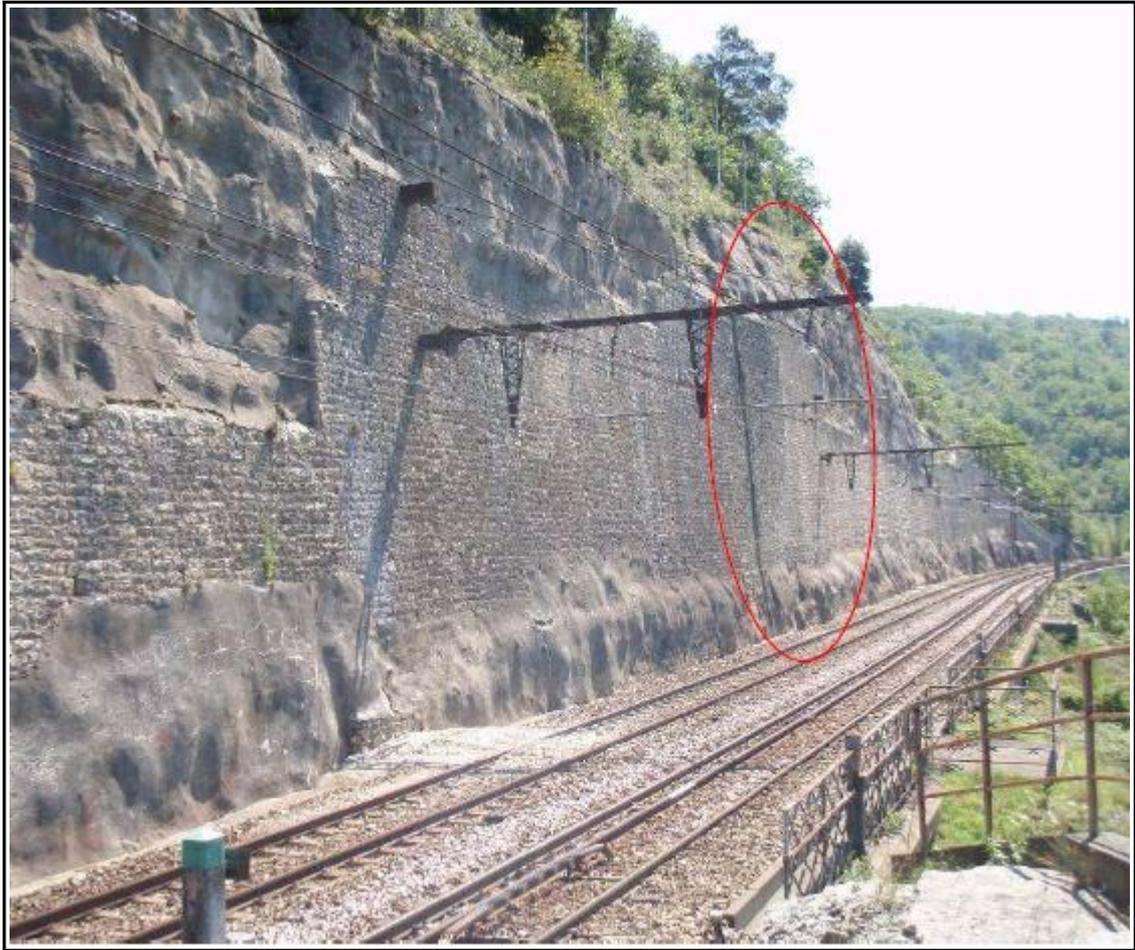


Fig. 8 : Vue de l'ouvrage avec dans le cercle rouge la zone de l'éboulement

D'épaisseur variable, il s'étend sur une longueur de 236,60 mètres et sa hauteur s'étage entre 4,30 et 15,00 mètres. Ses constituants sont de qualité hétérogène. Néanmoins, au niveau de l'éboulement, la qualité de l'ensemble était considérée comme bonne.

Dans les années 1960, la paroi rocheuse a été renforcée, par gunitage¹, dans ses parties non revêtues avec du béton projeté sur un treillis soudé, notamment au sommet du mur de parement maçonné, à l'endroit où l'éboulement est survenu.

Par ailleurs, des filets destinés à détecter des chutes de rochers provenant du haut de la falaise ont été installés sur la paroi rocheuse juste au-dessus du mur précité.

1 Le gunitage est la technique consistant à revêtir une surface avec du béton, appelé gunite, projeté à l'aide d'un dispositif à air comprimé.

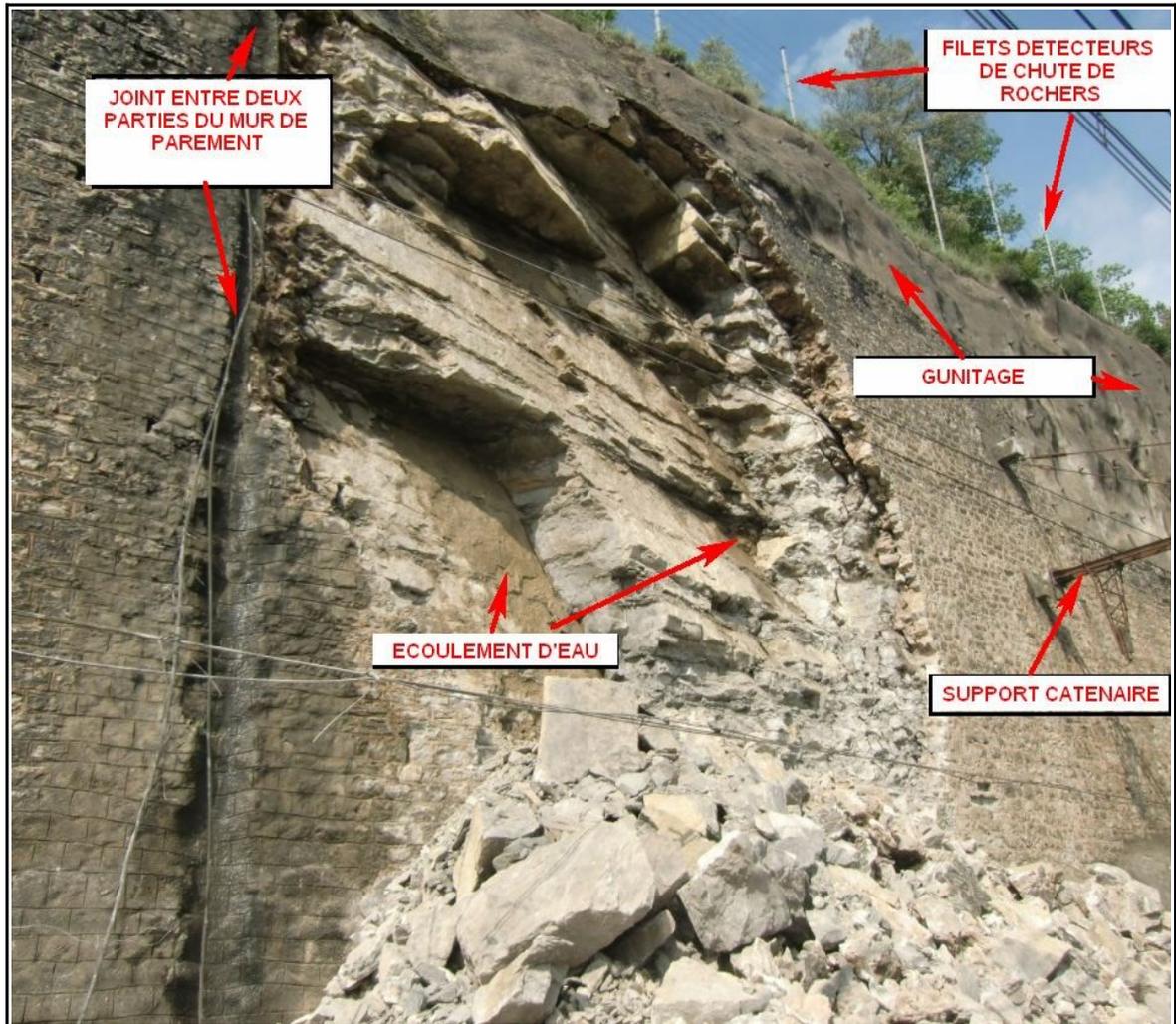


Fig. 9 : Vue de l'ouvrage après l'éboulement

2.6 - L'environnement géologique de l'ouvrage

Le « porté à connaissance » que le préfet du Lot a adressé en novembre 2009 au maire de Mercuès en vue de l'établissement du document d'information communal sur les risques majeurs qui doit être mis à la disposition du public, comprend une cartographie des zones où des mouvements de terrain ont été observés ou pourraient se produire. Elle a été établie en croisant les données portant respectivement sur les affleurements géologiques, la géomorphologie des terrains et sur les événements d'ores et déjà survenus, tels qu'ils ont été recensés par le bureau de recherches géologiques et minières (BRGM).

La paroi rocheuse sur laquelle a été construite la plateforme ferroviaire au sud du tunnel de Mercuès est située dans une telle zone.

De fait, les risques de glissement de terrain qui y sont identifiés, sont liés aux phénomènes de gonflement et de retrait des sols argileux, consécutifs aux changements d'humidité.

Or, les relevés météorologiques concernant ce secteur indiquent que l'hiver 2011/2012 y a été particulièrement rigoureux avec, en février, 20 journées de gelées dont 7 avec des minima inférieurs à -10 °C. Le mois d'avril a ensuite été très pluvieux avec des précipitations représentant 150 mm sur ce seul mois alors qu'elles n'avaient atteint, sur l'ensemble de l'année 2011, que 638 mm. En mai la température a pu excéder 30 °C.

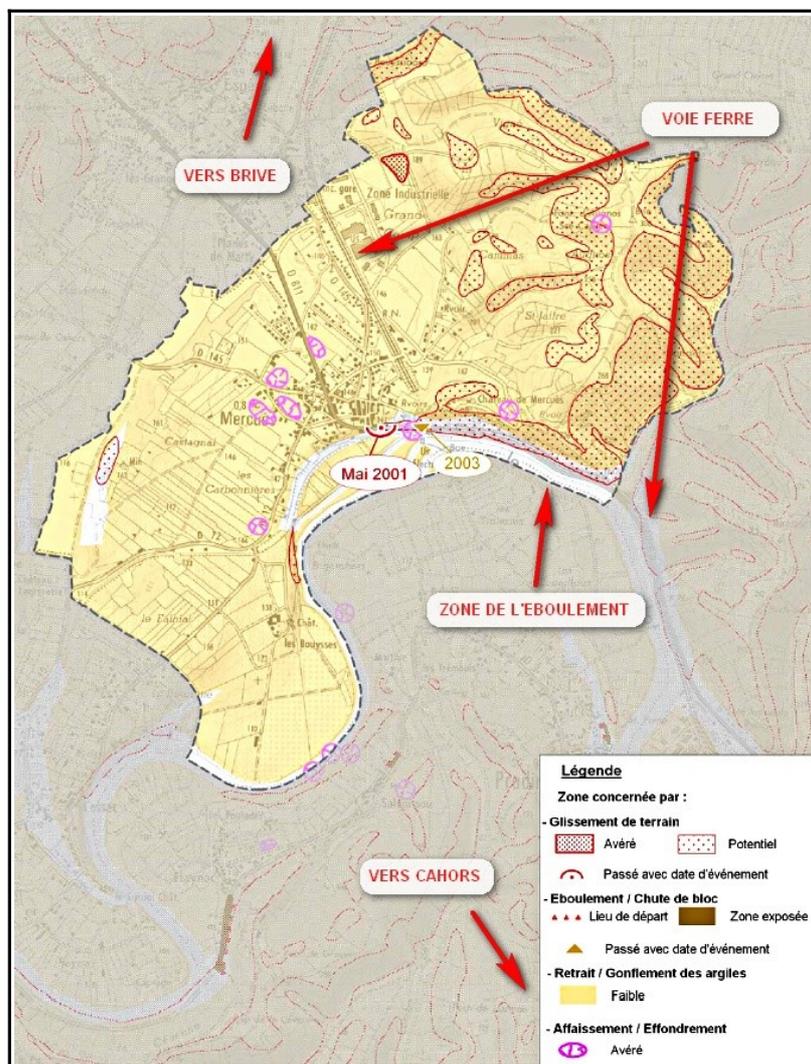


Fig. 10 : Carte des zones concernées par des risques de mouvement de terrain à Mercuès, extraite du porté à connaissance des risques établi par les services de l'État

2.7 - Le rail de sécurité

Sur les ponts-rail et les viaducs ferroviaires présentant une longueur supérieure à 50 mètres, les voies sont généralement équipées d'un ou de deux rails de sécurité placés entre les deux files de rails nominales.

Il en est également de même des voies implantées sur des remblais contenus par des murs de soutènement ou de certaines parties de voie ferrée établies sous un pont routier.

L'objet de ces rails de sécurité est de guider un véhicule qui déraillerait de telle sorte qu'il ne soit pas précipité dans le vide ou qu'il ne heurte pas la pile d'un pont.

Dans le cas de l'accident faisant l'objet de ce rapport, la présence d'un rail de sécurité sur la voie 2 a permis à la locomotive qui a déraillé, en surplomb de la RD 811 et du Lot, de rester sur la plateforme ferroviaire.

Sur place, l'enquêteur technique du BEA-TT a d'ailleurs pu situer le point de choc de la première roue avant droite de la locomotive sur ce rail. À cet endroit, une déformation franche et sèche du rail concerné était observable, pratiquement à la hauteur du lieu de l'éboulement.

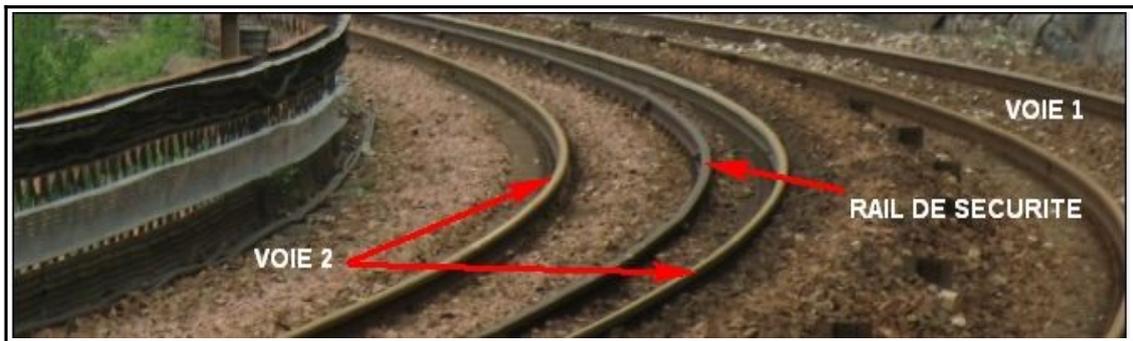


Fig. 11 : Le rail de sécurité équipant la voie 2

3 - Compte rendu des investigations effectuées

3.1 - Le témoignage du conducteur du train déraillé

Le résumé présenté ci-dessous a été établi par l'enquêteur technique sur la base des déclarations du conducteur du TER n° 871644 dont il a eu connaissance. Il ne retient que les éléments qui paraissent utiles pour éclairer la compréhension et l'analyse des événements et pour formuler des recommandations. Il peut exister des divergences entre les déclarations recueillies et les constats ou analyses présentés par ailleurs.

Le 22 mai 2012, le conducteur du Train Express Régional n° 871644 quitte tout à fait normalement Toulouse à 13h22. Son train est composé de quatre voitures CORAIL tractées par la locomotive BB 7388.

Après avoir marqué un arrêt de 14h45 à 14h48 en gare de Cahors, il repart en direction de Brive-la-Gaillarde.

Dans une courbe, à environ deux kilomètres du lieu de l'éboulement, le conducteur aperçoit des pierres tomber depuis la plateforme ferroviaire sur la RD 811 située en contrebas. Il ne peut alors pas localiser précisément l'endroit où ces chutes de pierres se produisent.

À la sortie de la courbe située juste en amont de l'éboulement, il voit un amas de pierres et de roches obstruant les deux voies.

Il déclenche immédiatement un freinage d'urgence et les signaux d'alerte radio et lumineux, puis il baisse les deux pantographes de la locomotive.

Le train heurte l'amas rocheux à la vitesse de 88 km/h. La locomotive déraile, mais l'ensemble du convoi reste sur la plateforme ferroviaire.

Le conducteur prévient de cette situation le régulateur du centre opérationnel de gestion des circulations de Toulouse à l'aide de son téléphone portable. Cette communication n'est pas enregistrée.

Un agent du service commercial des trains, présent dans le TER comme voyageur, se met à la disposition du conducteur et va installer une torche à flamme rouge sur la voie 1 du côté de Brive-la-Gaillarde afin de prévenir un éventuel train qui approcherait du lieu de l'accident.

Juste après le déraillement, le conducteur, aidé par le contrôleur en fonction dans le train, prend en charge les passagers avec les secours arrivés très rapidement sur place.

3.2 - L'exploitation des enregistrements

L'examen de la bande graphique équipant le TER n° 871644 montre :

- qu'en amont de l'accident, il roulait à la vitesse de 105 km/h, respectant ainsi la limitation de vitesse de 110 km/h qui lui était imposée sur cette section de ligne ;
- que le freinage d'urgence est entré en action quelques dizaines de mètres avant le choc.

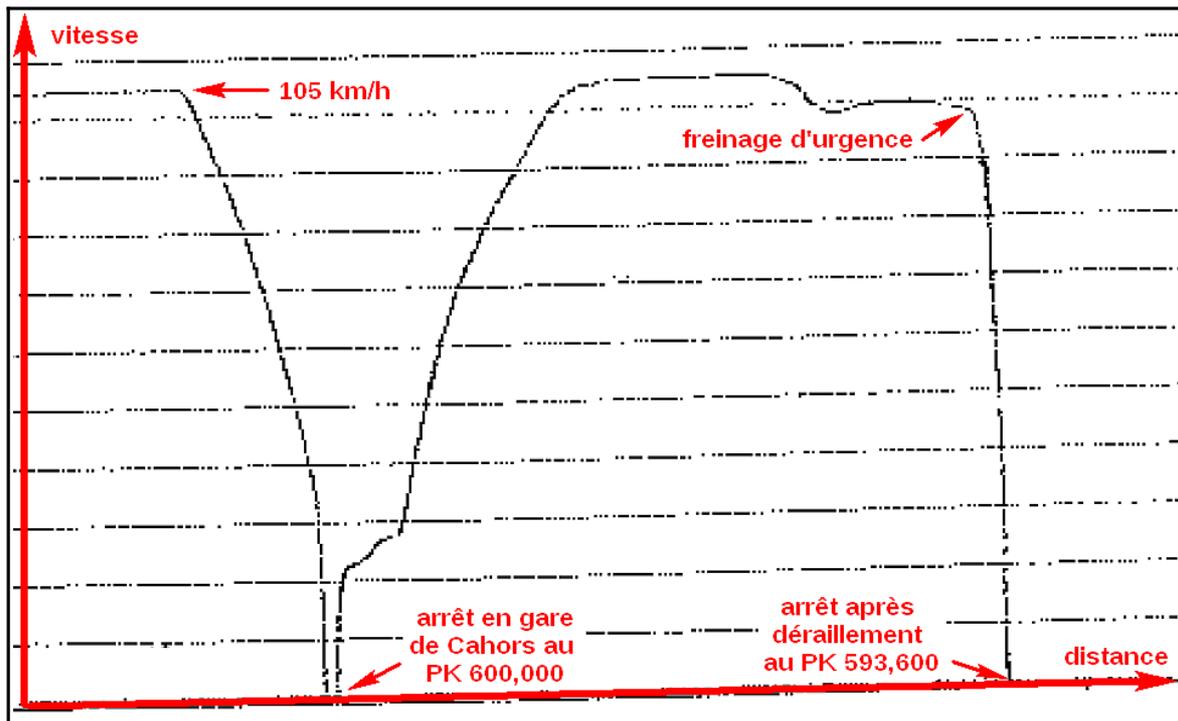


Fig. 12 : Extrait de la bande graphique du train n° 871644

3.3 - Le mécanisme de la défaillance de l'ouvrage

3.3.1 - L'état de l'ouvrage avant l'éboulement

Le mur en pierres maçonnées couvrant la paroi rocheuse entre les PK 593,738 et 593,974 était considéré en assez bon état général. Néanmoins, en mai 2012, différents désordres y étaient nettement apparents.

En particulier, ainsi que le montrent les figures 13 et 14 ci-après, la maçonnerie était fissurée et décollée en tête de ce mur au niveau du PK 593,940.

De plus, à cet endroit, les plaques béton projeté mises en place, par gunitage, juste au-dessus du parement en maçonnerie menaçaient de glisser et de tomber sur les voies ferrées.



Fig. 13 : Vue prise le 14 mai 2012 de la tête du mur en pierres maçonnées située entre les PK 593,933 et 593,945. Une fracture et un décollement du parement se sont développés à cet endroit.



Fig. 14 : Vue rapprochée du décollement du parement, en crête du mur en pierres maçonnées entre les PK 593,939 et 593,941



Fig. 15 : Vue de la descente d'eau pluviale et du joint de reprise de maçonnerie se trouvant dans la zone du mur en pierres maçonnées impactée par l'éboulement

3.3.2 - L'état de l'ouvrage après l'éboulement

L'éboulement survenu le 22 mai 2012 a affecté la partie située entre les PK 593,932 et 593,944 du mur en pierres maçonnées.

Les deux photographies constituant les figures 16 et 17 ci-dessous ont été prises le 23 mai 2012, après que la paroi rocheuse mise à nu par l'éboulement a été purgée.

Elles montrent :

- que le mur de parement considéré a été édifié quasiment verticalement ;
- qu'il présente une épaisseur plus importante dans sa partie supérieure que dans sa partie basse ;
- qu'il n'est pas collé à la paroi rocheuse ;
- que du côté nord, au niveau du PK 593,932, le bord de la rupture est vertical et longe la descente d'eau pluviale ;
- que les strates rocheuses sont horizontales et qu'elles présentent des fissures presque verticales ;
- que dans la partie basse de la zone éboulée, le banc calcaire est broyé ;
- qu'en revanche, les filets détecteurs de chutes de pierres ou de roches fixés à la paroi rocheuse au-dessus du mur maçonné n'ont pas été impactés par l'éboulement.

Par ailleurs, la différence de coloration des masses rocheuses qui apparaît sur la figure 17 témoigne de la présence d'eau infiltrée.



Fig. 16 : Vue de la paroi rocheuse mise à nu par l'éboulement du mur en pierres maçonnées



Fig. 17 : Bord nord de la rupture longeant la descente d'eau pluviale

3.3.3 - Le mécanisme de la défaillance



Fig. 18 : L'état de la paroi rocheuse derrière la partie du mur de parement éboulé

L'effondrement entre les PK 593,932 et 593,944 du mur de parement en pierres maçonnes bordant la voie 1 de la ligne de Paris-Austerlitz à Toulouse est très certainement la conséquence d'un glissement des masses rocheuses sur lesquelles il était adossé.

De fait, des diaclases² sont apparues dans les strates de roche calcaire situées au niveau de la partie supérieure de ce mur. Ces strates sont alors venues s'appuyer sur les bancs rocheux sous-jacents.

Dans ces bancs, l'argile présente entre les épaisseurs de roche a été affectée par des infiltrations d'eau et a formé une couche savon³.

Les roches fracturées ont glissé naturellement vers l'extérieur du massif. Compte tenu des masses en jeu, les bancs inférieurs ont alors provoqué une poussée sur la base du mur de parement qui a été expulsé vers l'extérieur. Cette expulsion a entraîné, par ruptures successives, l'éboulement de la partie du mur concerné.

La figure 19 illustre les différentes phases de ce mécanisme.

2 Une diaclase est une fracture apparue dans une roche sans que les parties disjointes se soient éloignées ou décalées l'une par rapport à l'autre. Ce type de fracture est généralement orienté perpendiculairement aux limites de stratification.

3 En géologie, une couche savon est une couche dont la composition peut permettre le décollement des terrains qui la coiffent et en faciliter le glissement.

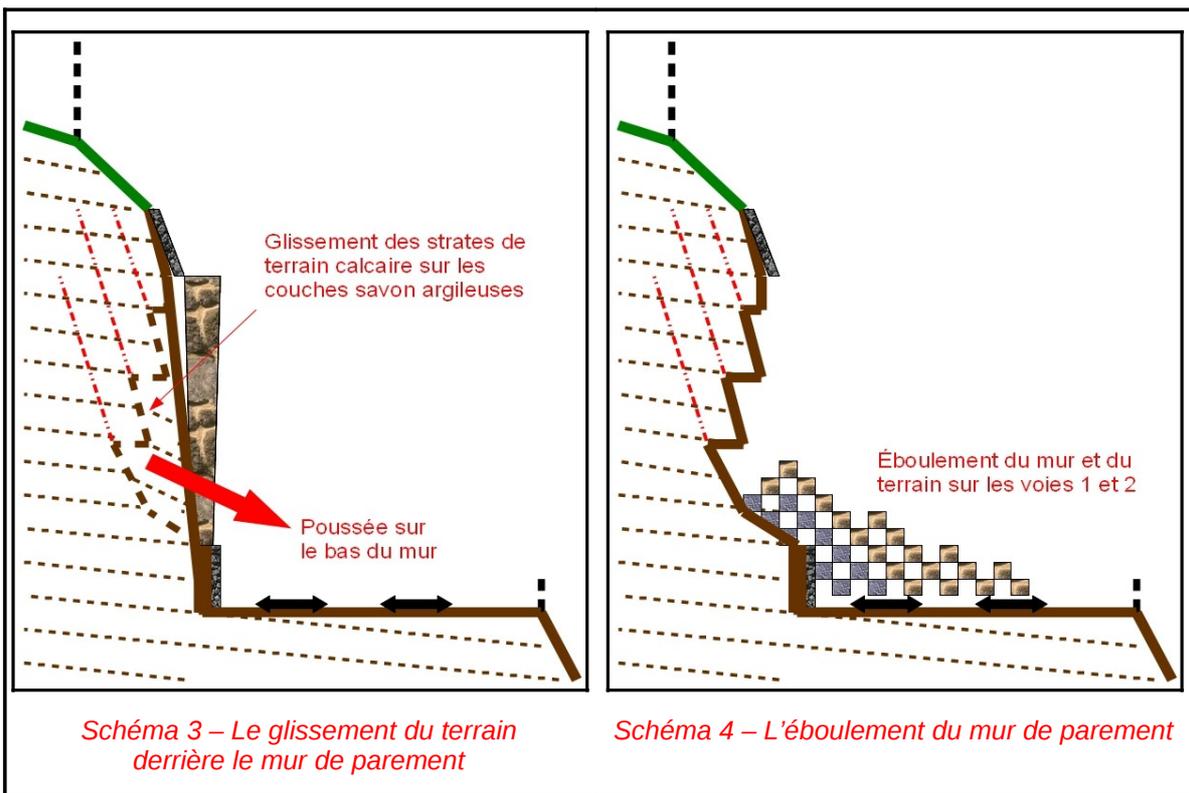
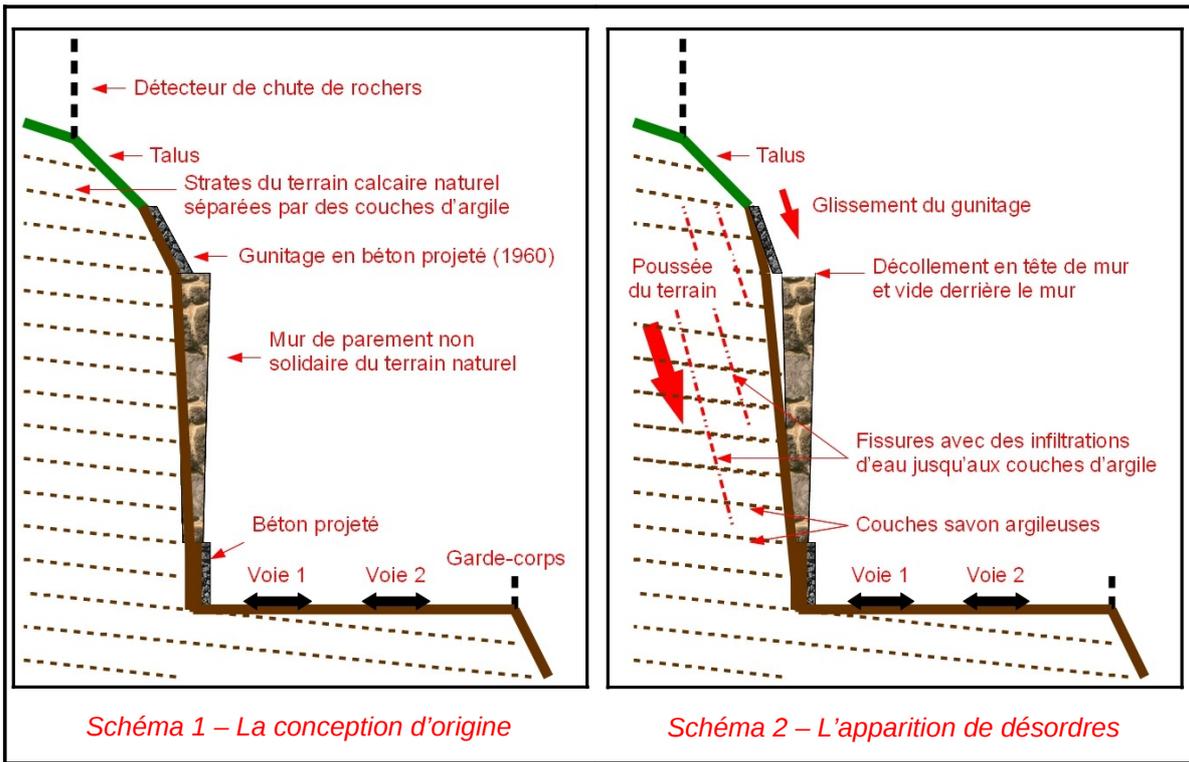


Fig. 19 : Présentation des phénomènes ayant conduit à l'éboulement survenu le 22 mai 2012 entre les PK 593,932 et 593,944 de la ligne de Paris à Toulouse

3.4 - Les facteurs ayant contribué à limiter les conséquences de l'accident

La présence d'un rail de sécurité sur la voie 2 a permis à la locomotive déraillée de rester dans l'alignement de la plateforme. Sans ce rail, elle aurait très certainement glissé vers la route en contrebas, entraînant le reste du train.

Cette locomotive ayant ainsi été préservée, son conducteur a pu émettre le signal d'alerte radio. Prévenu par ce signal, le train Intercités n° 3631 qui circulait en direction du lieu de l'éboulement avec 195 personnes à son bord a donc pu s'arrêter.

Par ailleurs, deux employés du syndicat intercommunal d'adduction d'eau potable Espère-Mercuès, qui étaient présents à proximité du lieu de l'accident ont immédiatement pris l'initiative d'arrêter la circulation routière sur la RD 811, limitant ainsi le risque qu'un automobiliste soit atteint par la chute d'une pierre.

3.5 - Les travaux de confortement envisagés après l'accident

Ainsi qu'il l'a été indiqué dans le chapitre 1.3 du présent rapport, les circulations ferroviaires ont repris le 25 mai 2012 sur la voie 2 et le 29 juin 2012 sur la voie 1, notamment après que la paroi rocheuse a été minée, purgée et confortée dans la zone où l'éboulement s'est produit.

Pour limiter les conséquences d'éventuels autres effondrements de la structure rocheuse revêtue située au sud du tunnel de Mercuès, la vitesse des trains a été limitée à 40 km/h sur les deux voies concernées, sur environ un kilomètre, schématiquement entre les PK 593,140 et 594,120.

Au cours de la période considérée, il a été procédé à une auscultation de la tranchée rocheuse concernée à l'aide d'un radar géophysique, qui a conduit à détecter des risques de désordres en amont du lieu de l'éboulement survenu le 22 mai 2012, très précisément entre les PK 593,549 et 593,581. La vitesse des trains a donc été réduite à 10 km/h dans cette zone dès le 6 juillet 2012 et des travaux de confortement de l'ouvrage y ont été réalisés en novembre de la même année. La limitation temporaire de vitesse à 10 km/h a alors été levée.

Nonobstant, la limitation de vitesse à 40 km/h demeure sur les deux voies considérées entre les PK 593,140 et 594,120, et sa levée est subordonnée à l'installation d'un filet détecteur d'éboulement sur les murs de parement qui couvrent, dans ce secteur, la paroi rocheuse.

De plus, une campagne de reconnaissance par sondages des maçonneries et des massifs rocheux situés au sud du tunnel de Mercuès a été engagée. Complétées par une analyse structurale du massif concerné, ces investigations doivent permettre d'établir un projet complet de consolidation et de sécurisation de la tranchée rocheuse revêtue en cause, dont la réalisation pourrait intervenir en 2015-2016.

3.6 - Le dispositif de surveillance des ouvrages d'art et des ouvrages en terre

3.6.1 - La surveillance des ouvrages d'art

La surveillance des ouvrages d'art jalonnant le réseau ferré national est régie par le référentiel SNCF IN 1253 intitulé « *Surveillance des ouvrages d'art et constructions apparentées* », dont la dernière version date du 11 août 2006.

Ce référentiel prévoit des inspections ou des visites détaillées, selon le type d'ouvrage d'art concerné, des visites intermédiaires et si l'état de l'ouvrage en cause le nécessite, une surveillance complémentaire. La périodicité des inspections ou des visites détaillées est fixée à six ans. Ce pas était de cinq ans avant 2007. Il doit également être procédé à des visites intermédiaires à raison d'au moins une tous les trois ans, sauf si une inspection ou une visite détaillée est programmée.

Enfin, en sus de ces contrôles périodiques, des expertises spécifiques peuvent être déclenchées au vu des dégradations constatées sur l'ouvrage. En outre, en cas de phénomènes particuliers, tels qu'une pluviométrie inhabituelle, des visites spéciales peuvent être effectuées.

La réalisation de ces différentes inspections et visites est assurée selon la complexité de l'ouvrage d'art considéré, soit par un agent de l'Infrapôle⁴ territorialement compétent, soit par un spécialiste « *ouvrage d'art* » du centre régional d'expertise de la direction de l'ingénierie de la SNCF. Les dispositions prises et les délégations données en la matière sont définies par le directeur de l'Infrapôle concerné.

Toutes ces inspections et visites donnent, par ailleurs, lieu à l'établissement d'un procès-verbal qui est conservé tant par l'Infrapôle compétent que par le centre régional d'expertise précité.

Pour les ouvrages maçonnés, les visites détaillées et intermédiaires consistent, pour l'essentiel, en un examen visuel, éventuellement effectué à l'aide d'une plateforme montante si la hauteur de l'ouvrage l'exige, et en des sondages réalisés avec un marteau de géologue.

Elles peuvent être complétées par des investigations particulières, souvent confiées à des entreprises spécialisées.

Des difficultés récurrentes sont rencontrées par les Infrapôles pour organiser les inspections et visites considérées compte tenu de la complexité qui s'attache à l'obtention d'interruptions de la circulation ferroviaire d'une durée suffisante.

Dans le cas où, à la suite de la détection d'un désordre et après que les investigations appropriées ont été effectuées, des travaux conséquents, mais non urgents, sont envisagés, le processus de décision et de programmation impliquant la SNCF et RFF demande généralement de trois à cinq ans avant que ces travaux puissent être engagés. Durant cette période, la SNCF peut être amenée à mettre en place des limitations temporaires de vitesse pour réduire les risques et les conséquences d'incidents susceptibles d'affecter les circulations ferroviaires.

4 Au sein de la SNCF, l'Infrapôle est l'établissement chargé sur un secteur géographique donné de l'aménagement et de la maintenance des infrastructures ferroviaires.

3.6.2 - La surveillance des ouvrages en terre

La surveillance des ouvrages en terre du réseau ferré national relève du référentiel SNCF IN 0256 dénommé « *Surveillance des ouvrages en terre, des drainages et des plateformes* », dont la dernière version a été établie le 17 décembre 2010.

Ce document prévoit que ces ouvrages fassent l'objet tous les six ans d'une visite détaillée destinée à relever leurs défauts. Cette fréquence était de cinq ans avant 2007.

Il dispose également qu'entre deux visites détaillées, chaque ouvrage en terre doit donner lieu au moins une fois tous les trois ans, à des visites intermédiaires basées sur un examen comparatif par rapport aux relevés antérieurs.

Cette surveillance périodique est effectuée soit par un agent de l'Infrapôle compétent, soit par un spécialiste « *ouvrage en terre* » du centre régional d'expertise susvisé. Il revient au directeur de l'Infrapôle concerné d'arrêter les délégations qu'il donne en ce domaine.

Cette surveillance repose essentiellement sur des examens visuels assortis de sondages avec un marteau de géologue. Lorsque ces examens s'avèrent insuffisants, des investigations supplémentaires non destructives, telles que la réflectométrie ou l'utilisation d'un radar, ou destructives, comme des carottages ou des sondages, peuvent être effectuées. De telles investigations peuvent également être nécessaires pour affiner un diagnostic ou préciser les travaux de réparation ou de confortement à réaliser.

Par ailleurs, lorsque la surveillance périodique ne permet pas d'attester la tenue d'un ouvrage en terre, il peut être, en fonction des désordres constatés ou de la pathologie identifiée, mis en place des mesures d'exploitation appropriées, telles que des limitations de vitesse, ou organisé une surveillance renforcée de l'ouvrage concerné.

Il est tenu pour chaque ouvrage en terre une fiche signalétique qui décrit ses principales caractéristiques, contient quelques informations sur son environnement et recense les incidents et désordres qui l'ont affecté ainsi que les travaux de confortement dont il a, éventuellement, fait l'objet. Cette fiche est détenue et mise à jour par l'Infrapôle territorialement compétent et par le centre régional d'expertise de la SNCF. Elle est communiquée à la direction de l'ingénierie de cette société.

Enfin, certains ouvrages en terre sont classés par l'Infrapôle dont relève leur surveillance, comme sensibles ou particuliers en fonction de leurs caractéristiques ou de leur état. Il en était ainsi de la paroi rocheuse bordant la ligne ferroviaire au sud du tunnel de Mercuès.

Tout comme pour les ouvrages d'art, lorsqu'il est envisagé suite à des désordres d'effectuer sur un ouvrage en terre des travaux substantiels, dont l'urgence n'apparaît pas impérative, il faut en moyenne entre trois et cinq ans avant qu'ils ne débutent effectivement compte tenu des délais que prennent les procédures de décision et de programmation au sein de la SNCF et de RFF.

3.7 - L'historique de la surveillance de la tranchée rocheuse revêtue

3.7.1 - La surveillance du mur en pierres maçonnées

Le mur en pierres maçonnées situé au sud du tunnel de Mercuès entre les PK 593,738 et 593,974 est considéré comme un ouvrage d'art par l'instruction SNCF IN 1253. Il est donc surveillé comme tel.

La dernière inspection détaillée dont il a fait l'objet, a été réalisée en juin 2010. Elle a été effectuée depuis le bas de cet ouvrage, la plateforme montante normalement nécessaire pour procéder à un examen rapproché de ses parties supérieures étant indisponible. Le procès-verbal établi à l'issue de cette inspection conclut à un « *assez bon état général* » du mur concerné.

Vingt mois plus tard, début mars 2012, une fissure biaise est détectée dans sa partie supérieure au droit du PK 593,940, lors d'une visite intermédiaire assurée par un agent de l'Infrapôle Midi-Pyrénées, toujours depuis le bas de cet ouvrage.

Le 7 mars 2012, le spécialiste « *ouvrage d'art* » du centre régional d'expertise de la SNCF se rend sur place pour apprécier la nature des désordres rencontrés. Cette visite spéciale est également effectuée sans l'aide d'une plateforme montante. Il en est conclu que la fissure précitée est la conséquence d'un glissement du revêtement en béton posé par gunitage sur la paroi rocheuse juste au-dessus du mur en pierres maçonnées concerné. Il est alors décidé que ce mur ferait l'objet d'une surveillance trimestrielle et que des travaux de consolidation devraient y être réalisés dans l'année.

Pour faciliter cette surveillance, il est fait procéder par un entrepreneur cordiste à un matage⁵ du joint de reprise de la maçonnerie situé au niveau du PK 593,940 ainsi qu'à la mise en place de témoins. Lors de cette opération, l'entrepreneur purgea également la partie fracturée du béton projeté sur la paroi rocheuse. Il mit alors en évidence, à cet endroit, un vide entre le mur en pierres maçonnées et le massif rocheux.

Le 14 mars 2012, à la demande de l'Infrapôle Midi-Pyrénées, le spécialiste « *ouvrage d'art* » du centre régional d'expertise de la SNCF effectue une nouvelle inspection du mur concerné à l'issue de laquelle il est convenu qu'il sera procédé à une surveillance hebdomadaire des témoins qui y ont été posés, voire plus rapprochée en cas d'événement climatique exceptionnel.

Au vu de cette situation et après analyse avec l'Infrapôle Midi-Pyrénées, le responsable du groupe « *ouvrage d'art* » du centre régional d'expertise précité programme une visite sur le site pour le 23 mai 2012 afin de déterminer la consistance des travaux à réaliser pour conforter le mur maçonné en cause et d'examiner l'opportunité d'une éventuelle limitation de la vitesse des trains sur la section de ligne concernée.

Le 21 mai 2012, lors de la surveillance hebdomadaire des témoins et de la maçonnerie, effectuée par un agent de l'Infrapôle, aucune aggravation des désordres n'est constatée.

Il en ressort que depuis mars 2012, la partie de l'ouvrage en pierres maçonnées qui s'est effondrée le 22 mai 2012 faisait l'objet d'une surveillance étroite de la part des agents chargés de la maintenance des ouvrages d'art.

Toutefois, à l'exception de l'intervention de l'entrepreneur cordiste, toutes les visites qui ont été effectuées se sont limitées à des observations réalisées depuis le bas du mur concerné. À cet égard, il convient de noter que cet ouvrage maçonné n'est pas doté

5 Dans le bâtiment et les travaux publics, le matage est l'opération consistant à calfeutrer une cavité dans une surface dure par application d'une matière pâteuse.

d'accès permettant de procéder à un examen aisé de ses parties supérieures, qui atteignent une hauteur avoisinant 15 mètres. Seul le recours à un wagon équipé d'une plateforme montante pouvait permettre d'effectuer un tel examen dans de bonnes conditions.

De plus, aucune investigation n'a été conduite afin d'apprécier l'état de la paroi rocheuse située derrière l'ouvrage maçonné en cause.

3.7.2 - La surveillance de la paroi rocheuse

La dernière visite détaillée de la paroi rocheuse bordant, au sud du tunnel de Mercuès, la ligne ferroviaire reliant Paris à Toulouse a été conduite en juin 2011 par un spécialiste « *ouvrage en terre* » du centre régional d'expertise de la SNCF. Elle a été réalisée à l'aide d'une plateforme montante et, entre les PK 593,738 et 593,974, elle n'a porté que sur la partie de cette paroi surplombant le mur en pierres maçonnées précité.

En conclusion de cette visite détaillée, il a notamment été demandé qu'un curage soit effectué au droit du PK 593,932, au-dessus de la goulotte d'écoulement des eaux pluviales aménagée dans le mur maçonné couvrant la partie inférieure de la paroi rocheuse concernée. Cette opération a été réalisée.

Il a également été noté qu'au droit du PK 593,940, une fracture s'était développée au niveau du raccord entre le revêtement en béton projeté appliqué par gunitage sur la roche et le mur de parement en pierres maçonnées. Une purge a été envisagée à cet endroit, mais elle n'a pas été réalisée. Quoi qu'il en soit, la présence de cette fracture n'a pas fait l'objet d'un signallement spécifique aux agents, tant de l'Infrapôle que du centre régional d'expertise, chargés de la surveillance du mur concerné.

L'historique des événements ayant affecté la paroi rocheuse considérée est retracé dans la fiche signalétique de cet ouvrage en terre, intitulée « *Sud tunnel Mercuès 1* ». La dernière mise à jour dont cette fiche avait fait l'objet avant l'accident survenu le 22 mai 2012, datait du 5 mai 2010. Elle n'avait donc pas été complétée consécutivement à la visite détaillée de cette paroi effectuée en juin 2011.

Au 5 mai 2010, cette fiche recensait six incidents ayant affecté l'ouvrage en terre concerné depuis 1977, année à laquelle remonte l'historique réalisé. Il s'agit, chaque fois, de la chute de blocs rocheux provenant du haut de la falaise. La dernière qui y est indiquée date de 2005. À cet égard, il peut être observé qu'une chute de rochers signalée en novembre 2009 par le conducteur d'un train de la SNCF n'y est pas mentionnée.

Par ailleurs, l'enquêteur technique du BEA-TT a noté que la fiche considérée ne fait aucunement état des risques de glissements de terrain susceptibles d'affecter cette paroi rocheuse, alors qu'ils sont clairement identifiés dans les documents d'information sur les risques majeurs établis par les services de l'État.

De plus, il convient de souligner que la partie de la paroi rocheuse masquée par le mur en pierres maçonnées n'a jamais fait l'objet d'une quelconque surveillance. En effet, la surveillance d'une telle paroi nécessite le recours à des techniques complexes qui ne sont mises en œuvre que lorsque l'état de l'ouvrage est jugé particulièrement critique.

3.7.3 - Conclusions sur la conduite de la surveillance de la tranchée rocheuse revêtue sise au sud du tunnel de Mercuès

Il ressort de ces différents constats que dès la détection, début mars 2012, de la fissure située, au niveau du PK 593,940, dans la partie supérieure du mur en pierres maçonnées, celui-ci a fait l'objet d'une surveillance relativement étroite et rapprochée des services en

charge des ouvrages d'art tant au sein de l'Infrapôle territorialement compétent qu'au sein de l'unité régionale concernée de la direction de l'ingénierie.

Mais ces constats font également apparaître une absence de coordination entre la surveillance de ce mur de parement, considéré comme un ouvrage d'art, et celle de la paroi rocheuse en tant qu'ouvrage en terre.

Ainsi, il n'était pas tenu compte dans la surveillance du mur concerné du fait que la paroi rocheuse à laquelle il est adossé est classée parmi les ouvrages en terre sensibles. Par ailleurs, la présence sur le site en juin 2011 de la plateforme montante mobilisée pour procéder à un examen détaillé de cette paroi n'a pas été mise à profit pour compléter l'inspection de juin 2010 de son mur de parement, qui n'avait pu être effectuée que depuis le bas de l'ouvrage. De plus, la fracture, constatée par les équipes en charge de la surveillance des ouvrages en terre lors de cette visite de la paroi rocheuse, dans le béton projeté juste au niveau de son raccordement avec le mur en pierres maçonnées, n'a pas fait l'objet d'un signalement spécifique aux unités assurant la surveillance de ce mur.

Plus généralement, aucun contact formalisé ne semble s'être établi entre les agents chargés de la surveillance des ouvrages d'art et ceux en charge des ouvrages en terre pour partager les informations et les constats et pour poser un diagnostic précis concernant la stabilité de l'ouvrage dans son ensemble.

Au final, les procédures mises en œuvre n'ont pas permis d'anticiper l'évolution des désordres qui affectaient la tranchée rocheuse revêtue concernée, et encore moins d'en cerner les causes avant qu'une partie de son mur de parement ne s'éboule.

3.8 - L'audit sur la surveillance des ouvrages en terre réalisé en 2009 par l'Établissement public de sécurité ferroviaire

Le nombre significatif d'incidents provoqués par des désordres affectant les ouvrages en terre a conduit l'Établissement public de sécurité ferroviaire à effectuer, en 2009, un audit des conditions de surveillance de ces ouvrages destiné à évaluer tant les modalités de mise en œuvre que l'efficacité des dispositions retenues dans ce domaine au titre des agréments de sécurité délivrés à RFF et à la SNCF pour leur activité de gestionnaire d'infrastructure.

Cet audit réalisé en juillet 2009 a notamment mis en lumière :

- des déficiences dans la documentation dont disposent les acteurs chargés de la surveillance des ouvrages considérés ;
- une organisation des échanges entre ces acteurs mal maîtrisée ;
- une traçabilité incomplète de la surveillance des ouvrages en terre classés sensibles ;
- des insuffisances dans le système de contrôle interne.

Des mesures correctives spécifiques ont alors été intégrées par RFF et la SNCF dans la démarche d'ensemble que ces deux organismes ont initiée le 4 décembre 2009 afin d'« améliorer la maîtrise de la sécurité de l'infrastructure du réseau ferré national par l'activité maintenance ».

En janvier 2011, l'EPSF a procédé à un audit de cette démarche qui a de nouveau fait ressortir des insuffisances dans la surveillance des ouvrages en terre.

Afin de remédier à cette situation, RFF et la SNCF ont engagé un certain nombre d'actions portant en particulier sur la formation et l'animation des agents chargés du suivi des ouvrages en terre, sur une meilleure prise en compte des risques naturels majeurs

dans les modalités de surveillance de ces ouvrages et sur le déploiement de moyens d'alerte en cas de désordres les affectant.

Quoi qu'il en soit, ni cette démarche ni les audits précités n'évoquent spécifiquement les conditions de surveillance des ouvrages mixtes, tels que les tranchées rocheuses revêtues.

3.9 - Les incidents ayant affecté des ouvrages d'art et des ouvrages en terre

Les statistiques tenues par la SNCF montrent que sur la période 1991-2012 :

- 67 incidents de toute nature ont affecté des ouvrages d'art. Au 30 juin 2012, 63 tronçons de voie faisaient l'objet de limitations temporaires de vitesse du fait de tels incidents ;
- 67 incidents considérés par la SNCF comme ayant eu ou pu avoir des conséquences graves pour la sécurité des circulations ferroviaires sont survenus sur des ouvrages en terre. Au 30 juin 2012, 53 tronçons de voie étaient affectés par des limitations temporaires de vitesse consécutives à des incidents de cette nature. Ces chiffres sont à comparer aux quelque 100 000 ouvrages en terre jalonnant le réseau ferré national.

Parmi les incidents récents les plus significatifs, il convient de signaler l'éboulement d'un ouvrage en terre survenu le 25 janvier 2013 à Morlaix dans le Finistère.

1 600 m³ de terre y ont entièrement obstrué les deux voies de la ligne ferroviaire reliant cette ville à Brest.

Cet éboulement, exceptionnel par son ampleur, l'a également été par sa soudaineté. Aucun signe avant-coureur n'avait été relevé lors des opérations de surveillance dont l'ouvrage concerné avait fait l'objet. Les intempéries de l'hiver 2012/2013, marquées par une forte pluviométrie et des écarts thermiques importants, ont certainement contribué à sa rupture.

Les premiers relevés effectués lors de l'expertise technique ont montré une dégradation de la qualité des matériaux le constituant. Leur lente et progressive altération a fini par conduire à la rupture de la paroi.

4 - Déroulement de l'accident et des secours

Le 22 mai 2012, le Train Express Régional n° 871644 constitué de quatre voitures de type Corail tractées par la locomotive BB 7388 quitte Toulouse à 13h22 en direction de Brive-la-Gaillarde. Il s'arrête en gare de Cahors à 14h45 et en repart 3 minutes plus tard.

Alors qu'il circule le long de la falaise surplombant la plateforme ferroviaire au sud du tunnel de Mercuès, son conducteur aperçoit au loin des pierres tomber sur la route départementale n° 811 située en contrebas. Il ne ralentit pas et poursuit sa route à la vitesse de 105 km/h.

À la sortie de la courbe située juste en amont, dans le sens de la marche du train concerné, du mur de parement adossé à la paroi rocheuse entre les PK 593,738 et 593,974, le conducteur voit, quelques dizaines de mètres devant lui, un amas rocheux obstruant les voies.

Cet éboulis provient de l'effondrement, survenu quelques instants auparavant, d'une partie du mur de parement en pierres maçonnées précité.

Le conducteur déclenche immédiatement un freinage d'urgence, actionne les signaux d'alerte radio et lumineux, puis baisse les deux pantographes de la locomotive.

Le train heurte l'amas rocheux à la vitesse de 88 km/h. La locomotive déraile et poursuit sa route sur environ 300 mètres, maintenue sur la plateforme ferroviaire qui surplombe à cet endroit la RD 811 et le Lot, par le rail de sécurité équipant la voie 2.

Prévenu par l'alerte radio, le train Intercités n° 3631 reliant Paris à Cerbère dans les Pyrénées-Orientales, qui se dirigeait sur la voie 1 vers le lieu de l'éboulement, s'immobilise au niveau du PK 583.

La radio sol-train étant hors service, le conducteur du TER accidenté avise de sa situation le régulateur du centre opérationnel de gestion des circulations de Toulouse à l'aide de son téléphone portable.

Un agent du service commercial des trains, présent dans ce TER comme voyageur, se met à la disposition du conducteur et installe sur la voie 1, en direction de Brive-la-Gaillarde, une torche à flamme rouge afin de prévenir un éventuel train en approche.

Deux agents du syndicat intercommunal d'adduction d'eau potable Espère-Mercuès, présents sur une installation située à proximité immédiate du lieu de l'accident, préviennent immédiatement les secours et bloquent la circulation sur la RD 811.

Les secours et le chef d'incident local de la SNCF arrivent rapidement sur les lieux. La queue de la quatrième et dernière voiture du TER se trouve immobilisée au niveau d'un escalier de service qui permet d'accéder à la plateforme ferroviaire depuis la RD 811, facilitant ainsi l'évacuation des 56 voyageurs de ce train par les pompiers aidés par des agents de la SNCF.

Cette évacuation est achevée à 16h42.

5 - Analyse des causes et facteurs associés, orientations préventives

5.1 - Le schéma des causes et facteurs associés

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

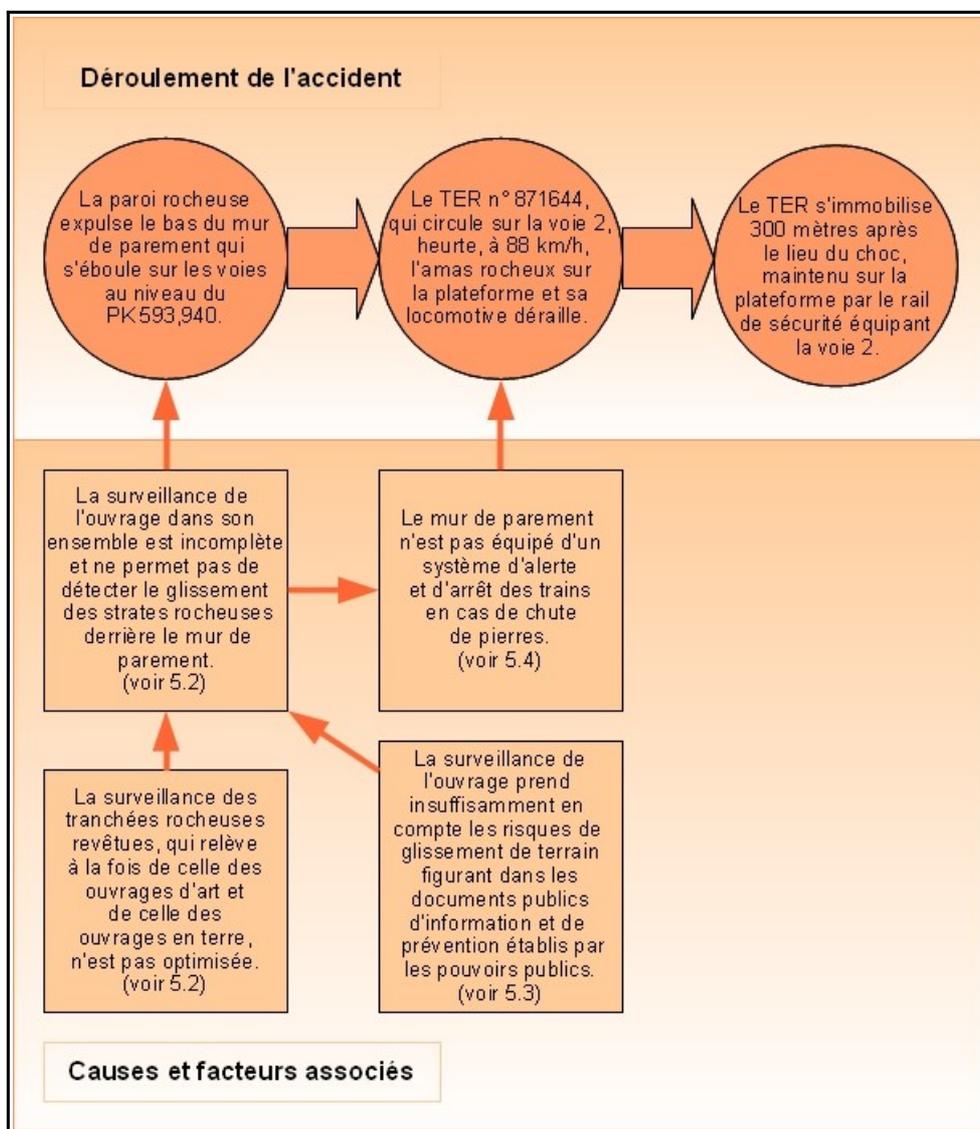


Fig. 20 : Déroulement de l'accident, causes et facteurs associés

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

- l'organisation et les méthodes de surveillance des ouvrages mixtes ;
- la prise en compte des risques naturels dans la surveillance des ouvrages ;
- les conditions d'alerte en temps réel des circulations ferroviaires en cas de désordres dangereux affectant les ouvrages.

5.2 - L'organisation et les méthodes de surveillance des ouvrages mixtes

Les procédures actuelles mises en œuvre par la Société Nationale des Chemins de fer Français, en accord avec Réseau Ferré de France, conduisent à une séparation franche entre les acteurs chargés de la surveillance des ouvrages d'art et ceux en charge des ouvrages en terre. Il s'ensuit que les inspections ne sont pas coordonnées, que les moyens ne sont pas partagés et que les échanges d'informations et de constats ne sont pas optimisés.

Dans le cas de la tranchée rocheuse revêtue sise au sud du tunnel de Mercuès, la dernière inspection détaillée du mur de parement en pierres maçonnées effectuée en juin 2010 n'a pas pu être réalisée dans son intégralité faute de disponibilités de la plateforme élévatrice. En juin 2011, cette plateforme a été utilisée pour la visite détaillée de la paroi rocheuse, mais il n'en a pas été tiré parti pour compléter l'inspection du mur maçonné.

Par ailleurs, le fait que cette paroi rocheuse soit classée sensible n'a pas été pris en compte dans les règles de surveillance de l'ouvrage d'art associé.

Dans le cas général, la surveillance d'un ouvrage en terre est basée essentiellement sur une observation visuelle. Dans le cas d'un ouvrage tel que celui de Mercuès, cette surveillance est fortement limitée par la présence du parement qui masque toute la base de l'ouvrage en terre. Il existe des méthodes basées sur des procédés destructifs (sondages) ou non-destructifs (topographie, géophysique), mais elles ne sont mises en œuvre qu'exceptionnellement. Des études sont conduites par la SNCF avec l'aide de bureaux d'études et de laboratoires de recherche afin de développer des systèmes d'auscultation simplifiés pouvant être déployés dans le cadre de la maintenance et il est envisagé un partage d'expériences et d'informations en la matière entre la SNCF et d'autres exploitants de réseaux ferroviaires voisins, notamment ceux des réseaux suisse et italien.

Compte tenu de ces éléments, le BEA-TT adresse à RFF et à la SNCF la recommandation suivante :

Recommandation R1 (RFF, SNCF Infra) :

Définir et mettre en œuvre des procédures et des méthodes de suivi des ouvrages mixtes, qui permettent d'en assurer la surveillance dans leur globalité, notamment lorsqu'ils comportent un ouvrage en terre sensible.

5.3 - La prise en compte des risques naturels dans la surveillance des ouvrages

L'analyse de l'accident faisant l'objet du présent rapport montre que, d'une manière générale, les documents établis par les pouvoirs publics concernant les risques naturels majeurs ne sont pas systématiquement examinés par les services de la SNCF. Pourtant, ces documents contiennent des informations intéressantes de nature à compléter sa connaissance de l'environnement des ouvrages ferroviaires et à préciser les modalités de leur surveillance.

De fait, la SNCF se propose d'évaluer l'intérêt et les conditions d'une démarche plus systématique de prise en compte de ces informations mises à la disposition du public, et notamment des maîtres d'ouvrages, tant par l'État que par les collectivités locales.

Le BEA-TT formule donc la recommandation ci-après, adressée à RFF et à la SNCF :

Recommandation R2 (RFF, SNCF Infra) :

Prendre systématiquement en compte, dans la connaissance de l'environnement des ouvrages et dans la définition des modalités de leur surveillance, les données contenues dans les différents documents d'information et de prévention relatifs aux risques naturels majeurs établis par les pouvoirs publics (dossiers départementaux des risques majeurs, dossiers d'information communaux sur les risques majeurs, plans de prévention des risques naturels, plans communaux de sauvegarde).

5.4 - Les conditions d'alerte des circulations ferroviaires en cas de désordres dangereux affectant les ouvrages

En cas de risques de désordres des ouvrages présentant un danger pour les circulations ferroviaires, tels que des éboulements ou des chutes de pierres, le choix se résume aujourd'hui entre la mise en place de limitations temporaires de vitesse et la mise en œuvre de systèmes, tels que les filets détecteurs de chutes de rochers, qui agissant sur la signalisation, sont gérés comme des installations de sécurité et à ce titre, sont coûteux en études techniques, en réalisation et en maintenance.

Les évolutions technologiques, en particulier dans le domaine routier, font qu'il est aujourd'hui possible d'imaginer des dispositifs d'alerte plus simples, pouvant être installés rapidement dès que le danger est détecté et dans l'attente de mesures appropriées. C'est le cas par exemple d'installations pour lesquelles l'action sur les circulations se fait uniquement par des torches à flamme rouge pour arrêter les trains et par l'envoi d'une alarme à un poste de contrôle. L'expérience des réseaux suisse et canadien a fait l'objet en 2010 d'échanges avec la SNCF.

Le BEA-TT émet donc la recommandation suivante :

Recommandation R3 (RFF, SNCF Infra) :

Mettre au point, en s'inspirant de réalisations routières et ferroviaires nationales ou étrangères, des dispositifs simples d'alerte en temps réel des circulations ferroviaires pouvant être mis en œuvre rapidement, dans l'attente de mesures pérennes, en cas de désordres dangereux affectant les ouvrages.

6 - Conclusions et recommandations

6.1 - Les causes de l'accident

La cause directe de l'accident est l'effondrement, sur une longueur de 12,50 mètres, d'une partie du mur de parement de la tranchée rocheuse surplombant la ligne ferroviaire au sud du tunnel de Mercuès.

Cet effondrement a été provoqué par le glissement des masses rocheuses auxquelles le mur en pierres maçonnées en cause est adossé.

Trois facteurs ont contribué à cet accident :

- les procédures de surveillance des ouvrages ferroviaires qui, en séparant trop nettement le suivi des ouvrages d'art de celui des ouvrages en terre, n'ont permis, ni de poser un diagnostic complet de l'état de la tranchée rocheuse revêtue concernée, ni d'anticiper l'évolution et les conséquences des désordres qui y avaient été constatés ;
- l'insuffisante prise en compte des risques de glissement de terrain pesant sur le secteur géographique considéré, qui étaient pourtant clairement identifiés dans les documents d'information sur les risques majeurs établis par les pouvoirs publics ;
- l'absence de dispositifs simples d'alerte en temps réel des circulations ferroviaires pouvant être rapidement mis en œuvre, dans l'attente de mesures pérennes, en cas notamment de risques d'éboulement et de chutes de pierres présentant un danger.

6.2 - Les recommandations

L'analyse de l'accident conduit le BEA-TT à émettre les trois recommandations suivantes :

Recommandation R1 (RFF, SNCF Infra) :

Définir et mettre en œuvre des procédures et des méthodes de suivi des ouvrages mixtes, qui permettent d'en assurer la surveillance dans leur globalité, notamment lorsqu'ils comportent un ouvrage en terre sensible.

Recommandation R2 (RFF, SNCF Infra) :

Prendre systématiquement en compte, dans la connaissance de l'environnement des ouvrages et dans la définition des modalités de leur surveillance, les données contenues dans les différents documents d'information et de prévention relatifs aux risques naturels majeurs établis par les pouvoirs publics (dossiers départementaux des risques majeurs, dossiers d'information communaux sur les risques majeurs, plans de prévention des risques naturels, plans communaux de sauvegarde).

Recommandation R3 (RFF, SNCF Infra) :

Mettre au point, en s'inspirant de réalisations routières et ferroviaires nationales ou étrangères, des dispositifs simples d'alerte en temps réel des circulations ferroviaires pouvant être mis en œuvre rapidement, dans l'attente de mesures pérennes, en cas de désordres dangereux affectant les ouvrages.

Le BEA-TT considère que la mise en œuvre de ces recommandations est d'autant plus importante que les évolutions des comportements des parois rocheuses, qu'elles soient ou non revêtues, ne sont pas prévisibles de manière fiable.

ANNEXES

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

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

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

Le Directeur

La Défense, le 29 mai 2012

DECISION BEA-TT 2012 - 009

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

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

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

Vu les circonstances du déraillement d'un train express régional (TER) survenu le 22 mai 2012 à Mercuès (Lot) ;

décide

Article 1 : Une enquête technique est ouverte en application du titre II du livre VI de la 1^{re} partie du code des transports sur le déraillement d'un train express régional survenu le 22 mai 2012, consécutivement à l'éboulement d'un mur de soutènement, à Mercuès (46) sur la ligne ferroviaire de Paris à Toulouse.

Le Directeur du BEA-TT

Claude AZAM

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

Tour Voltaire - 92055 La Défense cedex
Tél. : 01 40 81 21 83 - Fax : 01 40 81 21 50
cgpc.beatt@developpement-durable.gouv.fr
www.bea-tt.developpement-durable.gouv.fr

