

**RAPPORT
D'ENQUÊTE TECHNIQUE
sur le déraillement d'un TER
sur la ligne de Prades à Perpignan
survenu le 24 juillet 2024
à Eus (66)**

décembre 2025

Avertissement

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

Cette enquête a pour seul objet de prévenir de futurs accidents. Sans préjudice, le cas échéant, de l'enquête judiciaire qui peut être ouverte, elle consiste à collecter et analyser les informations utiles, à déterminer les circonstances et les causes certaines ou possibles de l'évènement, de l'accident ou de l'incident et, s'il y a lieu, à établir des recommandations de sécurité. 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.

Glossaire

- **AC** : Agent Circulation
- **AGC** : Autorail de Grande Capacité
- **ASA** : Association Syndicale Autorisée
- **ATESS** : Acquisition et traitement des événements de sécurité en statique
- **Béal** : Petit canal d'irrigation
- **BMVU**: Block Manuel de Voie Unique
- **BPURG** :Bouton Pousoir d'Urgence
- **CEREMA** : Centre d'études et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement
- **CIL** : Correspondant Local Incident
- **DGII** : Direction Générale Infrastructure et Ingénierie
- **EIC** : Établissement Infrastructure Circulation
- **GI** : Gestionnaire d'Infrastructure
- **GSM-GFU** : Global Système Mobile – Groupe Fermé d'utilisateurs du téléphone
- **PK** : Point kilométrique
- **PL** : Pleine Ligne
- **RFN** : Réseau Ferré National
- **SNCF** : Société Nationale des Chemins de fer
- **SNCF Réseau** : Gestionnaire d'infrastructure du groupe SNCF
- **SNCF Voyageurs** : Entreprise ferroviaire de transport de voyageurs du groupe SNCF
- **TER** : Transport Express Régional
- **VACMA** : Veille Automatique à Contrôle de Maintien d'Appui

Bordereau documentaire

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 de voyageurs à Eus (66) sur la ligne de Prades à Perpignan le 24 juillet 2024

N° ISRN : EQ-BEAT—25-13-FR
Affaire n° BEATT-2024-06

Proposition de mots-clés : déraillement - glissement de terrain - heurt ouvrage d'art - irrigation près des voies ferrées

Synthèse

Le 24 juillet 2024 à 6 h 18, le TER n° 877 650 en provenance de Villefranche-Vernet-les-Bains-Fuilla et à destination de Perpignan heurte à la vitesse de 97 km/h un dépôt de terre.

Le choc se produit au point kilométrique PK 503,735 de la ligne 679 000, dans la vallée de la Têt. Sous le choc, le premier bogie de l'élément de tête déraille ainsi que le premier bogie du deuxième élément. Les bogies se déportent vers la droite, les roues de gauche dans le sens de la marche restent sur la voie et sont guidées par le rail extérieur droit. Les roues de droite sont dans le ballast ou la piste en dehors de la voie. La rame continue sa course et heurte la culée droite d'un pont-route située au PK 503,604.

La rame s'immobilise au PK 503,570. La queue du train est située au niveau du pont qui a été heurté. Le conducteur a actionné le freinage d'urgence dès qu'il a aperçu l'obstacle sur la voie (amas de feuilles et de boue de couleur sombre) à environ 50 m avant le point d'impact. La rame a parcouru environ 240 m entre le point de freinage d'urgence et le point d'arrêt.

Le bilan humain de l'accident est d'un blessé grave, le conducteur du train, et de quatre blessés légers, l'agent d'accompagnement et trois voyageurs du train.

La pile droite du pont (dans le sens de la circulation du train) est endommagée et le pont fermé à la circulation par arrêté municipal. Un support caténaire est arraché. Le matériel roulant est très endommagé et une moitié de la rame est déraillée. La voie est à refaire sur 250 m.

L'enquête met en évidence :

- **Une cause immédiate** : Le dépôt de terre sur la voie a produit le déraillement du TER. Ce dépôt de terre est le résultat d'un glissement du talus adjacent, suite à un apport d'eau ponctuel exceptionnel sur le talus.
- Deux causes principales de l'apport d'eau ponctuel et exceptionnel suite à l'ouverture d'une trappe d'un canal de drainage par un riverain qui effectuait le drainage de son pré :
 - le fonctionnement non satisfaisant du système d'irrigation pris dans sa globalité, en ce qui concerne l'écoulement des eaux d'irrigation,
 - le dysfonctionnement du fossé bétonné en partie supérieure du talus pour le recueil des eaux d'irrigation.
- Trois facteurs contributifs essentiels aux deux causes principales sont identifiés :
 - le manque d'entretien et de surveillance par l'irrigant, un débit important d'eau d'irrigation se produisant dans un béal d'alimentation encombré, et l'évacuation des eaux du champ par le canal de récupération ne se réalisant pas ;
 - le manque d'entretien par le gestionnaire d'infrastructure du fossé de récupération des eaux d'irrigation et de drainage ;
 - le déficit de communication entre irrigants et gestionnaire d'infrastructure.

Le BEA-TT émet 5 recommandations dans les sujets suivants pour prévenir ce type d'accident :

- Profiter des travaux sur le talus et du rétablissement de la voirie pour refaire le canal de récupération des eaux d'irrigation.
- S'assurer, sur l'ensemble du réseau ferroviaire, d'une plus grande importance à accorder à l'entretien des ouvrages hydrauliques (fossés de crête en particulier) lors des opérations régulières de suivi des ouvrages en terre. Renforcer les prescriptions du référentiel de maintenance sur ce sujet en y incluant la veille technique de ces opérations.
- Réaliser une formation et information des riverains par l'Association Syndicale Autorisée (ASA) pour une bonne maîtrise et surveillance des écoulements lors des opérations d'irrigation plein champ, notamment en cas de remise en eau après plusieurs années.
- Mettre en place des systèmes, si cela existe et si c'est possible sur le terrain, permettant de limiter le débit d'eau lors de l'ouverture des trappes d'irrigation afin d'assurer un meilleur contrôle du volume d'eau sur le champ dans ce type d'irrigation.
- Sensibiliser les nouveaux propriétaires de terrains, bénéficiant d'un droit d'irrigation « plein champ » riverains de la voie ferrée, aux risques inhérents à cette méthode d'irrigation vis-à-vis de la voie ferrée et à l'entretien des dispositifs.
- Rétablir une communication efficace entre l'ASA et la SNCF pour qu'en cas de surverses, une organisation soit mise en place par SNCF Réseau et l'ASA afin d'intervenir rapidement sur site. Celle-ci peut consister à réaliser des tournées adaptées, plus rapides, plus efficaces en cas d'intempéries exceptionnelles ou d'incidents. Il pourrait être fait usage de moyens plus innovants tels que draisines, drones, photos, etc.
- Améliorer la connaissance du patrimoine et étudier le renforcement de la sécurisation des ouvrages d'art face au risque en cas de déraillement, en particulier des ouvrages ne dégageant pas un gabarit suffisant selon la fiche UIC 777-2-2 (par exemple rail de sécurité, muret guide, etc.).

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| SYNTHÈSE..... | 3 |
| 1 - L'ENQUÊTE ET SON CONTEXTE..... | 6 |
| 1.1 - Les circonstances de l'accident..... | 6 |
| 1.2 - Le bilan de l'accident..... | 8 |
| 1.3 - Les mesures immédiates prises après l'accident..... | 8 |
| 1.4 - L'engagement de l'enquête..... | 9 |
| 1.5 - L'organisation de l'enquête..... | 10 |
| 2 - LA DESCRIPTION DU FAIT SURVENU..... | 11 |
| 2.1 - Le contexte de l'accident..... | 11 |
| 2.2 - La description factuelle des événements..... | 13 |
| 2.3 - Le déroulement reconstitué de l'accident..... | 25 |
| 3 - L'ANALYSE DU FAIT SURVENU..... | 26 |
| 3.1 - Les investigations et analyses sur l'hydrologie..... | 26 |
| 3.2 - Les investigations et les analyses sur la géotechnique..... | 39 |
| 3.3 - La surveillance des talus avant l'accident..... | 43 |
| 3.4 - Le retour d'expérience national sur les incidents d'ouvrage en terre..... | 44 |
| 3.5 - La gestion du risque hydraulique sur la ligne..... | 45 |
| 3.6 - Le facteur aggravant du heurt de l'ouvrage d'art..... | 46 |
| 4 - CONCLUSIONS..... | 47 |
| 4.1 - L'arbre des causes..... | 47 |
| 4.2 - Les causes de l'accident..... | 48 |
| 4.3 - Les mesures prises depuis l'accident..... | 50 |
| 5 - LES RECOMMANDATIONS..... | 51 |
| 5.1 - La gestion du risque de désordre des ouvrages en terre des lignes dans les zones d'irrigation..... | 51 |
| 5.2 - Les ouvrages d'art de la ligne..... | 53 |
| ANNEXE..... | 54 |
| Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête..... | 55 |
| RÈGLEMENT GÉNÉRAL DE PROTECTION DES DONNÉES..... | 56 |

1 - L'enquête et son contexte

1.1 - Les circonstances de l'accident

Le 24 juillet 2024 à 6 h 18, le TER n° 877 650 en provenance de Villefranche-Vernet-les-Bains-Fuilla et à destination de Perpignan heurte un dépôt de terre, à la vitesse de 97 km/h.

Le choc se produit au point kilométrique PK 503,735 de la ligne 679 000. Sous le choc, le premier bogie de l'élément de tête déraille ainsi que le premier bogie du deuxième élément. Les bogies se déportent vers la droite, les roues de gauche dans le sens de la marche restent sur la voie et sont guidées par le rail extérieur droit, les roues de droite sont dans le ballast ou la piste en dehors de la voie. La rame continue sa course et heurte la culée droite d'un pont-route situé au PK 503,604.

La rame s'immobilise au PK 503,570, la queue du train est située au niveau du pont qui a été heurté. Le conducteur a actionné le freinage d'urgence dès qu'il a aperçu l'obstacle sur la voie (amas de feuilles et de boue de couleur sombre) environ 50 m avant le point de choc. La rame a parcouru environ 240 m entre le point de freinage d'urgence et le point d'arrêt.

Le conducteur du train, avec l'aide de l'agent d'accompagnement, alerte le poste d'aiguillage de Perpignan qui prend les mesures de sécurité : coupure de courant et fermeture de la ligne à la circulation ferroviaire. Les secours sont prévenus. Les pompiers et les gendarmes arrivent sur les lieux. Ils accèdent au site de l'accident par le pont-route et accèdent au train arrêté sous l'ouvrage. L'évacuation de l'ensemble des clients et des agents est terminée à 8 h 42.

La portion de voie où la rame a heurté le dépôt de terre et s'est immobilisée, est en déblai. Le dépôt de terre provient d'un glissement du talus auquel s'est ajoutée une érosion par circulation d'eau.

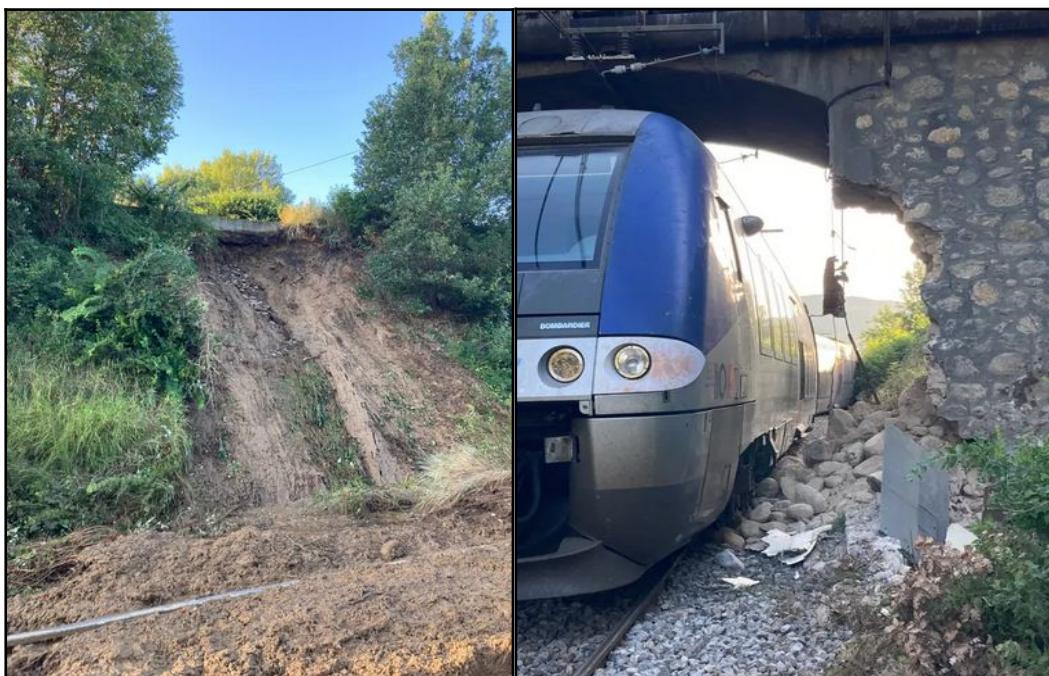


Figure 1 : Glissement de terrain et arrière de la rame TER immobilisé sous l'ouvrage d'art du PK 503,604
Source SNCF



Figure 2 : Vue du TER déraillé, vue depuis le pont au PK 503,604
Source SNCF



Figure 3 : Face avant de l'élément de tête du TER après le déraillement
Source SNCF

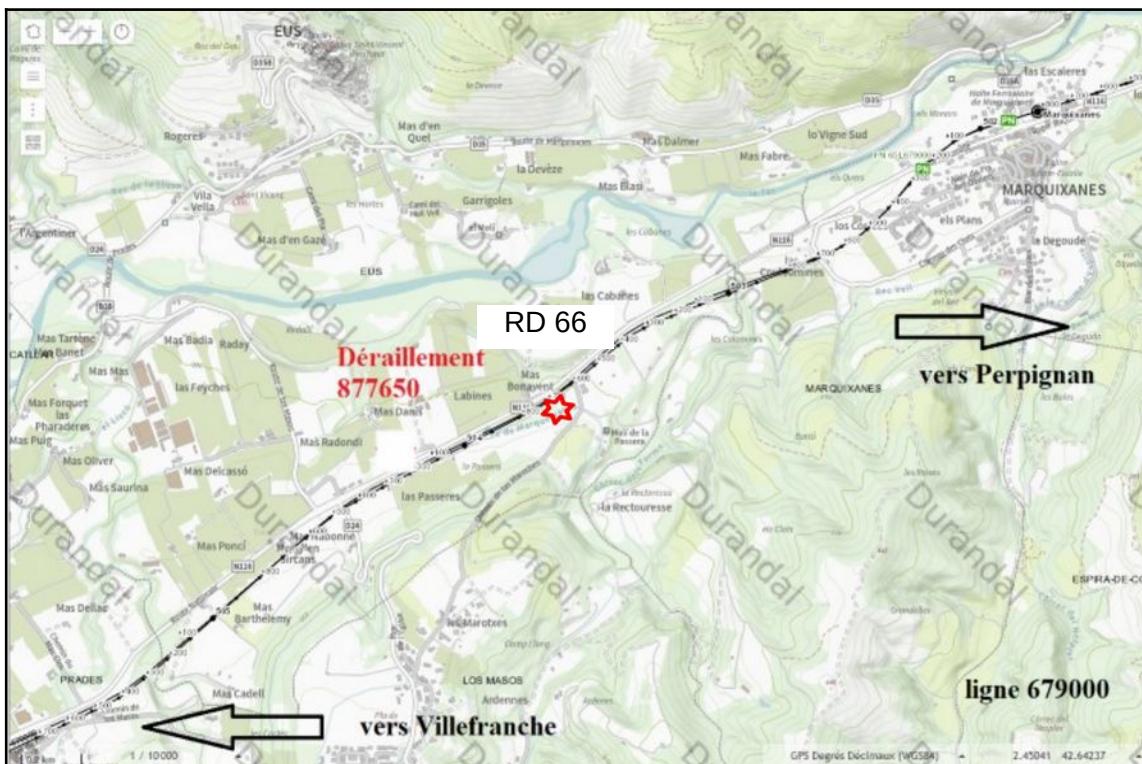


Figure 4 : Positionnement du déraillement sur la ligne 679 000
Fond de plan Géoportail IGN légendé BEA-TT

1.2 - Le bilan de l'accident

Le bilan humain de l'accident est d'un blessé grave, le conducteur du train, et de quatre blessés légers, l'agent d'accompagnement et trois voyageurs du train.

Les blessés ont été rapidement pris en charge sur place et dirigés vers l'hôpital de Perpignan. Le conducteur a eu un arrêt de travail et une convalescence de plusieurs semaines. Il n'a pu reprendre son service que début octobre 2024.

La pile du pont-route du côté droit dans le sens de la circulation est endommagée. Un support caténaire est arraché. Le matériel roulant est très endommagé. Une moitié de la rame est déraillée. La voie est à renouveler sur environ 250 m.

1.3 - Les mesures immédiates prises après l'accident

1.3.1 - Par le service chargé de la gestion des circulations

Les mesures réglementaires ont été prises pour arrêter et retenir les trains sur la voie banalisée de Perpignan et à Villefranche Vernet-les-Bains.

Le lancement des avis a été réalisé à SNCF Réseau (Service chargé de la gestion des circulations et GI chargé de l'entretien), à l'EF (entreprise ferroviaire) concernée et aux autorités extérieures (pompiers, gendarmerie, préfecture, etc.).

À 7 h 11, le Correspondant Incident Local (CIL) et le dirigeant d'enquête ont été désignés. La rédaction d'un Relevé de Constations Immédiates (RCI) a été initiée.

L'organisation de l'exploitation a été modifiée : fermeture temporaire de la ligne, substitution routière mise en place entre Perpignan et Villefranche.

À 11 h 30, la ligne est rouverte entre Perpignan et l'Ille sur Têt. La substitution routière est limitée entre les gares de Villefranche et de l'Ille sur Têt.

L'opération de relevage et d'évacuation de la rame TER peut commencer dès que l'autorisation d'acheminer le wagon de secours sur site a été donnée. Les services de l'infrastructure (ouvrage d'art et voie) ont vérifié les conditions de sécurité avec notamment l'absence de risque d'effondrement du pont-route et ont réalisé les premiers travaux de voie. La rame a été rapatriée en plusieurs étapes du lieu de l'accident à l'Ille sur Têt, puis à Perpignan. Elle est remisée sur une voie de service pour les besoins de l'enquête du 30 juillet au 01 août.

À date de publication du rapport, la ligne est toujours fermée entre Villefranche-Vernet-les-Bains et l'Ille sur Têt. L'ouvrage d'art heurté, considéré instable, a été détruit le 3 novembre 2025 et sera reconstruit sur une zone à définir par les autorités locales. La ligne sera réouverte le 24 janvier 2026.

1.3.2 - Par le gestionnaire de l'infrastructure chargé de l'entretien

Le gestionnaire de l'Infrastructure (Inrapôle du Roussillon) a organisé une visite de la voie, et procédé au diagnostic sur les réparations voie, caténaire et ouvrage d'art à envisager.

Un débroussaillage du talus et de la crête entre le PK 503,680 et le PK 503,913 a été réalisé afin d'apprecier la stabilité et la préservation du talus. Le but est d'identifier de potentielles zones vulnérables au glissement.

Le pont-route situé au PK 503,604 a été sécurisé et interdit à la circulation routière. Les propriétés situées au-delà de l'ouvrage d'art sont accessibles par un autre itinéraire moyennant un long détour.

Les opérations de déblaiement et de sécurisation du talus ont commencé dès le mois d'août.

Les matériaux instables en partie supérieure (non glissés) sont purgés. Les travaux de remise en état du talus sont de type masque drainant en enrochement posé sur géotextile. Ils sont réalisés par une entreprise sous la direction de l'Inrapôle Languedoc Roussillon et des spécialistes ouvrage en terre du PRI de Montpellier.

1.4 - L'engagement de l'enquête

Au vu des circonstances et du contexte de l'accident, le directeur du bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre (BEA-TT) a ouvert le 30 août 2024, une enquête technique en application des articles L. 1621-1 à L. 1622-2 et R. 1621-1 à R. 1621-26 du Code des transports.

L'accident entre dans la catégorie des accidents « graves » qui doivent obligatoirement faire l'objet d'une enquête selon les directives de l'Union européenne transposés dans le Code des transports. En effet, cet accident a entraîné des dégâts matériels importants¹ dont le montant a été évalué, en analyse immédiate par le BEA-TT, comme supérieur au seuil de 2 M€.

¹ Il s'agit en effet, selon l'article L. 1621-2 du Code des transports, d'un « déraillement de train faisant [...] d'importants dommages au matériel roulant, à l'infrastructure ou à l'environnement [...], sachant que l'on entend par « dommages importants » des dommages qui peuvent être immédiatement estimés par l'organisme d'enquête à un total d'au moins deux millions d'euros. »

L'enquête ne vise pas à déterminer des responsabilités. Elle vise à collecter et analyser les informations utiles pour déterminer les causes exactes et les facteurs contributifs à la survenue de l'accident, en vue de formuler des recommandations de sécurité visant à réduire le risque de répétition d'accident analogue.

1.5 - L'organisation de l'enquête

Elle s'est articulée autour de plusieurs axes : l'identification des causes de l'événement, l'examen des opérations préalables de la surveillance de la voie et des abords, la prise en compte par le GI SNCF-R de la présence du canal d'irrigation surplombant ses emprises et des risques induits.

Les enquêteurs techniques du BEA-TT se sont rendus sur place. Ils ont rencontré les représentants de SNCF Réseau, gestionnaire d'infrastructure, et de SNCF voyageurs (TER), entreprise ferroviaire, de la section de recherche de la gendarmerie et de l'ASA qui regroupe les sociétaires des canaux d'irrigation de Marquixanes. Ils ont recueilli les témoignages ou déclarations écrites des opérateurs impliqués. Les enquêteurs ont eu communication de l'ensemble des pièces, documents et rapports d'analyse de ces entités, demandés pour leur enquête.

Pour les investigations et analyses concernant la rupture de l'ouvrage en terre, ils ont eu à leur disposition les éléments de procédure recueillis dans le cadre des procédures judiciaires diligentées, l'une au pénal par le procureur de la République de Perpignan (enquête préliminaire), l'autre au tribunal administratif de Montpellier sur saisine de SNCF Réseau. Ils ont à ce titre reçu plusieurs contributions d'experts de justice mandatés par ces juridictions, ainsi que d'experts missionnés directement par les parties sur l'analyse de l'évènement, notamment un rapport d'experts mandatés par SNCF Réseau. Le BEA-TT a également eu à sa disposition une expertise réalisée par le CEREMA pour le compte de la commune d'Eus et celui du SIVU du Conflent, dont une canalisation d'eau potable était fixée en encorbellement sur cet ouvrage.

À la suite du recueil des faits et de leur exploitation, les enquêteurs techniques ont partagé leurs analyses avec les acteurs du système ferroviaire, afin de conduire l'enquête de manière aussi ouverte que possible, de mettre les résultats en commun et de permettre à toutes les parties d'être entendues. Le projet de rapport final, avant d'être rendu public, a fait l'objet d'une consultation en novembre 2025 afin de recueillir les observations des autorités et entreprises concernées.

2 - La description du fait survenu

2.1 - Le contexte de l'accident

2.1.1 - La ligne de Perpignan à Villeneuve-Vernet-les-Bains-Fuilla

La ligne ferroviaire n° 679 000 de Perpignan à Villeneuve-Vernet-les-Bains-Fuilla est une ligne à voie unique de groupe 8 AV² de 47 km de longueur. Elle est électrifiée en 1 500 V continu. Elle est équipée d'une couverture radio GSM-GFU.

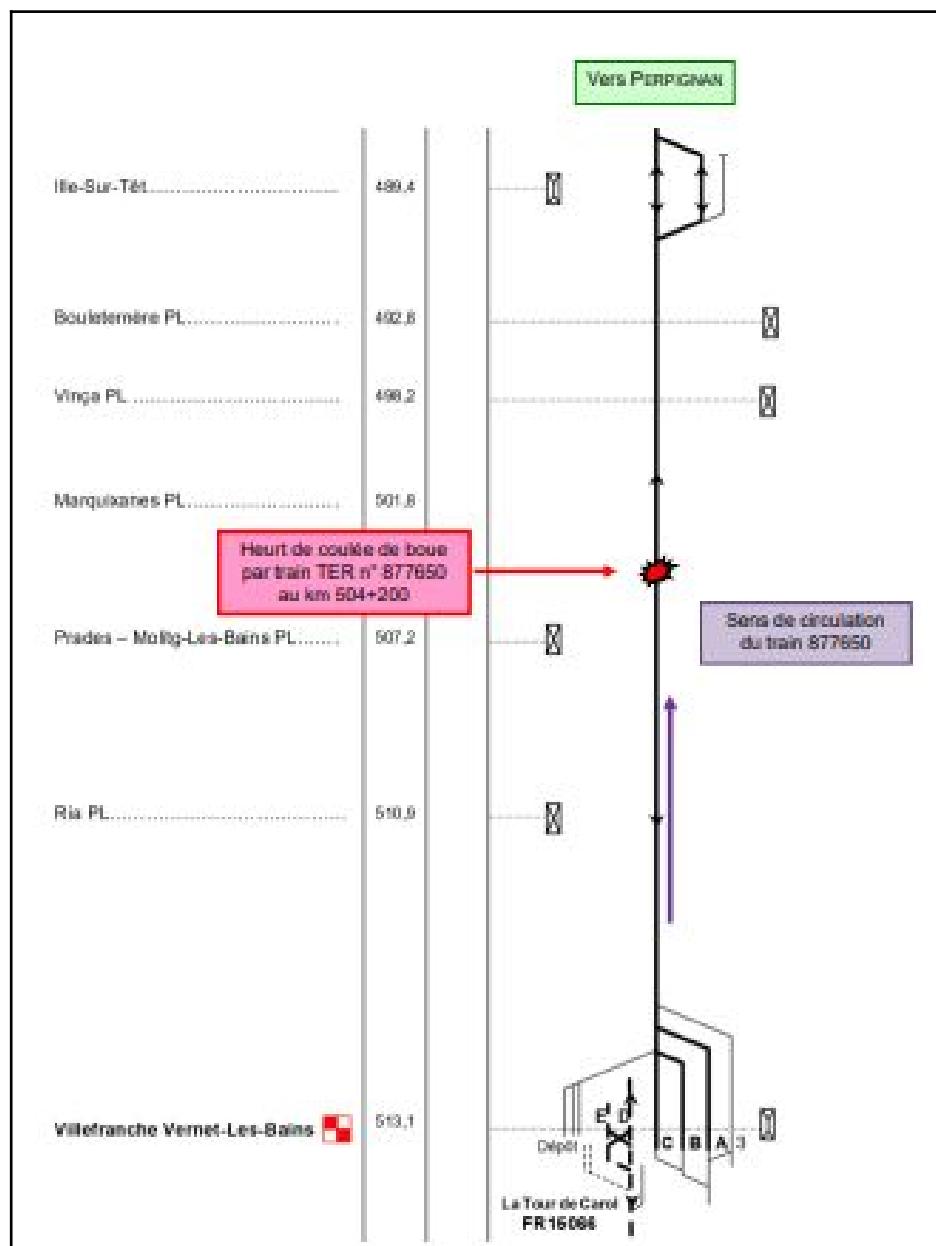


Figure 5 : Situation du déraillement du TER
Source SNCF

2 8AV : ligne supportant un trafic compris entre 1 500 et 3 500 tonnes par jour avec des voyageurs

Les modes d'exploitation de la ligne sur la zone de l'accident sont :

- voie banalisée simplifiée de Perpignan du C 819 (Km 471,5) à Ille-sur-Têt au C 3 (Km 489,8) ;
- voie unique (BMVU) de Ille-sur-Têt C 3 (Km 489,8) à Villefranche-Vernet-les-Bains-Fuilla qui est une gare d'arrêt général.

Elle est équipée dans la zone de l'accident des modes de cantonnement suivants :

- block automatique à permissivité restreinte (BAPR) de l'origine de la voie banalisée jusqu'à Ille-sur-Têt ;
- ensuite signalisation de voie unique jusqu'à Villefranche-Vernet-Les-Bains-Fuilla.

La vitesse maximale des trains au niveau du point de déraillement est de 100 km/h.

La voie est équipée de rails 50 kg/mètre sur traverses bois. La voie est en légère courbe à gauche dans la zone de l'accident lorsque l'on circule de Villefranche vers Perpignan.

La voie est en déblai sur environ 1 230 m dans la zone de l'accident dite tranchée de Prades. La hauteur des talus de part et d'autre de la voie varie entre 4 et 6 m. Les talus sont en pente d'a minima 40 % par rapport à l'horizontale. Ils sont couverts de végétaux et d'arbustes, d'arbres et herbes diverses. Le talus de la zone de glissement, ainsi que sur 200 m de part et d'autre, a été débroussaillé après l'accident.

2.1.2 - Le TER

Le TER n° 877 650, l'AGC n° 27 584, est composé de 3 voitures d'une longueur de 57,4 m pour une masse de 133 tonnes.

Ces rames électriques sont bicourants 1 500 V et 25 000 V et peuvent rouler à une vitesse maximale de 160 km/h. Elles sont articulées avec un bogie commun entre les caisses. Le plancher est plat et abaissé (sauf sous les bogies d'extrémité, à cause des moteurs de traction) ; la majeure partie des places est accessible sans avoir à franchir de marche. Chaque caisse possède une plateforme centrale équipée de portes à deux battants coulissants. Les éléments à 3 caisses ont une capacité de 133 places.



Figure 6 : TER XGC 27 500
Photo SNCF

2.1.3 - *Les terrains environnents avec leurs dispositifs d'irrigation*

Les terrains au sud de la ligne sont agricoles et en surplomb de la ligne. Ils sont exploités en vergers ou en herbages pour les animaux. Le terrain duquel est parti le glissement est exploité enherbé. Des canaux d'irrigation sont situés le long des terrains et permettent aux propriétaires d'irriguer leur terrain en ouvrant des vannes et laissant s'écouler l'eau par gravité. Coté ligne ferroviaire, un fossé de crête de talus, bétonné par endroits et en terre ailleurs, existe sur toute cette section de ligne.

Nous reviendrons plus en détail au chapitre 3 sur la description précise de ces installations.

2.1.4 - *La météorologie*

Le jour de l'accident, la météo est clémene, il fait beau. La température est de 16 °C à 6 h 00, 29 °C à midi. L'humidité dans l'air est de 93 %.

La visibilité est bonne avec un ciel dégagé. Il est 6 h 18 au moment de l'accident et à cette époque de l'année, à cette latitude, le jour est en train de se lever. Le lever du soleil selon météo France est à 6 h 33, c'est-à-dire au moment où le bord de l'astre apparaît au-dessus de l'horizon. Dans le cas présent, nous sommes 15 minutes avant le lever du soleil, soit l'heure où on ne voit pas encore très bien. C'est ce que l'on peut appeler une atmosphère « entre chien et loup ».

Il est à noter qu'aucune pluie n'a été enregistrée ni le jour, ni la veille de l'événement.

2.2 - La description factuelle des événements

2.2.1 - *Les résumés des déclarations*

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 différents témoignages recueillis ou avec les constats et les analyses présentés par ailleurs.

Les témoignages ont été volontairement anonymisés.

2.2.1.1 - *Le conducteur du TER*

Le conducteur conduit depuis 7 ans.

Entré à la SNCF en 2017, il est nommé conducteur le 01 juin 2018 et conduit sur Avignon, Toulouse, Port-Bou, Marseille et la ligne de Villefranche Perpignan de temps en temps. En formation initiale, il conduit des AGC. Lors de ses formations, il a notamment appris qu'en cas d'accident, il faut se mettre derrière le siège pour se protéger.

Le 23 juillet 2024, il a réalisé 5 allers-retours entre Villefranche et Perpignan et a pris son repos hors résidence à Prades.

Le 24 juillet, prise de service à 5 h 30, un taxi l'emmène à Villefranche pour prendre sa rame TER. Il téléphone au service Gestionnaire de Moyen (GM), pour s'assurer de choisir la bonne rame, car il y en a 2 sur site. Il fait les essais réglementaires de sa rame et démarre vers Marquixanes.

Le matin de l'accident, l'aube est commencée mais le soleil n'est pas encore levé.

Sur cette ligne, le conducteur est particulièrement vigilant afin d'être en mesure de réagir efficacement, car, à cette heure de la journée, les trains peuvent être sensibles aux enrayages³.

Après la gare de Marquixanes, il aperçoit en sortie de courbe un « amas de végétation » sur la voie. À 6 h 18, il déclenche immédiatement le freinage d'urgence, ainsi que tous les systèmes de freinage à sa disposition. Le train sort des rails vers la droite. Le conducteur reçoit un objet sur la tête et s'aperçoit qu'il a du sang dans les yeux. Il comprend alors que le train continue sa course vers le pont-route situé à 130 m environ. Par réflexe, il se place sur le côté gauche en arrière du fauteuil. Le choc est violent lorsque la rame heurte la pile droite du pont à une vitesse de 50 km/h.

À l'arrêt, la cabine est inondée de poussière, le conducteur ne réalise pas ce qui lui arrive, il est heureux d'être en vie. Afin d'aller voir les passagers du train, il essaie sans résultat d'ouvrir la porte qui donne accès à l'élément derrière sa cabine. La porte est bloquée. Son téléphone GSM-GFU est cassé. Il sort par la vitre brisée de la fenêtre de la cabine. Il se rend vers les voitures. Les portes des voitures sont bloquées. Il s'enquiert de l'état de santé des voyageurs. Ils vont bien. Enfin, il s'occupe de lui et essaie de faire le point de ses plaies et coups. Il a mal dans le côté et sur le plexus solaire. Il pense avoir été blessé par l'accoudoir du fauteuil.

Parmi les voyageurs, un pompier a cassé une vitre pour permettre aux personnes de sortir de la rame. Un riverain, alerté par le bruit, arrive pour porter secours.

Le contrôleur aide les voyageurs. Il prête au conducteur son téléphone professionnel pour appeler le régulateur au COGC et demander la coupure d'urgence de la caténaire. Le Central Sous-Station (CSS), gérant notamment les coupures d'urgence du courant électrique, est situé à côté du Centre Opérationnel de Gestion des Circulations (COGC), ce qui facilite le passage des informations.

Indépendamment de l'événement, il est à noter que les téléphones de voie ne fonctionnent pas et le téléphone GSM-GFU que le conducteur possède reçoit des alertes mais ne peut pas en émettre. Le numéro du régulateur du Central Sous-Station n'est pas connu des conducteurs.

La séquence de l'accident a duré moins d'une minute.

2.2.1.2 - Le contrôleur présent dans la rame

Il est employé sous contrat CDD saisonnier du 25 juin au 31 août en qualité de contrôleur sur les lignes TER en Occitanie. Il exerce cet emploi saisonnier pour la 2^e saison. Il a été formé et assure l'emploi sur cette ligne depuis plusieurs jours.

Il a pris son service à Villefranche de Conflent le 24/07/2024 après avoir dormi la veille à Prades. C'est la première gare d'origine du premier train du matin pour Perpignan.

Il précise que 2 personnes sont montées à bord du train à Villefranche de Conflent. Un homme est descendu à Prades. Il n'a pas contrôlé les titres de transport des passagers sur cette courte distance.

À Prades, plusieurs passagers sont montés à bord du train, essentiellement ceux qui étaient avec lui au moment de l'accident.

3

Les roues se bloquent au freinage et glissent sur le rail par humidité de celui-ci

Sur le trajet, alors qu'il est assis dans la cabine de conduite arrière du train, il ressent un choc anormal et c'est « comme si le train faisait de l'aquaplaning ». Il est projeté dans la cabine. Sa tête tape dans la porte. À partir de ce moment, il ne comprend pas ce qui se passe. Il ne sait pas s'il a perdu connaissance.

Il n'a plus de souvenir de comment il sort de la cabine, mais il parvient à remonter la rame à pied par l'intérieur et à sortir par une fenêtre brisée à travers laquelle tout le monde sortait. Il y a beaucoup de poussière partout.

Finalement, il se retrouve à l'extérieur de la rame, aidé par un riverain. À ce moment-là, il retrouve ses esprits. Ses priorités sont de trouver le conducteur pour s'assurer que les procédures de sécurité ont bien été prises et effectives et de prendre en charge les passagers.

Il aperçoit le conducteur assis sur un rail, blessé et désorienté, revêtu son gilet-orange, EPI (Équipement de Protection Individuelle) de conducteur. Comme il n'a plus de téléphone, il lui prête le sien pour qu'il passe les alertes. Ils font le point ensemble sur l'application des différentes procédures d'appels.

Ensuite, les pompiers arrivent très vite sur les lieux.

2.2.1.3 - Le riverain du site de l'accident qui est intervenu

Le riverain a acquis 4 mois auparavant le champ situé au-dessus de la voie ferrée. Il a pour objectif d'y installer des ânes et de reprendre la culture et l'irrigation par la méthode d'inondation. À son « tour d'eau » (jour et horaires fixés par l'ASA), il a ouvert la vanne d'irrigation et selon ses dires, il l'a refermée la veille de l'accident.

Le matin vers 6 h 00, le riverain, levé pour son travail, entend un grand bruit. Il sort alors de la maison et aperçoit un nuage de poussière s'élever de la voie ferrée.

Il se précipite pour aller voir et constate que le TER est déraillé et immobilisé.

Il appelle les secours immédiatement.

Il descend le talus et au niveau de la voie, trouve un jeune homme qui est le conducteur qui vient de sortir de la locomotive, la tête en sang qui lui explique qu'il y avait quelque chose sur la voie, qu'il a freiné d'urgence et qu'il faut aller voir les voyageurs dans le reste de la rame.

Il voit les voyageurs dans la première voiture en train d'essayer de sortir. Un pompier de Prades qu'il connaît, essaye de casser une vitre, ce qu'il réussit à faire, et ensuite il aide les voyageurs à descendre. Les voyageurs, peu nombreux, semblent avoir des blessures légères.

Il leur demande de rester sur place pour attendre les secours qui arrivent rapidement. Une jeune femme est partie ; elle ne voulait pas attendre.

Il se rend ensuite dans sa parcelle du dessus pour vérifier que ses ânes sont tous là. Il constate alors qu'une vanne d'irrigation est ouverte et l'eau coule en abondance dans le champ. Il referme aussitôt cette vanne.

2.2.1.4 - Le déroulement des secours

Vers 6 h 20 le riverain du site de l'accident alerté par le bruit est venu porter assistance et a appelé les secours. Au même moment, l'Agent Circulation (AC) de Villefranche et celui de l'Ille-sur-Têt demandent la coupure d'urgence électrique et prennent les mesures de protection du train.

À 6 h 30 arrivée des pompiers.

À 7 h 30 arrivée de l'astreinte EIC (Établissement Infra Circulation) désigné CIL (Correspondant Incident Local), la gendarmerie et le sous-préfet sont sur place.

À 7 h 40, les clients blessés sont évacués.

À 11 h 30 le pont-route percuté par le TER est interdit à la circulation routière.

Une cellule psychologique a été mise en place.

2.2.2 - *L'examen de l'enregistrement des paramètres de conduite*

L'Analyse de l'enregistrement ATESS par le BEA-TT montre les éléments suivants :

- la mise en service de la rame à 5 h 42 minutes et 32 secondes ;
- l'essai de frein effectué à 5 h 55 ;
- les essais réglementaires ont été effectués ;
- le départ à 6 h 06 de Villefranche-Vernet-les-Bains ;
- l'arrêt à Ria avec une minute de retard ;
- le départ de Ria avec une minute de retard ;
- l'arrêt à Prades avec une minute et 56 secondes de retard ;
- le départ de Prades avec 1 minute et 26 secondes de retard ;
- la mise en vitesse pour atteindre la vitesse de 97 km/h pour une vitesse de ligne maximale de 100 km /h ;
- l'action sur le freinage d'urgence à 6 h 18 minutes et 6 secondes alors que le train roule à 97 km/h ;
- À 75 km/h, et à 160 m après l'action sur le freinage d'urgence, l'enregistrement montre dans la même seconde et sur une distance de moins d'un mètre plusieurs actions simultanées : action du sifflet (entendu par les témoins), baisser pantographes, changement de sens de marche à plusieurs reprises (sens avant/ sens arrière), portes non contrôlées fermées/isolement de plusieurs dispositifs de sécurité tels que le KVB, la RS, la VACMA, la BI et mise en position haute de l'interrupteur de la VACMA.
- Ce dernier point correspond au choc avec le dépôt de terre à 75 km/h qui a créé un gros dysfonctionnement électrique des systèmes en cabine. En effet toutes ces opérations ne sont pas possibles en même temps.

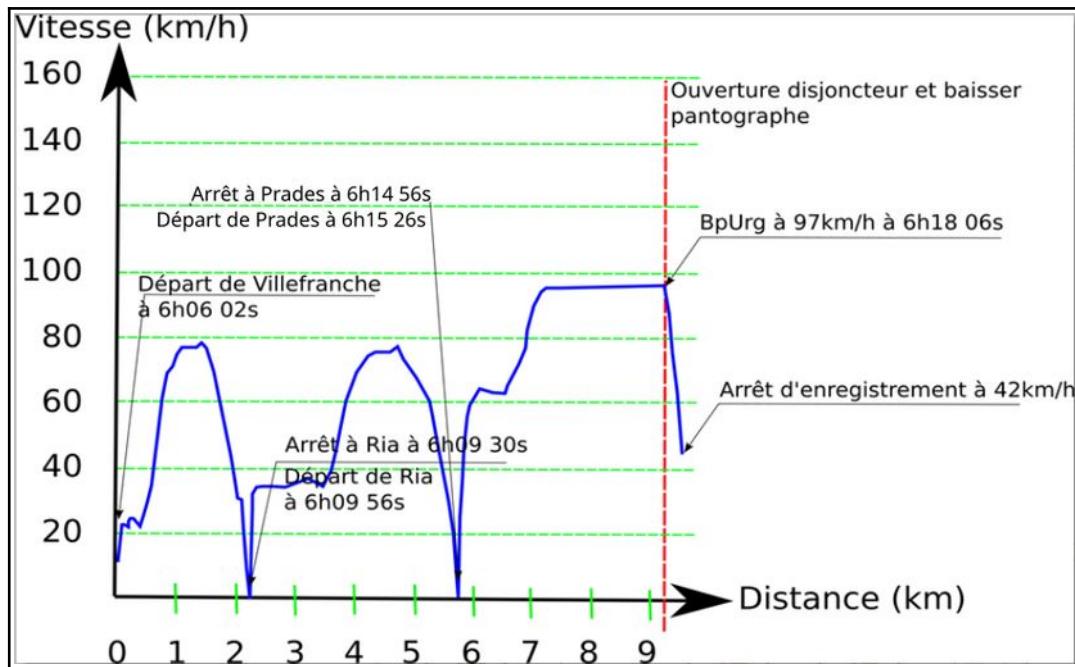


Figure 7 : Exploitation de la bande ATESS du TER
Source SNCF, légende BEA-TT

2.2.3 - Les premiers constats sur le talus effondré

Un dépôt de terre qui recouvre le pied de talus (20 à 30 cm) et les rails sur une épaisseur d'environ 10 cm (au-dessus du champignon des rails) s'est produit au PK 503,730. Le dépôt provient d'un glissement du haut du talus. Ce talus est situé coté droit de la voie dans le sens Villefranche vers Perpignan. La zone de glissement s'étend sur une longueur d'environ 5 m, d'une hauteur de 4 m et d'une profondeur de 0,5 à 1 m. Les matériaux mobilisés d'un volume d'environ 10 à 20 m³, sont relativement solides.

La zone d'érosion de terrain par écoulement de l'eau qui a suivi, est localisée précisément du PK 503,730 au PK 503,735.



Figure 8 : Vue de la zone glissée depuis un drone
Source SNCF



Km 503+730 à 503+735 : observations faites le jour de l'incident en crête, sur le talus, en pied

Figure 9 : Vue de la zone impactée au PK 503,730 le 24/07/2024

Source SNCF

La présence d'une large zone inondée en crête (sur le chemin et sur la parcelle située au droit du glissement) est observée le jour de l'incident. Ces matériaux étaient très probablement fortement saturés en eau, car ils ont atterri jusque sur la piste côté opposé du talus, et glissé sous-forme d'une coulée de boue. Nous reviendrons ultérieurement en partie 3 de façon très approfondie sur les constats effectués sur le talus et les analyses entreprises afin de déterminer les raisons du glissement.

2.2.4 - Les premiers constats sur l'ouvrage d'art

Il s'agit d'un ouvrage maçonné situé au PK 503,604 de la ligne. Il a été heurté au niveau de la culée. Il s'agit d'un pont-route à voûte surbaissée construit en 1870, conçu en moellons de type galets de rivière. Les piédroits sont en moellons avec quelques briques que l'on retrouve sur les tympans de la voûte. Les maçonneries de pierre sont jointoyées à la chaux.



Figure 10 : Dégâts sur la voie et les caténaires
Photo BEA-TT



**Figure 11 : La zone d'impact : photo de gauche, vue depuis Villefranche ;
photo de droite, vue depuis Perpignan - Source SNCF**

Au pied de l'ouvrage, on voit qu'il existe 2 aqueducs de 0,5 m de large à l'arrière des murs de front qui assurent la continuité des caniveaux à eau de part et d'autre de la voie. Ces caniveaux ont une largeur de 550 mm et une hauteur de 1 000 mm.



Figure 12 : Aqueducs traversant les deux lignes d'appuis – vue depuis Villefranche
Source SNCF

On peut voir sur la chaussée en tout venant, la présence d'ornières.

Sous le choc, des galets ont été projetés à plus de 40 m après la zone d'impact. Ces galets sont de dimensions maximales d'environ 70 cm pour un poids d'environ 500 kg.

Nous constatons la décohésion galets/joints sur toute la zone accidentée et l'éjection des galets qui ont disloqué la maçonnerie.

Une partie du pied-droit avec un volume assez important de maçonnerie est détruite.

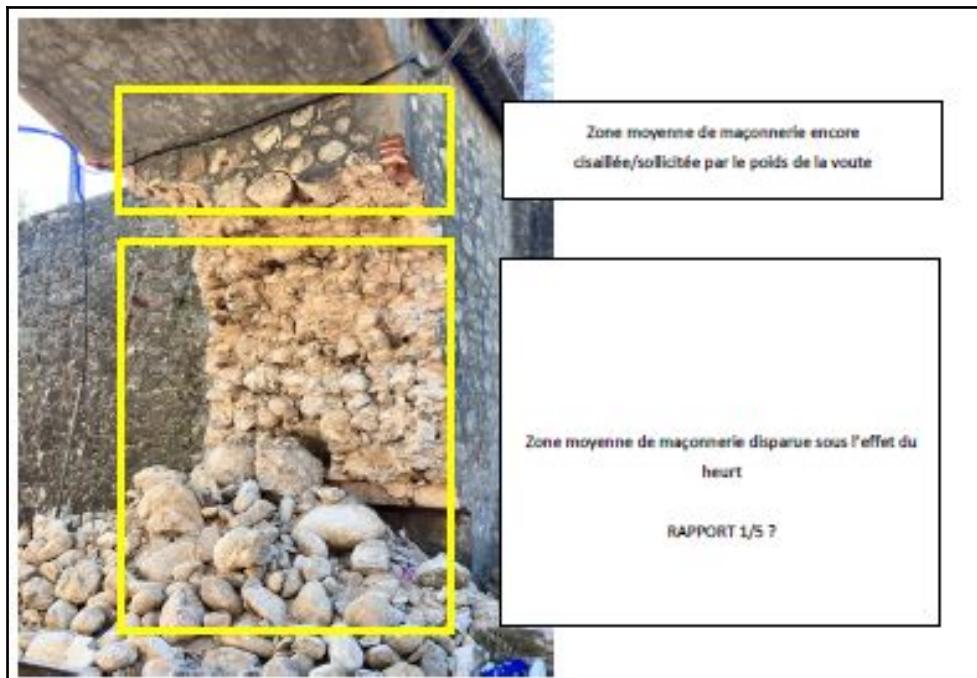


Figure 13 : Vue du mur disloqué par le TER coté droit en venant de Villefranche
Source SNCF

L'ouvrage a été expertisé pour conclure à sa reconstruction.

2.2.5 - Les dommages sur la rame accidentée

La rame a déraillé du premier bogie de tête et du premier bogie de la première remorque.



Figure 14 : Dégâts de la rame TER, vue sur la motrice avant
Source SNCF

2.2.5.1 - Les dommages à la motrice avant

L'avant de la motrice est très abîmé et sa partie droite qui a heurté l'ouvrage d'art est enfoncée. La cabine du conducteur a été très fortement endommagée. Le pare-brise a explosé, une grande partie de la cabine est cassée. Le tableau de bord et les instruments sont hors d'usage.

Les caissons de protection de la cabine de conduite ont pour objectif de protéger le conducteur en cas de choc. Ils sont constitués de poutres qui abritent des zones indéformables. Ce sont des poches de survie qui ne se tordent ou ne s'aplatissent pas en cas de choc. On aperçoit les traverses sur la photo avec des parties qui sont arrachées et d'autres qui ne se sont pas déformées. Ici ils ont bien rempli leur rôle.



Figure 15 : Dégâts de l'avant de la rame TER et vue d'une partie des structures amortissantes
Source BEA-TT



Figure 16 : Dégâts dans la cabine de conduite
Source gendarmerie

2.2.5.2 - Les dommages aux voitures derrière la motrice

La première voiture derrière la cabine est fortement altérée. Les fauteuils ont été déplacés et en partie cassés, la poussière couvre l'ensemble de l'intérieur de la voiture, les vitres sont cassées.



Figure 17 : Dégâts dans le premier élément de la rame
Source gendarmerie

2.2.6 - Les dommages à la voie et la cinématique du déraillement

La voie est en partie détruite (traverses béton bi-blocs déformées et attaches cassées) sur une zone d'environ 200 m entre les PK 503,550 et 503,750, un poteau caténaire est tordu, en partie coupé, la caténaire et son armement sont abîmés.

Le train a percuté le tas de terre, le premier bogie de la voiture de tête a déraillé.

Ensuite la rame a été retenue par le rail de droite côté intérieur, et une partie de la rame sur une largeur de plus de 1,50 m dépassait la voie côté piste. La rame engageait le gabarit du pont et donc a heurté le pied droit dans un violent choc qui a entraîné l'arrière de la 1^{re} voiture vers l'autre côté de la voie. À ce moment, cette partie arrière est venue heurter le poteau caténaire (Figures 18 et 19).

2.2.7 - Conclusion intermédiaire sur la cause immédiate du déraillement

Les constatations immédiates concluent qu'une partie du talus a glissé vers le pied de talus, les matériaux, mélange de boue et d'eau, se sont répandus sur la voie sur une épaisseur de 15 à 20 cm, provoquant le déraillement du TER. Une fois déraillé, le TER est resté guidé par les rails mais a engagé le gabarit de l'ouvrage routier qu'il a heurté violemment au niveau de la culée.



Figure 18 : Dégâts à la voie
Source BEA-TT



Figure 19 : Poteau caténaire abîmé (à gauche) et coulée de boue sur la voie (à droite)
Source gendarmerie

2.3 - Le déroulement reconstitué de l'accident

2.3.1 - La circulation du TER entre Villefranche et Perpignan

Le 24 juillet à 5 h 42, le conducteur met en service la rame TER. Il effectue les essais de frein à 5 h 55.

Le TER n° 877 650 part à 6 h 06 de Villefranche-Vernet-les-bains vers Perpignan.

Il s'arrête à 6 h 09 min et 30 s à la station de Ria et ensuite à 6 h 14 min et 56 s à la gare de Prades. Il repart de Prades à 6 h 15 min et 26 s avec 1 min et 26 secondes de retard et met son train en vitesse pour atteindre 97 km/h. La vitesse nominale de ligne est de 100 km/h.

À 6 h 18 min et 6 secondes, il déclenche un freinage d'urgence (BPURG) après avoir vu une masse sombre sur la voie qu'il considère comme un obstacle.

Le train heurte un dépôt de terre et déraille à 75 km/h, et 160 m après l'action du BPURG.

2.3.2 - Le déraillement, le heurt du pont-route et les mesures de sécurité

Le TER déraille au PK 503,735 et ensuite vient heurter le pont-route situé au PK 503, 597 et termine sa course au PK 503, 570.

Le train a heurté le pont-route à une vitesse estimée de 42 km/h. Le conducteur qui a vu son train sortir des rails, et se diriger vers la pile du pont s'est projeté sur le côté gauche derrière le siège pour se protéger.

Le choc a été très violent. Le conducteur est blessé. Le 1^{er} bogie de tête est déraillé ainsi que le 1^{er} bogie de la 1^{re} remorque voyageur juste derrière la motrice.

La culée droite du pont, dans le sens de la marche, est très abîmée.

Vers 6 h 20 le riverain du site de l'accident, alerté par le bruit, est venu porter assistance et a appelé les secours.

À 6 h 20 le régulateur demande la coupure d'urgence électrique, l'AC (Agent Circulation) de Villefranche et celui de l'Ille-sur-Têt prennent les mesures de protection du train,

À 7 h 15, les pompiers, la gendarmerie et le Sous-Préfet sont sur place.

À 7 h 30 arrivée de l'astreinte EIC (Établissement Infra Circulation) désigné CIL (Correspondant Incident Local).

À 7 h 40, les clients blessés sont évacués.

À 11 h 30 le pont-route percuté par le TER est interdit à la circulation routière.

3 - L'analyse du fait survenu

Les constats immédiats nous ont conduits à centrer nos analyses sur les sujets hydrologique et géotechnique.

3.1 - Les investigations et analyses sur l'hydrologie

3.1.1 - Historique d'irrigation des terrains environnents de la vallée de la Têt

Un des premiers textes relatifs aux canaux de Prades date de 1305. C'est la concession des eaux des sources « *d'en Gorner* » et de la rivière de la *Têt*, par Jacques, roi de Majorque, comte de Roussillon et de Cerdagne, à *l'université de Prades* et à ses habitants pour l'irrigation de leur terre. La concession installe le « droit d'eau ». Ce droit s'est maintenu et affirmé pendant que les canaux se sont développés, à travers les siècles, malgré de nombreuses vicissitudes, au 19^e siècle en raison de l'augmentation et de la diversification des usages.

Durant les années 1930 à 1960, de nombreux ouvrages ont été réalisés : viaducs, siphons, tunnels et prolongations. Depuis les années 2000, les dépenses d'entretien et de gros travaux demeurent stables en volume.

Les canaux de la vallée de la *Têt* comportent plusieurs branches. Les canaux de Prades (Branche Eus et Marquixanes) sont gérés par une Association Syndicale Autorisée (ASA, régie par une Ordonnance du 01/07 /2004) sous tutelle de l'État, et autorisée par arrêté préfectoral et de droit public (règles de comptabilité publique, contrôle de légalité préfectoral, etc.).

Le siège de l'Association est dans la mairie d'Eus. Les statuts font l'objet d'un arrêté préfectoral n° 3749/2008 du 08/09/2008. Le plan parcellaire (Figure 20) et la liste des biens immeuble inclus dans le périmètre sont conservés de façon indissociable avec les statuts au siège de l'ASA.

Ce périmètre syndical a été défini lors de la création de l'ASA. Tout propriétaire d'une parcelle comprise dans ce périmètre est adhérent de l'ASA (ou tenancier). C'est une obligation liée à la parcelle et non un choix du propriétaire, qu'il utilise ou non l'irrigation. Le bureau syndical de l'ASA est constitué de membres bénévoles (les syndics), élus par l'ensemble des propriétaires constituant l'ASA, lors de l'Assemblée Générale biennuelle. Chaque adhérent d'une ASA est tenu de s'acquitter de la redevance syndicale, indispensable au budget de l'ASA. Il s'agit bien d'une redevance d'entretien, qui n'est pas liée à l'usage ou à l'accès à l'eau.

Pour information, le budget total de l'ASA de Prades est d'environ 20 000 €/an provenant essentiellement de cette redevance⁴.

Le but et l'objet de l'ASA relevés dans ses statuts sont les suivants :

L'association syndicale a pour objet la répartition de l'eau d'irrigation entre les différents associés.

L'association syndicale est chargée de l'administration, la gestion et l'exploitation du Canal principal d'Eus et Marquixanes. Elle est également chargée de la répartition des eaux entre tous les adhérents du réseau d'irrigation gravitaire, des stations de pompage et du réseau d'irrigation sous-pression en vue de l'irrigation des terres situées au sein de son périmètre syndical.

⁴ L'ASA de Prades emploie deux personnes pour le secrétariat (mutualisé avec 32 autres ASA du Conflent) et deux personnes pour la gestion technique du canal, travaux, évolution et entretien.

Elle est chargée de la construction, l'exploitation, la gestion et l'entretien des ouvrages, y compris l'exécution des travaux de grosses réparations, d'amélioration ou d'extension qui pourraient ultérieurement être reconnus utiles à l'aménagement du canal principal.

Et plus généralement de tous ouvrages ou travaux entraînant une amélioration de la mission principale et s'y rapportant directement ou indirectement.

À titre ponctuel et marginal, l'association pourra accomplir certaines activités accessoires contribuant à l'accomplissement de son objet ou qui en sont le complément naturel.

Par ailleurs, il est important de préciser que si la vocation première du canal d'Eus et Marquixanes est le transport des eaux d'irrigation, le canal joue également un rôle de collecteur d'eaux de ruissellement lors des épisodes pluvieux. Ce rôle « naturel » est induit par sa situation et la topographie du terrain.

Les branches et rigoles secondaires seront obligatoirement et régulièrement entretenues par les propriétaires riverains sous leur responsabilité. En cas de non-respect de cette obligation, l'adhérent pourra être passible d'une amende conformément aux dispositions du règlement de service.

3.1.2 - La cartographie et le fonctionnement du réseau d'irrigation d'Eus Marquixanes

Le Canal d'Eus et Marquixanes aujourd'hui alimenté par le canal de l'Union, dérivant lui-même les eaux de la Têt, met l'eau à disposition des canaux Branche Ancienne et Branche Nouvelle de Marquixanes du dimanche midi au jeudi 18 h. Le canal franchit la voie ferrée dans la zone de l'accident et il alimente le terrain en surplomb de la voie (Figure 21).

Pour la distribution de l'eau, chaque prise d'eau est équipée d'une vanne qui permet de réguler son débit :

- les verrouillage et déverrouillage des œils du canal principal conduisant l'eau dans les branches secondaires relèvent de la compétence du garde vannes en fonction des horaires fixés par les tours d'eau ;
- en revanche, sur les branches secondaires et les rigoles, les irrigants peuvent manœuvrer les vannes selon les horaires fixés par les tours d'eau.

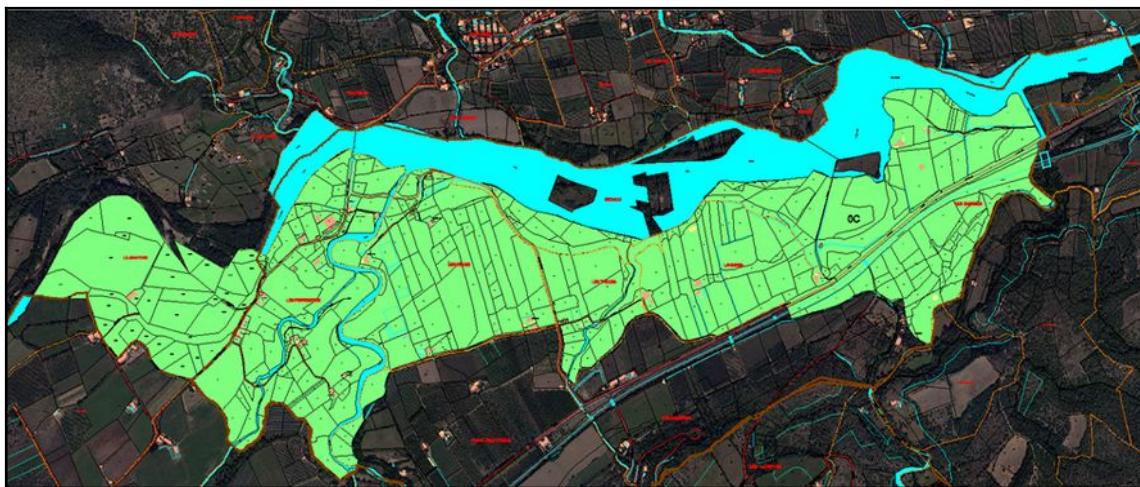


Figure 20 : Vue générale de la zone d'irrigation (ASA) du canal EUS-MARQUIXANES
Source dossier judiciaire

3.1.3 - Fonctionnement de l'irrigation sur la parcelle située au-dessus de la voie ferrée et départ du glissement de terrain

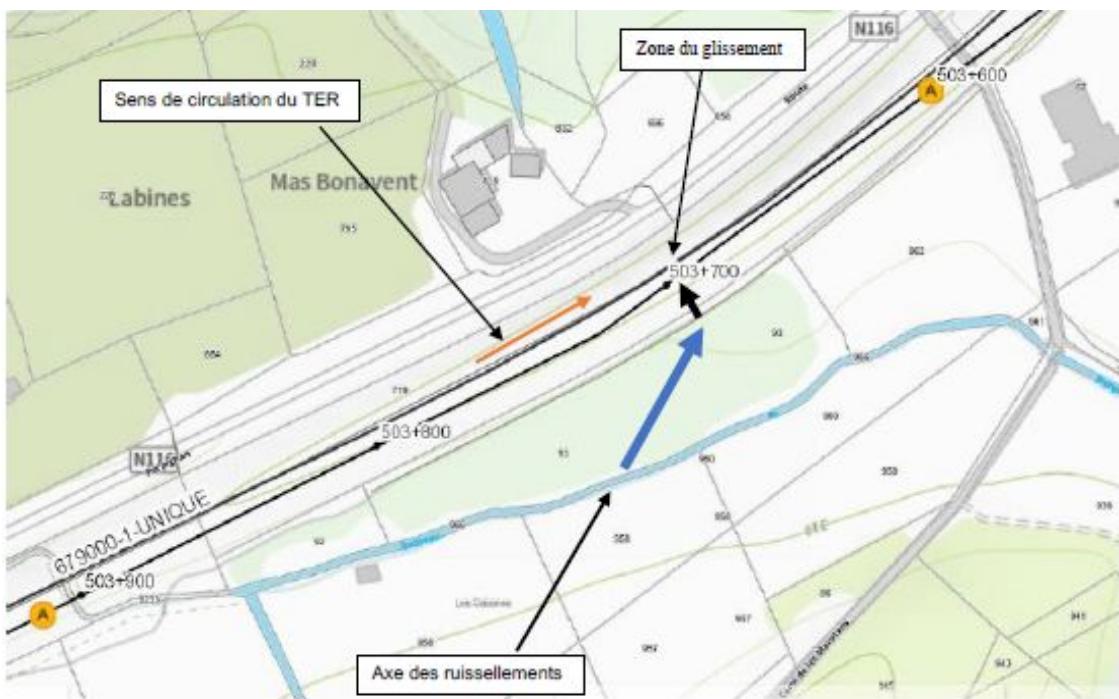


Figure 21 : Vue générale de la parcelle inondée avec le sens du ruissellement de l'eau depuis le canal d'irrigation

Source dossier judiciaire

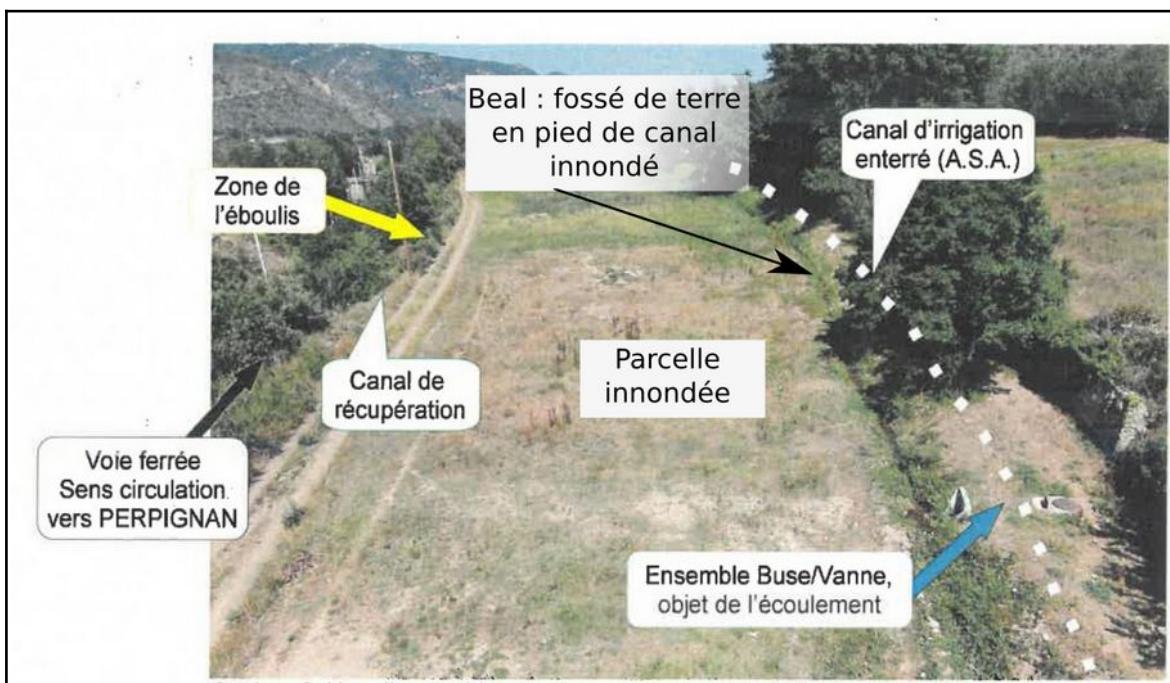


Figure 22 : Vue générale de la parcelle c 93 inondée et des canaux d'irrigation

Source dossier judiciaire

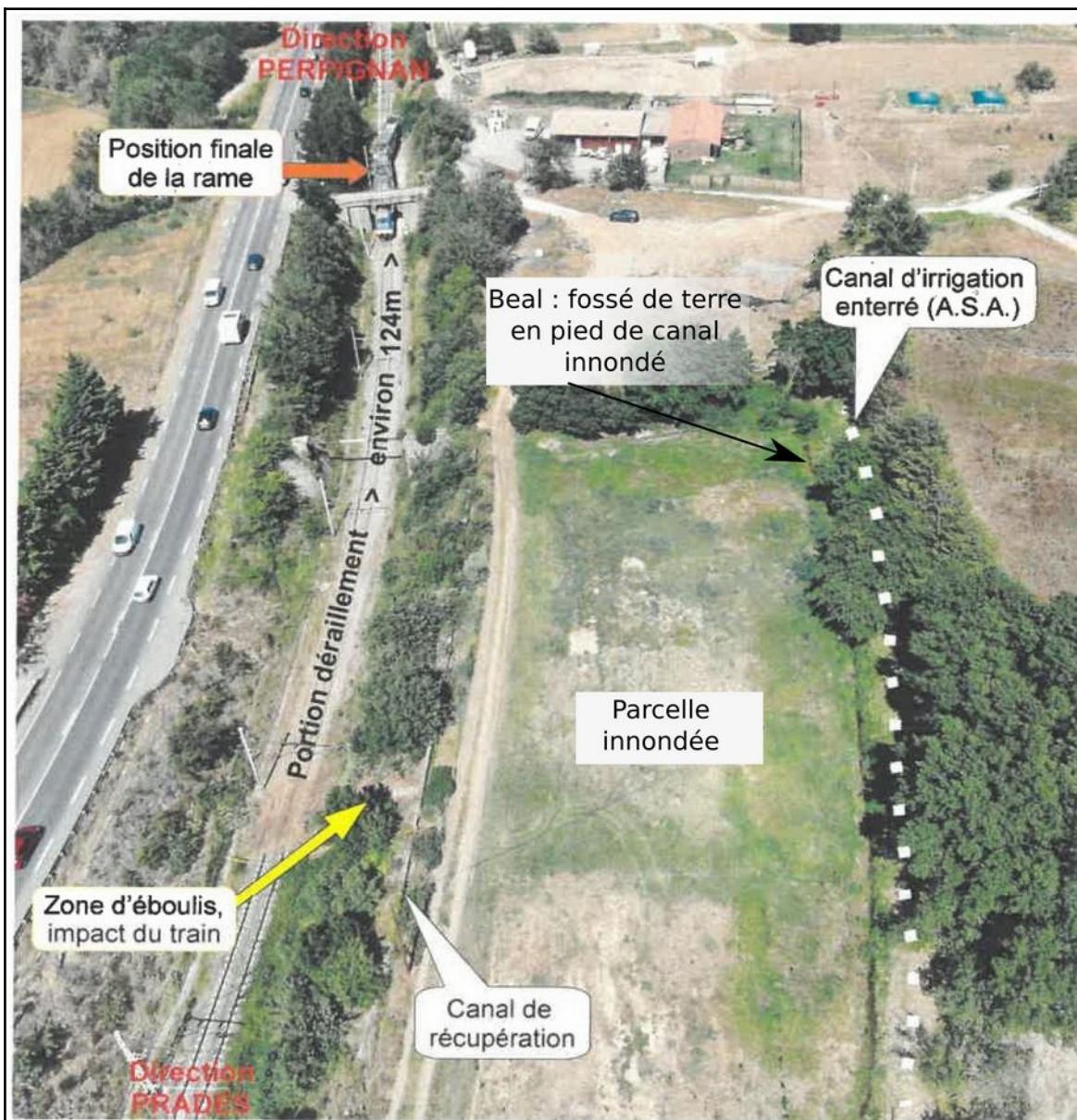


Figure 23 : Vue générale du site (RD 66, voie ferrée, parcelle inondée et canaux d'irrigation – en haut de la photo : vue de la ferme des riverains primo arrivants sur l'accident)

Source gendarmerie

Comme cela a été expliqué précédemment, les canaux d'irrigation sont anciens et bien antérieurs à la création de la voie ferrée qui a été construite entre 1863 et 1877.

À l'origine, les terrains agricoles étaient irrigués en surface, grâce à des vannes disposées régulièrement le long de la branche principale du canal d'Eus à Marquixanes.

Par la suite, sur certaines parcelles plantées de vergers, le mode d'irrigation a été modifié pour fonctionner avec un système de goutte-à-goutte.

La parcelle C 93, un pré situé au-dessus de la voie ferrée, était plantée de vergers qui ont été arrachés. Après une interruption de 5 ans, le mode d'irrigation en surface (ou irrigation plein champ) a de nouveau été utilisé suite au rachat du terrain par un nouveau propriétaire.

Le dispositif d'irrigation est situé coté droit, sur les figures, de la parcelle C 93, à l'opposé de la voie ferrée. Il est constitué d'un fossé en béton ouvert du PK 503,800 vers le pont

cadre supportant le canal d'irrigation qui traverse la voie ferrée au PK 503,910. Il a une largeur de 0,50 m et une profondeur de 0,70 m approximativement.

Du PK 503,800 au PK 503,680, ce canal est busé et enterré. Il existe deux distributeurs avec martellière qui permettent d'irriguer le champ. L'un est situé au PK 503,800 et l'autre au PK 503,680 (voir Figures 24 et 25).

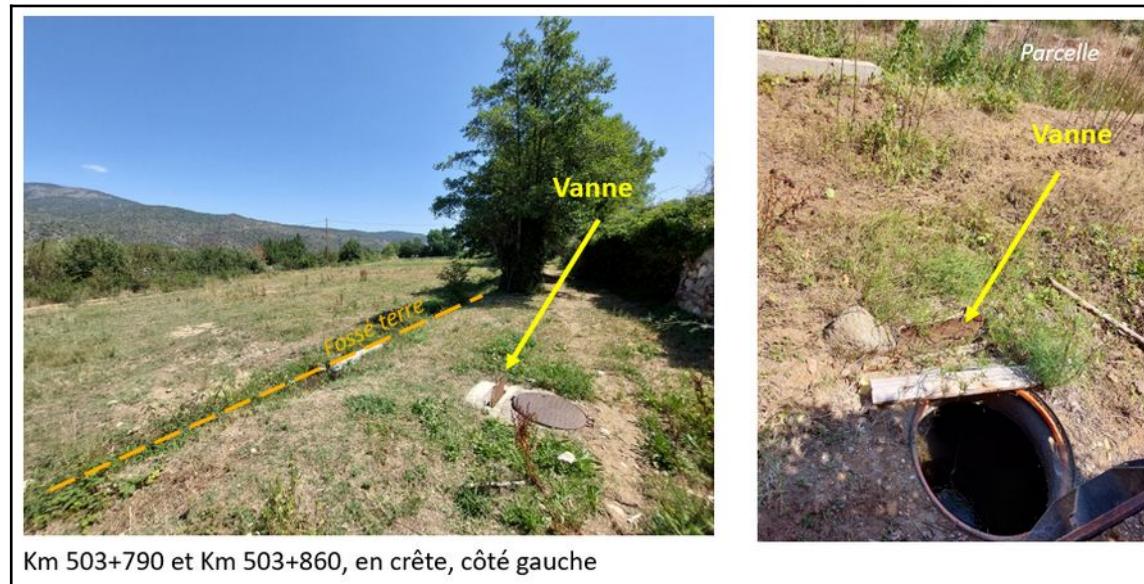


Figure 24 : Photo de gauche : Beal et vanne d'irrigation – Photo de droite : vanne d'irrigation
Source rapport TA

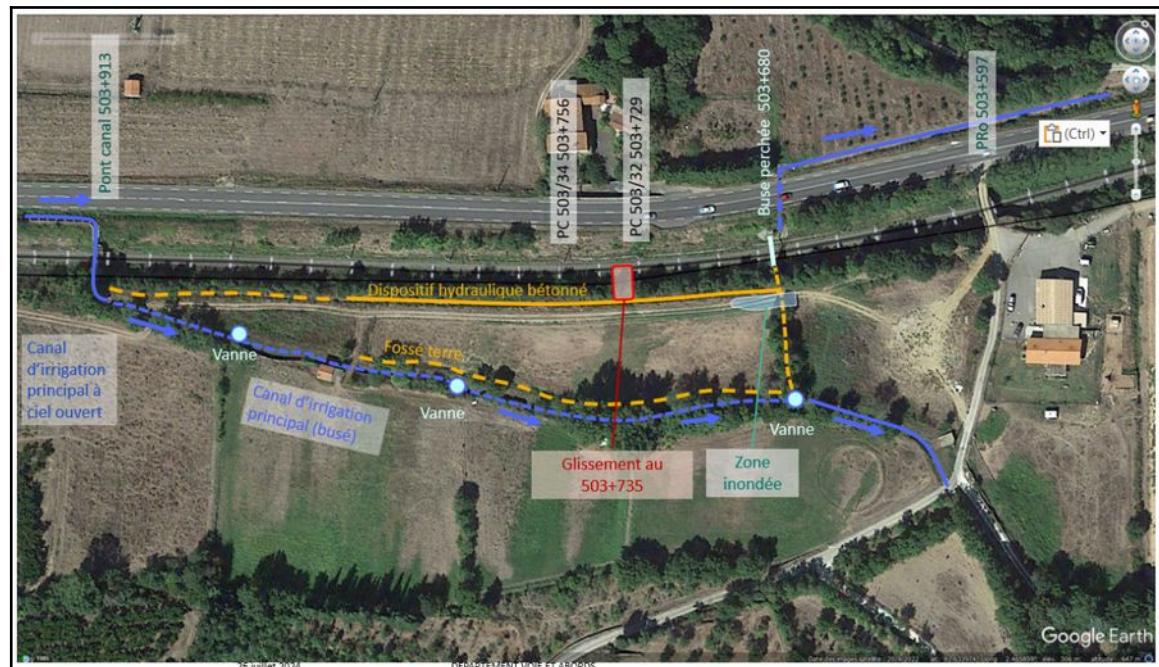


Figure 25 : Synthèse cartographique des dispositifs d'irrigation sur site
Source SNCF Réseau

Les travaux d'enfouissement du canal ont été réalisés afin de limiter significativement les risques de débordement. La réduction de largeur des trappes d'irrigation par l'ASA a également permis de diminuer le débit afin de mieux réguler la distribution de l'eau par gravité.

Sur le terrain, un fossé en terre, situé en parallèle du canal d'irrigation, nommé « béal » (Figure 24) comporte des ouvertures vers le champ et a pour fonction de répartir sur le champ, de façon homogène, la lame d'eau venant du canal suite à l'ouverture de la vanne.

Ce fossé n'a pas joué son rôle, car le débit était trop intense et la présence de végétation dans ce fossé gênait l'écoulement des eaux. L'eau, dans sa majorité, s'est déversée dans le champ en un seul point, conduisant en un écoulement ponctuel à travers le champ avec un impact plus important en crête de talus.



*Figure 26 : Photo de gauche : érosion du bord aval du fossé de terre de redistribution (béal)
Photo de droite : fossé répartiteur (béal). La végétation empêche le bon écoulement des eaux et donc la répartition de la lame d'eau sur l'ensemble du champ*
Source rapport TA

Actuellement, cette parcelle est une pâture pour des ânes. Le récent propriétaire de ce terrain utilise néanmoins, de nouveau, l'irrigation en surface de ce terrain. Le mode d'irrigation en surface des terrains était en fonctionnement au moment du glissement du talus. Il est autorisé sur cette parcelle par l'ASA (Eus et Marquixanes) en charge de la gestion de ce canal.

Depuis que la ligne ferroviaire existe, les terrains agricoles sus-jacents ont été irrigués plusieurs milliers de fois, on peut le penser, sans que cela génère de désordre sur les talus (ou alors si des dommages ont eu lieu, ils sont ignorés et absents des bases historiques). Cela suppose que cette méthode soit appliquée de façon normale : respect des débits, des horaires, vérification du bon écoulement des eaux et surveillance.

3.1.4 - Le rôle du fossé bétonné

La crête du talus est aménagée avec un fossé bétonné dont la fonction semble être de collecter les eaux de surplus d'irrigation et de ruissellement de surface. D'après les témoignages oraux (président de l'ASA, et des agents SNCF) cet ouvrage est un fossé de collecte et d'évacuation de l'eau. Sa création est postérieure à celle de la ligne de chemin de fer et pourrait se justifier par une amélioration du recueil des eaux pour éviter des potentiels érosions sur les talus.

Ce fossé est implanté sur les terrains cadastrés C 719 appartenant à SNCF Réseau. Il est implanté sur environ 50 % de la longueur du champ C 93.

Une partie est un fossé de terre visible du PK 503,850 au PK 503,890 en direction du pont canal situé au PK 503,910. L'autre partie est bétonnée, ouverte, et s'étend du PK 503,680 au PK 503,850. Dans cette zone qui couvre la zone du glissement, le fossé a une largeur de 0,50 m et une hauteur de 0,60 m environ.

➤ Principe de fonctionnement :

Ce fossé ne possède pas de barbacane ou orifice drainant sur la paroi côté pré pour intercepter les écoulements qui viennent de cette parcelle.

Le principe de fonctionnement de cet ouvrage est d'intercepter les écoulements de surface provenant gravitairement du pré avec un déversement par-dessus la bordure sud du fossé (coté pré). Ce principe de fonctionnement est pertinent si les eaux arrivent à ruiseler par-dessus la bordure du fossé.

Dans le cas où les écoulements de surface sont empêchés de rejoindre ce fossé bétonné (embroussaillement, piste, merlon modifiant la topographie, galerie d'animaux favorisant l'infiltration sous l'ouvrage, etc.) la fonction de l'ouvrage est nettement altérée. Or cet ouvrage assure deux fonctions :

- collecter le surplus d'eau d'irrigation,
 - protéger le talus des risques d'altération par les eaux d'irrigation et de ruissellement.

3.1.5 - Les levées topographiques

Les figures 27 et 28 présentent les levées topographiques effectuées.

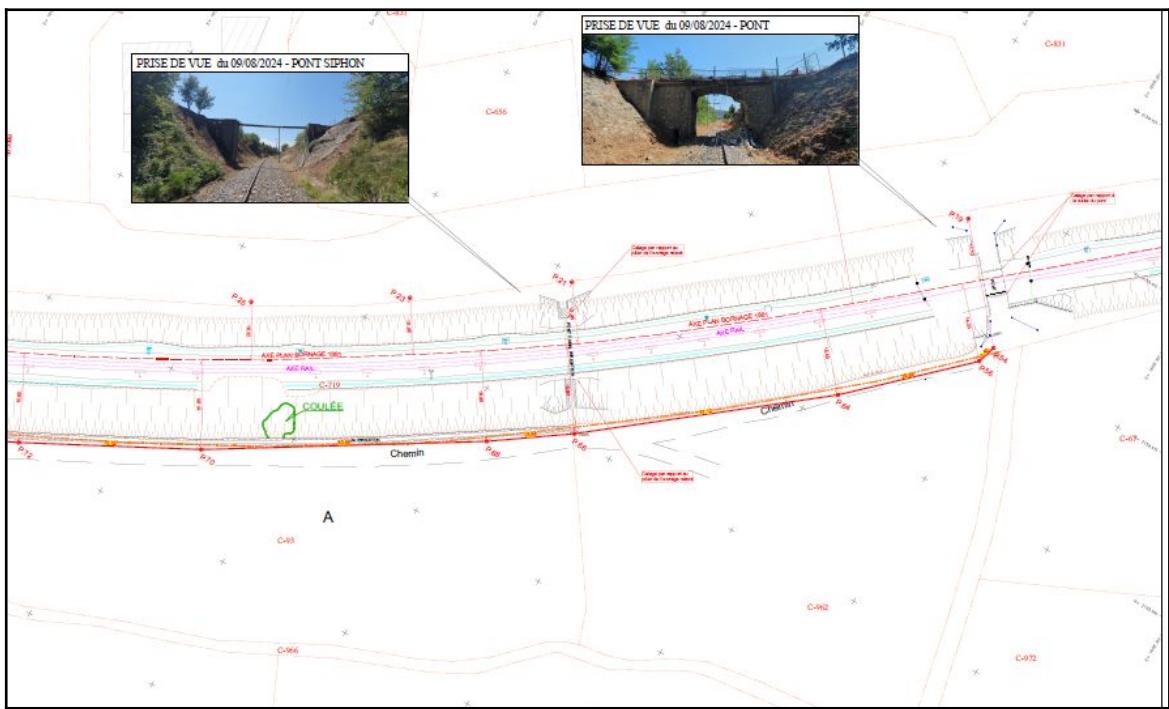


Figure 27 : Plan de piquetage de la voie ferrée et des champs situés au-dessus du talus de la voie ferrée dans la zone du glissement réalisé le 13/08/2024, répartition de la lame d'eau sur l'ensemble du champ
 Source géomètre expert (DGEMA)

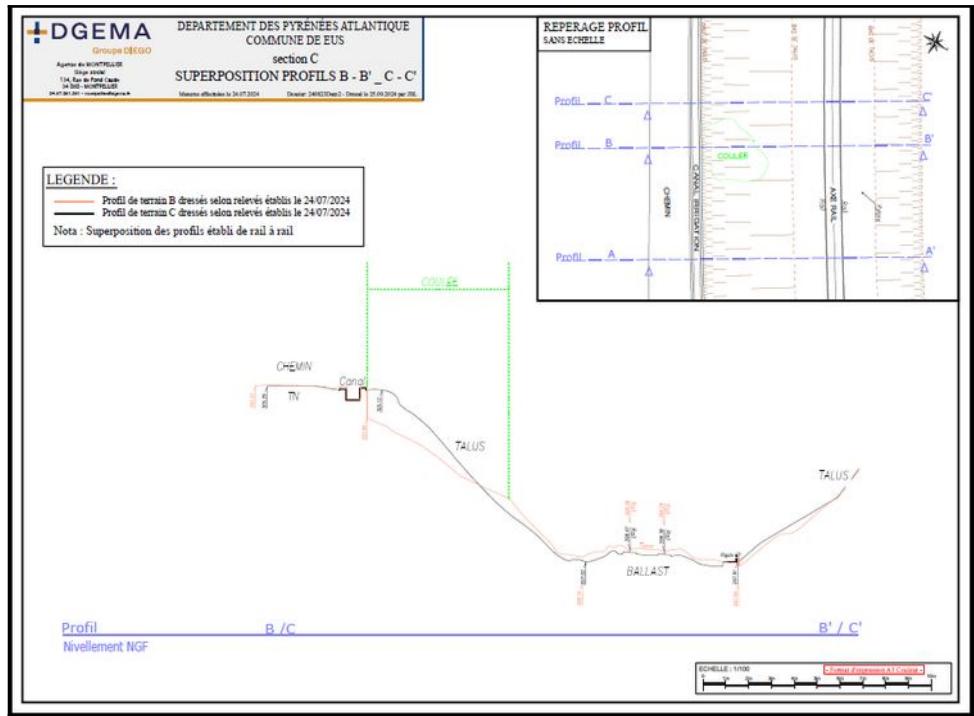


Figure 28 : Coupes topographiques : superposition des profils B-B' et C-C' du talus de la voie ferrée au niveau du glissement réalisées le 12/08/2024,
Source géomètre expert (DGEMA)

On constate que le talus, à travers les deux coupes B-B' et C-C' et leur superposition, est très pentu. La pente du talus en B-B' est de 0,5 et pour la coupe C-C', elle approche 0,8.

On constate de plus que les terrains sus-jacents au talus ne sont pas nivelés pour être plus hauts que le fossé de récupération. Ainsi le fossé ne peut évacuer l'eau avant une forte montée des eaux sur le terrain.

3.1.6 - Le résultat des observations du terrain C 93, après l'accident, les 24 et 25 juillet 2024

Des reconnaissances visuelles ont eu lieu sur la parcelle C 93 les 24 et 25 juillet 2024, immédiatement après l'accident.



Figure 29 : Vue de la parcelle agriculteur avec zones humides le jour de l'accident
Source SNCF

On note une zone humide, visible sur la photo ci-avant, dans le champ en amont de la voie avec développement d'algues vertes en surface. La zone était très humide et saturée le jour de la visite (matin comme après-midi) le 24/07/2024.

Cette venue d'eau abondante sur le terrain du dessus est due à une ouverture d'une vanne du canal d'irrigation située au-dessus du pré.

Le tiers, propriétaire du champ, a la charge de l'exploitation de ce canal d'irrigation pour son propre usage. Il a utilisé le système d'irrigation par gravité pour irriguer son champ. Cette vanne est restée ouverte depuis le soir du jour précédent jusqu'à 6 h 30 du matin, heure à laquelle le riverain a constaté que l'eau coulait toujours, que la trappe était ouverte, et l'a immédiatement fermée. Cette trappe aurait dû être fermée depuis la veille au soir. Les excès d'eau se sont répandus vers le talus de la SNCF.

3.1.6.1 - *Les constats du 24 juillet 2024*



Figure 30 : Vue au niveau du PK 503,680 à 503,830
côté gauche : photos prises du chemin privé en bordure de talus prises vers 7 h 27 le 24/07/24
Source SNCF

Les photos prises le matin vers 7 h 30 montrent la présence d'une grande quantité d'eau sur le chemin au droit de la zone de l'incident.

Le chemin est situé à un mètre environ du canal de récupération du haut de talus. Il comporte des traces profondes de circulation d'engins, l'eau s'est concentrée dans ces ornières sans atteindre le canal de crête se trouvant plus haut.

Les photos prises entre 14 et 15 h le 24/07/2024 montrent que le chemin en bas de la parcelle n'est plus inondé mais qu'il est encore humide (forte absorption et évaporation). Il n'a pas été observé de trace d'écoulement (humidité par exemple) du chemin vers le fossé (Figure 31).



Figure 31 : Vue au niveau du PK 503,680 à 503,830

côté gauche : photos prises du chemin privé en bordure de talus prises entre 14 h et 18 h le 24/07/2024
Source SNCF

3.1.6.2 - Les constats du 25 juillet 2024



Figure 32 : Vue au niveau du PK 503,680 à 503,830, côté gauche, photos prise du chemin privé en bordure de talus le 25/07/2024

Source SNCF

La parcelle du riverain au-dessus de la voie ferrée présente quelques roseaux mais n'est pas cultivée. Des traces de dessication récente sont visibles en deçà de la martelliére.

Aucune trace d'eau n'est observée le jour de la visite (25/07/2024).



Figure 33 : Vue au niveau du PK 503,701 côté gauche, photos de la bordure de talus prises le 26/07/2024
Source SNCF

Au niveau de la loupe de glissement du talus au PK 503,701, il n'existe aucune trace de débordement du fossé bétonné.

L'eau s'est répandue dans le champ et est venue jusqu'au canal de récupération en tête de talus. Ce canal est plus haut que le niveau du sol du champ et l'eau a buté contre la partie bétonnée extérieure. Elle n'a pas pu se déverser dans le canal. Il existe un petit vide sous le radier de l'ouvrage. Une fissure verticale de flexion est visible (Figure 33). À cet endroit, le talus est fortement érodé en tête sous l'ouvrage, ce qui montre que l'eau a transité sous l'ouvrage.

Le radier de l'ouvrage hydraulique de récupération des eaux a été coulé en place avec des granulats d'origine locale, et ponctuellement, il est conforté par un rail métallique.

3.1.7 - Essai de remise en eau des 26 et 27 janvier 2025

Cet essai a été réalisé par la société RTM dans le cadre de la procédure pénale. Son objectif principal est de visualiser les différents cheminements empruntés par les écoulements et d'observer la cinétique des processus hydrauliques ; ceci dans un état de sécheresse comparable à celui de juillet 2024.

Les conditions de remise en eau avec sont à peu près identiques, et sont rappelées ci-dessous. Cependant, nous n'avons pas la hauteur d'eau dans le canal principal, ce qui peut influer sur le débit. :

- La vanne aurait été ouverte dans la soirée du 23 juillet 2024.
- Les sols ont été inondés et mis en charge pendant la nuit du 23 au 24 juillet 2024.
- La coulée de boue se serait déclaré dans la nuit ou au petit matin du 24 juillet 2024.

3.1.7.1 - Essai le dimanche 26/01/2025 en soirée

À 19 h, la vanne est ouverte. Au bout de 30 minutes seulement, les écoulements atteignent la bordure supérieure du glissement et dévalent le talus. La situation devient inquiétante, il est convenu de fermer la vanne pour ne pas dégrader tout le talus et de la rouvrir le lundi 27/01/2025 immédiatement après la réalisation des sondages à la pelle mécanique.

Cet essai interrompu montre cependant que la cinétique de ruissellement est très rapide, que le débit est important puisqu'en 30 minutes après l'ouverture de la vanne, le terrain est inondé et l'eau atteint la zone de glissement.

3.1.7.2 - Essai du lundi 27/01/2025

L'essai est réalisé le lundi 27/01/2025 vers 10 h 30, après les sondages et leur rebouchage.



Figure 34 : Vue de l'essai de remise en eau du lundi 27/01/2025
Source rapport RTM

Dès l'ouverture de la vanne, un débit de l'ordre de 10 litres/seconde se déverse vers le pré.

- une partie du volume est interceptée par le béal en pied de canal ;
- une partie remonte vers l'amont du pré pour combler une dépression topographique ;
- une partie se dirige directement vers la voie ferrée en suivant la pente.

Immédiatement en aval de la vanne, les écoulements acquièrent une vitesse d'environ 2 m/s, suffisante pour arracher les éléments fins en surface.

Au bout de 8 min, les écoulements se rapprochent de la piste en bordure Nord du pré, en cheminant sur des terrains fraîchement remaniés pour la réalisation des sondages. Les sols même décompactés sont peu perméables et les écoulements de surface cheminent facilement sur ce type de sol (photo n° 1, Figure 34).

À t+9 min, les écoulements atteignent la piste de crête de talus (photo n° 2, Fig 34).

À t+12 min, les écoulements atteignent la zone proche du glissement (photo n° 3, Fig 34).

À t+13 min, les écoulements atteignent le haut du talus de la voie ferrée. Les eaux se plaquent contre le fossé de crête bétonné. Elles sont interceptées par des galeries de taupe. Ces galeries souterraines font une liaison directe entre le bas-côté de la piste et la fondation du fossé bétonné (photo 4, Figure 34). À cet endroit, qui correspond au lieu de la coulée de matériaux et des écoulements, les eaux se concentrent dans une légère dépression topographique.

À t+15 min, les écoulements ressortent par-dessous la fondation du fossé bétonné (photo n° 5, Figure 34).

À t+25 min, après une intervention humaine pour boucher les galeries de taupes, les écoulements surversent dans le fossé bétonné. Ceci montre l'importance des écoulements souterrains.

Les observations faites pendant l'essai de remise en eau et la réalisation des sondages ont permis de constater, que :

- l'eau atteint rapidement (environ 8 minutes) la piste, car elle chemine facilement et directement sur le terrain imperméable ;
- les écoulements de l'eau atteignent la zone de glissement en 30 minutes après avoir rejoint une zone de dépression ;
- les écoulements ressortent en dessous du fossé bétonné après avoir emprunté des trous d'animaux fouisseurs.

3.1.8 - Conclusion de l'analyse hydraulique

La pratique d'irrigation est ancienne, et l'on ne peut donc pas attribuer la cause de la coulée de matériaux au seul fait d'avoir irrigué (volontairement ou non) ce pré avec la méthode d'irrigation plein champ si cette dernière est bien réalisée. Dans le cas présent, nous ne savons pas si la trappe ouverte la veille par le riverain a été refermée ou si elle est restée ouverte ou a été réouverte pendant la soirée avec un écoulement très important d'eau comme le montre le débit lors des essais de remise en eau.

Dans cette situation, l'acte réalisé ne serait pas conforme au bon usage, mais exceptionnel avec un apport d'eau hors du commun. Il n'y a pas eu de vérification de la part de l'exploitant du bon fonctionnement du système avec répartition harmonieuse de l'écoulement sur son terrain à l'amont, et une bonne évacuation à l'aval vers le système de récupération.

Dans ce cas, on note une défaillance de l'ouvrage fossé de crête de talus qui n'a pas recueilli l'eau de surface lors de l'irrigation.

Avec le temps, et avec un procédé d'irrigation moins impactant lorsque la parcelle était occupée par un verger, la fonction du fossé a sans doute été sous estimée et oubliée.

Une petite levée de terre avec des broussailles est aujourd'hui présente entre la piste et le fossé. Celui-ci est de toute façon plus haut que le terrain dans la plus grande partie de la zone.

Les écoulements empruntent alors la piste comme guide-eau, et essayent de rejoindre le fossé ou le talus au premier point bas rencontré.

Immédiatement après la coulée de terre, les constatations faites montrent que le fossé, n'a pas reçu d'eau. Il n'a pas joué son rôle.

Les écoulements provenant du canal d'irrigation n'ont pas pu être collectés au point bas du fossé. Les écoulements sont passés par-dessous l'ouvrage vers le talus, sans doute en empruntant des galeries d'animaux fouisseurs.

3.2 - Les investigations et les analyses sur la géotechnique

3.2.1 - *Les observations, après l'accident, les 24 et 25 juillet 2024*

La hauteur du talus est de 7 mètres, sa pente d'environ 45 degrés. La rupture est observée sur une largeur de 5 m environ, sur le talus de pente d'environ 45 °, en partie supérieure et sur une hauteur de 4 m dessous du fossé de crête.

15 à 20 m³ de terre imbibée d'eau sont descendus jusqu'en pied de talus et sur la voie ferrée.

On a pu constater un écoulement d'eau sous le fossé de crête après la rupture qui a continué à éroder le talus. Ce phénomène d'écoulement d'eau s'est progressivement arrêté après la fermeture de la vanne d'irrigation du champ, à 6 h 30 du matin le 24 juillet, après le déraillement du train. L'écoulement s'est complètement arrêté l'après-midi du 24 juillet avec la disparition progressive de l'eau du champ.

La risberme située en crête de talus contre le fossé a été entraînée par la rupture du terrain. En l'absence de bourrelet de pied et de décrochements latéraux, cette instabilité doit être reconnue comme un glissement de peau du terrain, c'est-à-dire une rupture par cisaillement qui n'a intéressé qu'une plaque superficielle du talus.

3.2.2 - *Le résultat des sondages du sol du terrain*

Le même jour, 27 janvier 2025, 5 sondages ont été exécutés par la même société (RTM) à l'aide d'une pelle mécanique afin d'identifier si la géologie pouvait expliquer la localisation et l'origine du glissement.

Sur ce terrain, on distingue bien une zone humide avec une végétation herbacée verte pendant la période de sécheresse.

Les 5 sondages ont une profondeur de 4,40 m. Ils présentent tous le même profil stratigraphique en termes de géologie :

- de 0 à – 0,10 m : terre végétale sur une épaisseur de 10 cm,
- de – 0,10 m à – 3,80 m : sol de type BRUNSOL composé en grande partie de limons et d'argiles ; ce sont des sols fins, peu perméables, sensibles à l'eau c'est-à-dire que leur cohésion et donc leur résistance aux effets de cisaillement diminuent lorsque la quantité d'eau augmente,

- de – 3,80 m à – 4,40 m : formations sableuses et graveleuse avec des pierres centimétriques à décimétriques ; les plus gros cailloux font environ 10 cm de diamètre. Ce sont des sols poreux peu sensibles à l'eau.

Nota : les sols sont classifiés selon le degré de finesse des grains qui les composent, qui traduit aussi leur degré d'imperméabilité. On trouve de façon schématique, du plus gros et perméable au plus fin et imperméable : les sables, les limons, et les argiles.

L'épaisseur de la couche de limons et d'argiles est importante puisque l'on trouve la couche sablo-graveleuse à 3,80 m de profondeur.

Pendant le terrassement, aucune venue d'eau n'est observée. On retrouve des terres humidifiées en surface suite à la mise en eau du terrain la veille des sondages (Figure 35).



Figure 35 : Vue des forages du terrain et des matériaux extraits au-dessus de la voie ferrée.

Photo prise le 27/01/2025

Source rapport RTM

Au droit du plan de glissement, au niveau du talus, on retrouve bien une structuration du terrain en 3 couches (terre végétale, limons avec argiles et sables avec cailloux) analogue à celle observée au droit des sondages. La couche graveleuse se situe moins en profondeur (– 2,70 m au lieu de – 3,80 m).



*Figure 36 : Vue des couches géologiques dans le talus de la voie ferrée au niveau du glissement.
Photo prise le 27/01/2025
Source rapport RTM*

| 0.10 m | Terre végétale | |
|--------|--|--|
| 3.70 m | Couche limono-argileuse sensible à l'eau qui peut gonfler et devenir visqueux | |
| 0.60 m | Couche sablo-caillouteuse très perméable, de fond du lit de la Têt | |

*Figure 37 : Schéma coupe géologique des terrains
Source rapport RTM*

3.2.3 - Analyse de la stabilité du talus

Le déblai a été construit en 1877 avec des pentes assurant la stabilité à long terme des talus en situation nominale.

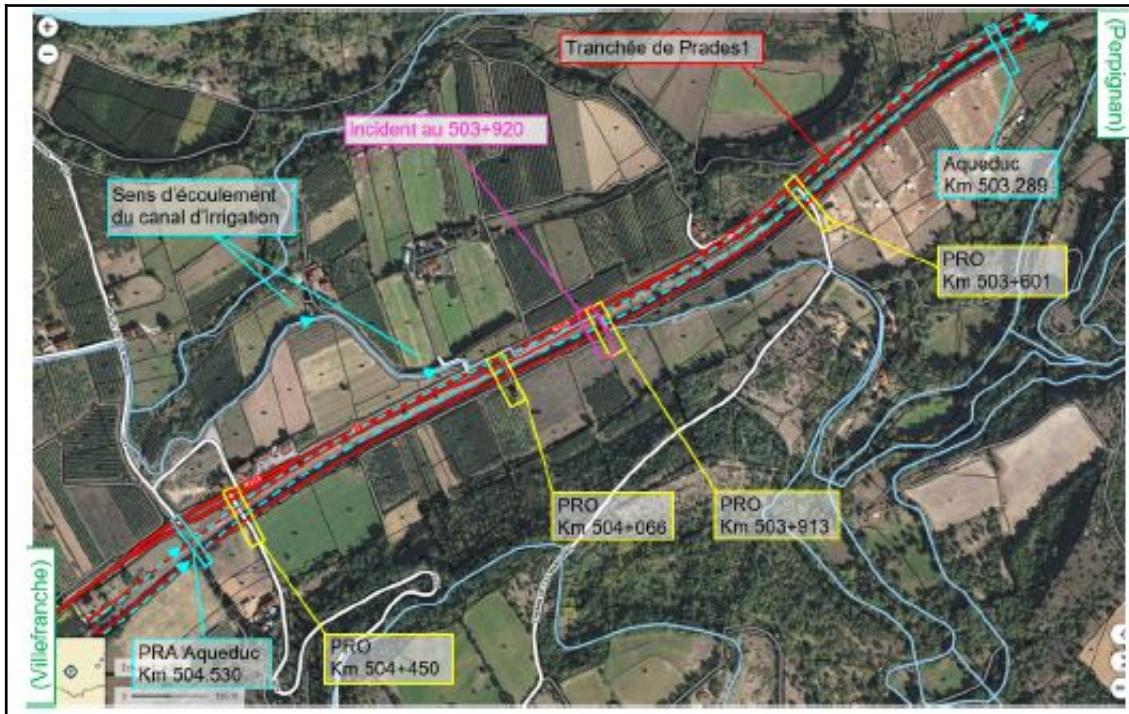
Le terrain est dans sa partie haute sur 3,70 m argilo-limoneux. Ce type de terrain est donc sensible à l'eau. Dans le cas présent, la venue d'eau en grande quantité et continue sur une couche limoneuse très sensible à l'eau et sur un talus avec une forte pente est un facteur majeur d'instabilité. L'imprégnation du talus par les ornières du chemin ou les terriers d'animaux, a conduit à une perte de cohésion d'une couche superficielle de ce talus et sa rupture.

L'apport massif en eau sur le terrain, non capté par le fossé de crête de talus, est la cause unique du glissement.



Figure 38 : Incident du 30/04/2024 sur talus de la voie ferrée au PK 503,920
Source SNCF Réseau

Après une période de forte sécheresse d'une durée de 2 ans, un épisode d'intempérie non-exceptionnel (62 mm en 2 jours) a touché le département. Le canal d'irrigation s'est alors mis en charge et a débordé sur environ 10 m (les laisses de crues en témoignent). Le débordement a été causé par plusieurs facteurs (pente défavorable du canal, réduction section hydraulique, etc.). Cette surverse a donc entraîné un ravinement et une érosion du déblai. Une érosion avec une coulée de matériaux, d'environ 5 m³ sur 5 m de large, a atteint le pied de talus et le bord du rail extérieur de la voie.



**Figure 39 : Incident du 30/04/2024 sur talus de la voie ferrée au PK 503,920,
vue du schéma général des fossés longitudinaux**
Source SNCF Réseau

L'incidentologie depuis 1998, montre un seul autre incident, en janvier 2020.

Lors de la tempête Gloria au cours de laquelle il a plu 309 mm d'eau à Eus, soit une hauteur équivalente à 200 jours de pluie en 3 jours (situation au-dessus d'une pluie centennale), un débordement du canal s'est produit dans la tranchée de Prades.



*Figure 40 : Incident du 23/01/2020 sur talus de la voie ferrée PK 504,725 tempête Gloria,
Source SNCF Réseau*

SNCF réseau estimait dans ses conclusions que le risque de nouvelle coulée de matériaux était élevé dans cette zone de remblai sensible et instable si des venues d'eau exceptionnelles venaient à se déclencher par surverse en particulier.

Dans le paragraphe « levé topographique » on a vu que les talus de cette tranchée sont très abrupts, avec des pentes de 40 degrés voire plus à certains endroits.

Si la ligne était construite aujourd'hui, les talus auraient des pentes beaucoup plus faibles pour tenir compte de la nature des terrains et des phénomènes d'instabilité potentielle.

3.3 - La surveillance des talus avant l'accident

La zone de la tranchée de Prades du PK 503,300 au PK 504,530 fait l'objet d'une surveillance spéciale des ouvrages en terre par SNCF Réseau.

Ces ouvrages en terre sont dits « sensibles » par le gestionnaire d'infrastructure, c'est-à-dire qu'ils présentent un risque de détérioration ayant des conséquences pour l'exploitation, classés événements critiques redoutés (ECR) : ECR 2 pour les coulées de boue, ECR 3 pour les glissements de déblais. SNCF Réseau assure une surveillance sur cet ouvrage au titre de la MT 00 256, référentiel interne (règles de surveillance des ouvrages en terre et des dispositifs associés, version 2 du 30/04/2024 applicable au 01/01 /2025), pour des risques de surverse et donc d'érosion et de coulées de boue en lien avec un dysfonctionnement du canal d'irrigation.

La périodicité de cette surveillance est de 3 ans. Une fois, elle est assurée par le spécialiste ouvrage en terre de l'Inrapôle Languedoc-Roussillon (basé à Montpellier), la fois suivante, ce sont les spécialistes ouvrage en terre du Pôle Régional Ingénierie (PRI) de Montpellier qui réalisent cette visite.

Les PV (procès verbaux) de ces visites ont été fournis :

- 15/05/2019 visite périodique réalisée par le PRI (Pôle régionale Ingénierie) de Montpellier ;
- 23/01/2020 visite spéciale suite à événement exceptionnel. Une coulée de matériaux de 10 m³ s'est produite au PK 504,725 (coté droit de ligne) en pied de talus et sur l'accotement, suite à venue d'eau ;
- 30/08/2022 visite périodique (3 ans) effectuée par le spécialiste ouvrage en terre de l'Inrapôle Lanquedoc-Roussillon,
- 30/04/2024 visite spéciale réalisée par les spécialistes ouvrage du PRI de Montpellier et de l'Inrapôle, suite à une coulée de matériaux au PK 503,920 provoquée par une surverse du canal d'irrigation mis en charge après un orage (coté droit) (voir paragraphe 3.2.3).

Les remarques sur ces PV soulignent assez souvent le nettoyage et l'embroussaillage des fossés de pied de talus, ceux de crêtes, la maîtrise de la végétation sur les talus et la gestion des surverses des canaux (éviter les obstructions des canaux ou les fuites) afin de ne pas provoquer des érosions ou glissement de talus par venues d'eau.

L'ouvrage est aussi inscrit à la consigne d'intempéries de l'Inrapôle Languedoc Roussillon avec des tournées dans le cadre de l'alerte TOUTATIS sur dépassement de seuils pluviométriques.

On constate que cette zone de tranchée est bien répertoriée par SNCF Réseau comme zone sensible.

L'accident du 24 juillet 2024 n'entre pas dans le cadre de ces tournées d'intempéries, car il n'avait pas plu les jours précédents.

Il reste que les demandes de travaux de débroussaillage inscrites dans les procès-verbaux n'ont jamais été suivies d'effet.

3.4 - Le retour d'expérience national sur les incidents d'ouvrage en terre

Le retour d'expérience national montre un nombre annuel d'incidents d'ouvrages en terre variable (voir les chiffres ci-dessous). On note cependant une augmentation de l'impact des incidents OTH (ouvrage en terre hydraulique) sur l'infrastructure ferroviaire en termes de régularité.

En 2021, 322 incidents sont comptabilisés. Dans ces incidents on compte environ 42 incidents (coulées ou inondations), 20 éboulements rocheux, glissements en déblais (environ 30), désordres hydrauliques et divers.

En 2022, 238 incidents.

En 2023, 310 incidents.

En 2024, 478 incidents : 2^e année la plus haute depuis 1998.

Cependant la figure ci-après ne montre pas une tendance à l'augmentation.

Les zones sensibles sont bien identifiées et sont remises à jour eu égard à l'apparition d'événements. Aujourd'hui, environ 13 % du patrimoine fait l'objet d'une surveillance spécifique ce qui représente 3 500 km de linéaire.

Leur surveillance est assurée par des moyens classiques, tournées à pied ou avec des engins.

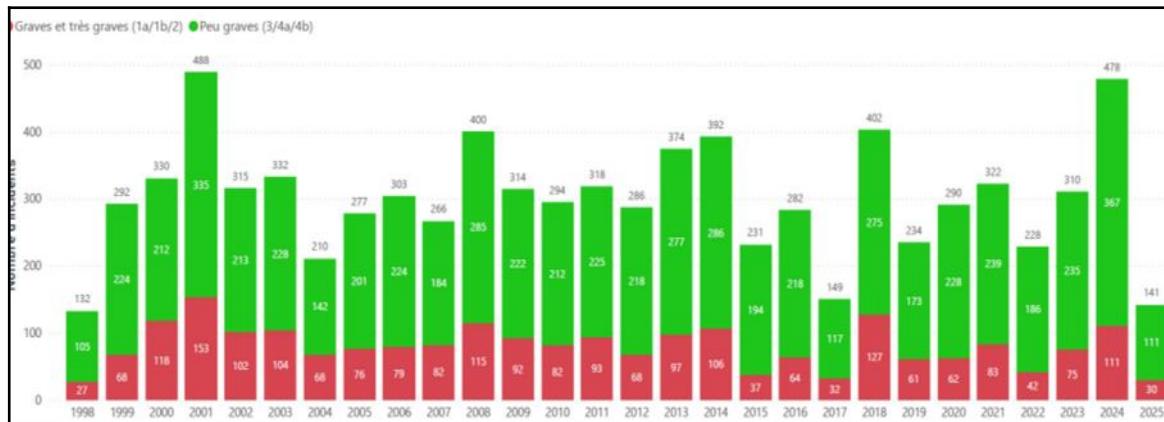


Figure 41 : Répartition Chronologique des incidents (OTH) par gravité entre 1998 et 2025
Source SNCF Réseau

D'ici 2050, SNCF Réseau ne prévoit pas une augmentation générale du nombre d'incidents mais une augmentation des incidents variable par périodes avec une gravité parfois plus forte en termes d'impact sur la circulation.

SNCF Réseau a mis en place une politique de surveillance assez forte avec un REX important comme expliqué ci-dessus. Le niveau de régénération a été augmenté même s'il peut être encore amélioré compte tenu des besoins identifiés.

Devant la recrudescence des phénomènes climatiques et de leur ampleur et soudaineté, des réflexions ont été engagées pour revisiter cette surveillance en la rendant plus adaptée aux situations. C'est la mise en place de TOUTATIS qui permet une meilleure surveillance en cas de pluviométrie exceptionnelle. La réalisation de ces tournées spéciales peut, sans doute, être encore améliorée en utilisant des moyens modernes plus rapides et efficaces et potentiellement moins coûteux.

Il est à noter que le glissement du 24 juillet ne s'inscrit pas dans un évènement climatique particulier, mais il s'inscrit bien dans une catégorie d'événements aux risques considérablement renforcés par les effets du climat.

3.5 - La gestion du risque hydraulique sur la ligne

Dans cette vallée de la Têt, le mode d'irrigation est très ancien et participe de son économie locale. L'irrigation en surface des terrains est un fonctionnement classique autorisé dans le cadre des ASA (Association Syndicale Autorisée).

Depuis que la ligne ferroviaire existe, les terrains agricoles sus-jacents ont été irrigués plusieurs milliers de fois, on peut le penser, sans que cela génère de désordre sur les talus (ou alors si des dommages ont eu lieu, ils sont ignorés et absents des bases historiques).

Dans le cas présent, c'est un apport d'eau ponctuel exceptionnel dû à une ouverture de trappe d'irrigation non contrôlée pendant de longues heures, ouverture peut-être d'origine malveillante, et à une non vérification d'un écoulement nominal des eaux d'irrigation par l'exploitant agricole qui a provoqué la coulée de matériaux du remblai sur la voie.

Néanmoins, le risque d'incident d'origine hydraulique existe sur cette zone, de fait.

Depuis la construction de la ligne, ce risque connu était géré par un système de communication entre l'ASA et les responsables ferroviaires. Il n'y a pas d'écrit, mais dans le cadre de nos entretiens, nous avons compris qu'en cas d'incident (surverse) connu de l'ASA, cette dernière appelait les gares ou des responsables infrastructures qui pouvaient envoyer immédiatement des agents constater sur place s'il y avait danger et prendre des mesures vis-à-vis de la circulation ferroviaire. Cette communication s'est perdue au cours du temps.

Un tel risque à l'interface entre exploitations agricoles et exploitation ferroviaire est à cogérer. Une convention pourrait être passée entre les parties afin de mieux le prévenir.

3.6 - Le facteur aggravant du heurt de l'ouvrage d'art

Le train, après avoir déraillé, a continué sa course en étant retenu par le rail de droite mais en empiétant très largement sur la piste et sur le côté droit de la voie. Comme la ligne est ancienne, les ouvrages d'art, les culées, en particulier, sont construites à une distance de moins de 2 m du rail le plus proche. En cas de déraillement, comme ce fut le cas du TER, une partie de la rame engage le gabarit de l'ouvrage. Et donc la partie droite de la rame est venue percuter la culée du pont, ce qui a mis en danger le conducteur, les passagers et détruit une partie de cet ouvrage ainsi que la motrice.

Dans le cas général, une telle ligne ferroviaire serait aujourd'hui construite avec des culées d'ouvrage d'art avec un retrait de la voie supérieur, de l'ordre de 3 m par rapport à l'axe de la voie ferrée, conformément à la fiche UIC 777-2 applicable aux nouvelles constructions.

Il est bien clair qu'une mise aux normes totale des ouvrages n'est pas envisageable sur une ligne ancienne, a fortiori à voie unique impliquant peu de circulations.

Néanmoins, la question peut se poser, pour certain ouvrage, d'installer une protection en amont et autour des culées pour canaliser un mobile, hors de l'ouvrage, afin d'éviter un choc frontal violent.

4 - Conclusions

4.1 - L'arbre des causes

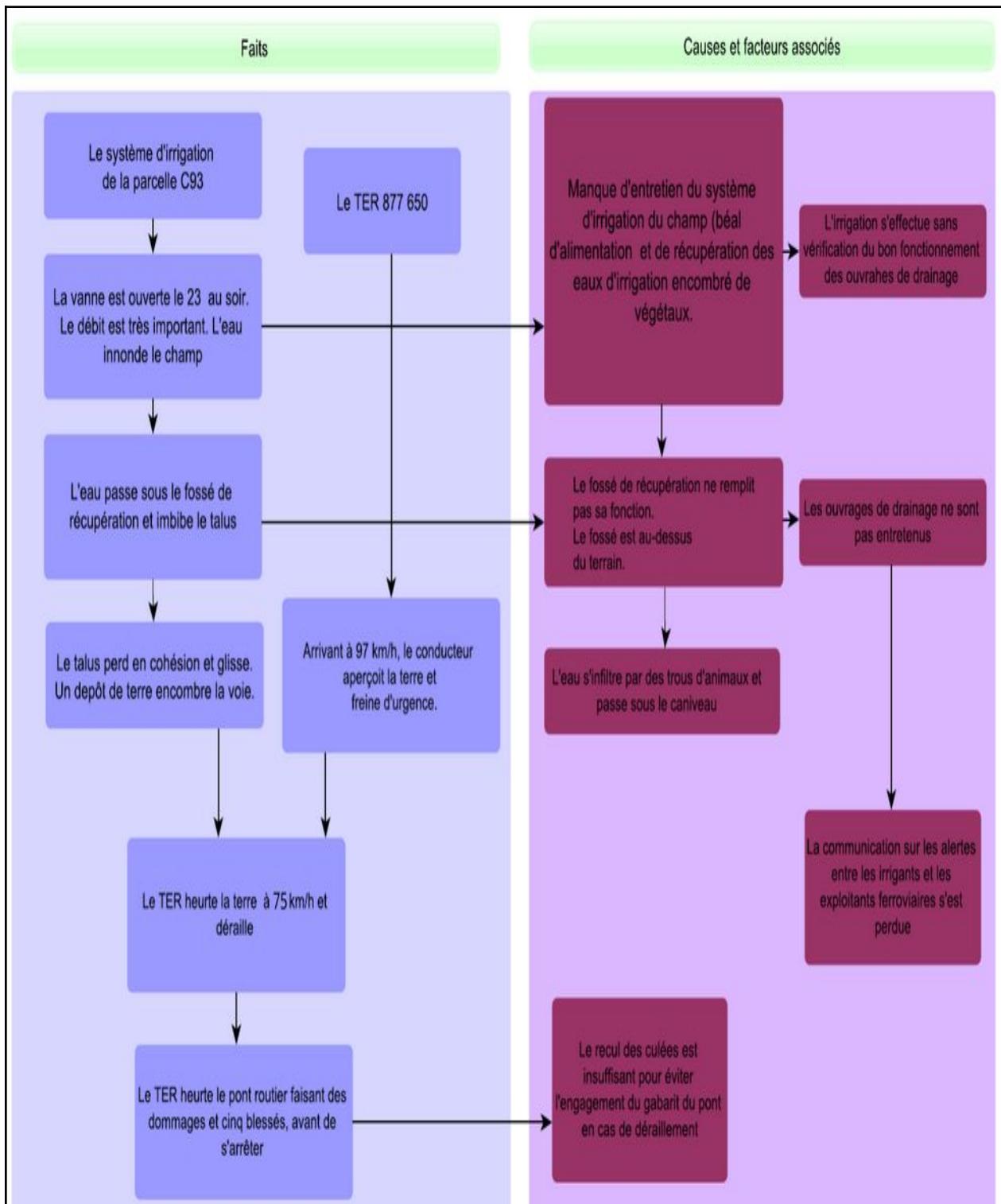


Figure 42 : l'arbre des causes de l'accident

Source BEA-TT

4.2 - Les causes de l'accident

La cause immédiate du déraillement du TER est la présence de terre sur la voie provenant du glissement de talus adjacent suite à un apport d'eau ponctuel et exceptionnel.

Les matériaux se sont répandus sur la voie sur une épaisseur d'environ 10 cm. Cette masse de terre mélangée, un peu visqueuse, assez ferme a joué un rôle de tremplin et fait sortir les roues du train des rails.

Le glissement s'explique par la saturation d'une couche superficielle du sol, qui a entraîné une perte de cohésion du matériau et sa rupture.

Le TER a déraillé et a continué sa course vers un ouvrage d'art, une partie du train empiétant le côté droit alors que les roues gauches étaient retenus par le rail extérieur. Le pied-droit de l'ouvrage d'art est à 2 m du rail extérieur, trop proche pour ne pas être heurté par le TER déraillé.

Les deux causes principales de l'apport d'eau ponctuel et exceptionnel sont essentiellement les suivantes :

1. *Le mauvais fonctionnement du système d'irrigation par gravité*

Suite à ouverture de la trappe d'irrigation du canal principal, le débit de l'eau est très important. Autour de 40 m³/heure, si on se réfère aux essais de remise en eau de janvier 2025, mais sans doute plus compte tenu de la quantité d'eau vue sur ce terrain le matin même de l'accident. On estime qu'environ 10 cm d'eau recouvre la zone basse du terrain, située à proximité du caniveau de crête de talus. Le bord du caniveau talus est plus haut que le terrain naturel. Et l'eau a pu s'infiltrer sous le caniveau. Cette quantité d'eau reçue sur le terrain peut, sans doute, être comparée à une intempérie centennale.

2. *Le dysfonctionnement du fossé bétonné.*

La conception de l'ouvrage sans barbacane côté champ ne permet pas un drainage efficace des écoulements de surface. La topographie défavorable, présence de merlon et d'obstacles au ruissellement vers le fossé, la non fonctionnalité du fossé est l'une des causes de la survenue du glissement. Cet ouvrage souffre d'un manque d'entretien, avec des embroussaillements importants, et des fondations fragiles à certains endroits. Cet ouvrage n'assure pas sa fonction.

Trois facteurs contributifs essentiels aux deux causes principales sont identifiés :

1. Le non entretien de l'irrigant, un débit important d'eau dans un béal d'alimentation encombré et l'évacuation des eaux du champ qui ne se fait pas.

Il est à noter la non vérification de cette évacuation de l'eau à la reprise de l'irrigation et un manque de prévention de ce risque par l'ASA auprès des nouveaux riverains propriétaires de terrain comportant un droit d'irrigation. Les conditions de reprise de l'irrigation plein champ après presque 10 ans d'interruption avec notamment l'absence de vérification du bon fonctionnement des ouvrages (fossé de drainage) sont de nature à engendrer ce type d'événement. La gestion du risque hydraulique vis-à-vis des installations ferroviaires par l'ASA n'est pas bien assurée.

Les terrains agricoles sus-jacents devraient être éprouvés et être stabilisés depuis le temps par le mode d'irrigation en surface. Néanmoins, la maîtrise de la technique d'irrigation de surface n'est pas complètement assurée dans la mesure où l'accompagnement et le guidage de l'eau pendant toute la période d'arrosage vers les

chenaux secondaires et de récupération n'est pas correctement réalisée partout aujourd'hui.

La modification de la topographie fine et en particulier, les obstacles au ruissellement vers le fossé de collecte, peut conduire à une concentration des écoulements vers un point et constituer un facteur fort dans les causes de survenue du glissement.

Il est impératif de s'assurer que le terrain n'est pas en dessous du fossé. De plus la présence de terriers d'animaux fouisseurs (ici les taupes) avec des galeries a pu favoriser le cheminement des eaux vers le talus.

2. Le manque d'entretien par SNCF Réseau du fossé de récupération des eaux d'irrigation et de drainage.

Le fossé de récupération des eaux d'irrigation est très encombré de végétaux, ronces et divers herbes et racines en particulier dans sa partie en terre. Dans les PV de visite des ouvrages en terre, ce point avait été signalé. Le fossé de tête de talus a été depuis l'accident, dans la zone de la coulée de terre, bien nettoyé des végétaux.

SNCF Réseau est propriétaire de la totalité de ce caniveau de récupération des eaux (voir § 3.1.4).

Son débroussaillage, même si dans le cas présent il n'aurait pas empêché les infiltrations d'eau, aurait permis :

- de réaliser l'entretien de ce canal et de pouvoir l'inspecter,
- et de voir qu'il ne pouvait pas remplir sa fonction initiale.

3. Le déficit de communication entre irrigants et SNCF Réseau.

En effet, en cas de débordement d'un canal, de venues d'eau exceptionnelles, constatées par un conducteur ou autre (riverain, tiers, etc.), SNCF Réseau peut alerter l'ASA qui devrait se rendre sur site pour vérifier l'origine et prendre ou faire prendre des mesures soit par elle-même ou par les riverains. SNCF Réseau pourra aussi agir sur la circulation des trains ou sur des travaux en urgence. Rétablir un circuit de communication valide et efficace entre ces structures doit permettre d'éviter des incidents voire des accidents. Ces modes de fonctionnement existaient dans le passé et ont permis de résoudre des situations qui auraient pu devenir critiques et dangereuses. Cette communication peut sans doute se rétablir via une convention à travailler entre les parties.

Un facteur aggravant ayant augmenté les conséquences du déraillement initial :

1. La présence d'un ouvrage d'art proche de la voie (hors normes actuelles).

La présence de cet ouvrage d'art dont les culées sont proches de la voie ferrée (à 1,50 m du rail le plus proche) a entraîné la principale gravité de l'accident. Le train déraillé, retenu par le rail extérieur, engageait le gabarit de la culée de l'ouvrage d'art et est venu le percuter. Dans un contexte actuel de respect de la norme UIC 777-2-2, la culée de l'ouvrage serait plus éloignée du rail et dans sa course, le TER n'aurait pas percuté l'ouvrage.

4.3 - Les mesures prises depuis l'accident

La zone de déblai a été complètement débroussaillée afin de vérifier l'état des talus, des fossés de récupération des eaux de drainage. Ces fossés ont été curés pour rétablir la fluidité des écoulements.

La brèche a été reconstruite avec des gabions en pied de talus et la pente rétablie avec des matériaux rocheux qui rendent le talus très stable dans cette partie.

Cette zone continue à faire l'objet d'une surveillance spéciale en matière d'ouvrage en terre compte tenu de la sensibilité aux venues d'eau quelles que-soient leurs origines.

L'ouvrage d'art heurté considéré instable a été détruit le 03 novembre 2025 et sera reconstruit sur une zone à définir par les autorités locales. La ligne sera réouverte le 24 janvier 2026.

5 - Les recommandations

5.1 - La gestion du risque de désordre des ouvrages en terre des lignes dans les zones d'irrigation

Les travaux sur le talus ont permis de rendre la stabilité de cet ouvrage en terre grâce à la mise en place de gabions en pied de talus et de rochers pour reconstituer le talus et sa pente. Dans ce type de talus, il est toutefois important de traiter le drainage du talus vis-à-vis des risques d'apport d'eau quelle que soit leur origine. Ici ce sont principalement les risques vis-à-vis du drainage par gravité.

Recommandation R1 à l'attention de la Mairie d'Eus et de SNCF Réseau :

Profiter des travaux sur le talus et le rétablissement de la voirie pour refaire le canal de récupération des eaux d'irrigation en lien avec les riverains.

Les ouvrages en terre de cette ligne et en particulier les talus, par conception, ont des pentes supérieures à 40°. Cette situation les rend instables aux venues d'eau importantes quelle que soit leur origine.

En majorité, ils sont recouverts de végétation ce qui rend leur inspection assez difficile. Le canal de récupération des eaux d'irrigation est sur le domaine SNCF Réseau et est également très embroussaillé.

Le débroussaillage, même si dans le cas présent il n'aurait pas empêché les infiltrations d'eau, aurait permis :

- de réaliser l'entretien de ce canal, de l'inspecter,
- et de voir qu'il ne pouvait pas remplir sa fonction.

Recommandation R2 à l'attention de SNCF Réseau :

S'assurer, sur l'ensemble du Réseau, d'un entretien suffisant des ouvrages de drainage hydraulique (fossés de crête en particulier) lors des opérations régulières de suivi des ouvrages en terre. Renforcer les prescriptions du référentiel de maintenance sur ce sujet.

Le BEA-TT invite l'EPSF à partager cette recommandation avec l'ensemble des gestionnaires des infrastructures ferroviaires.

Les méthodes d'irrigation ont évolué au cours du temps. L'utilisation du goutte-à-goutte avec des réseaux spécifiques a considérablement changé l'approche de l'irrigation. Cette méthode permet de mieux contrôler le débit d'eau et d'avoir une sobriété en quantité d'eau. Cela permet d'optimiser l'utilisation de l'eau dans ces régions de plus en plus soumises aux épisodes de sécheresse.

La méthode d'irrigation plein champ par écoulement gravitaire de l'eau depuis le canal vers le champ est certes encore utilisée mais sans doute de manière moins fréquente.

Elle nécessite un savoir faire, une maîtrise et une surveillance plus précise que le goutte-à-goutte.

On peut se poser la question de maintenir cette méthode compte tenu des risques qui existent vis-à-vis de la circulation ferroviaire. Elle est utilisée depuis des centaines d'années. Les incidents sont malgré tout peu fréquents. Il paraît difficile de préconiser

son interdiction. Pour le moins, nous proposons une approche de sensibilisation pour ceux qui utilisent encore ou qui souhaitent la mettre en œuvre.

Pour les nouveaux propriétaires de terrains qui bénéficient du droit d'irrigation et qui souhaitent utiliser le mode gravitaire, il paraîtrait pertinent de réaliser une information avec une explication sur la maîtrise de ce type d'irrigation. En particulier, il apparaît essentiel de bien identifier les risques dans les zones où la voie ferrée est présente avec des talus abrupts. Pour les autres utilisateurs de l'irrigation, mettre en place une information afin de les sensibiliser aux risques de ce type de méthode vis-à-vis de l'existence de la voie ferrée. Ces informations pourraient être réalisées à l'initiative de l'ASA qui pourrait également s'appuyer sur les compétences de SNCF Réseau.

L'eau d'irrigation plein champ doit s'écouler vers le canal de récupération en tête de talus SNCF. Le terrain doit être nivelé correctement. Le débit doit être maîtrisé pour que les écoulements se fassent efficacement et enfin il faut assurer une surveillance très précise de la quantité d'eau répandue et répartie dans le champ. Il serait important de prévoir également la sensibilisation sur la nécessité d'entretien des dispositifs par les utilisateurs.

Ces deux points doivent être portés par l'ASA dans son rôle de gestionnaire des canaux et garant des bonnes pratiques.

Recommandation R3 à l'attention de l'ASA :

Réaliser une formation et une information des riverains par l'ASA pour une bonne maîtrise et surveillance des écoulements lors des opérations d'irrigation plein champ, notamment en cas de remise en eau après plusieurs années.

Mettre en place des systèmes permettant de limiter le débit d'eau lors de l'ouverture des trappes d'irrigation et d'en assurer une meilleure maîtrise.

Sensibiliser les propriétaires de terrains riverains de la voie ferrée, aux risques inhérents à cette méthode d'irrigation plein champ vis-à-vis de la voie ferrée et à leur responsabilité. Sensibiliser les acteurs à l'entretien des dispositifs.

Dans le passé, il existait des processus de communication entre l'ASA et la SNCF pour prévenir des incidents en cas de surverses inopinées. L'ASA qui avait connaissance d'un tel fait par des riverains ou adhérents, appelait les gares soit Prades, soit Marquixanes ou d'autres. Les agents des gares prévenaient immédiatement les agents de l'Infrapôle (équipe locale) qui intervenaient très rapidement pour prendre des mesures vis-à-vis de la circulation ferroviaire.

Il en allait de même lorsque des conducteurs s'apercevaient de venues d'eau intempestives, la SNCF pouvait alerter l'ASA qui pouvait intervenir très rapidement.

Du fait des modifications d'organisation de la SNCF, ces relations se sont perdues. En référence à une proposition de SNCF Réseau, un numéro d'alerte réciproque (SNCF, ASA) pourrait être mis en place. De façon plus globale, il serait opportun de repenser un processus qui permette de prévenir des incidents.

Recommandation R4 à l'attention de l'ASA et de SNCF Réseau :

Rétablissement une communication efficace et mettre en place ensemble une organisation et des moyens efficaces pour détecter les anomalies et intervenir rapidement.

5.2 - Les ouvrages d'art de la ligne

Les ouvrages d'art de la ligne sont historiquement par conception non conformes à la fiche UIC 777-2-2 plus récente.

Il n'est pas envisageable de mettre les ouvrages de cette ligne en conformité avec cette fiche UIC, mais il est sans doute possible de mettre en place des protections pour améliorer la sécurité des circulations.

Recommandation R5 à l'attention de SNCF Réseau :

- Améliorer la connaissance du patrimoine en renseignant pour les ouvrages d'art la donnée <distance entre l'appui (culée ou pile) et la voie> dans la base patrimoine, par exemple à l'occasion des inspections détaillées.
- Par suite, déterminer et quantifier les critères liés à la voie ferrée, les ouvrages en terre et les ouvrages d'art. Déclencher les analyses nécessaires selon la distance entre l'appui et la voie.

Ces analyses permettront d'éclairer le gestionnaire d'infrastructure sur l'opportunité de mettre en place des mesures :

- de réduction du risque de heurt d'un ouvrage d'art lié à une sortie de voie d'un train,
- et/ou d'atténuation des conséquences de celui-ci, par exemple la mise en place de rail-guide ou muret guide.

ANNEXE

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête



Le Directeur



La Défense, le 30 AOUT 2024

DECISION

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

Vu le Code des transports et notamment les articles L. 1621-1 à L. 1622-2 et R. 1621-1 à R. 1621-26 relatifs, en particulier, à l'enquête technique après un accident ou un incident de transport terrestre ;

Vu les circonstances du déraillement d'un TER après avoir heurté un glissement de terrain puis un pont route à proximité d'Eus dans les Pyrénées-Orientales le 24 juillet 2024 ;

décide

Article 1: Une enquête technique est ouverte en application des articles L. 1621-1 et R. 1621-22 du Code des transports concernant la collision d'un train TER avec un glissement de terrain, suivie d'un déraillement et d'une collision d'un pont route à proximité d'Eus le 24 juillet 2024.

jp *Jean-Damien Poncet*
Jean-Damien PONCET

Règlement général de protection des données

Le bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre (BEA-TT) est investi d'une mission de service public dont la finalité est la réalisation de rapports sur les accidents afin d'améliorer la sécurité des transports terrestres (articles L. 1621-1 et 1621-2 du code des transports, voir la page de présentation de l'organisme).

Pour remplir cette mission, les personnes chargées de l'enquête, agents du BEA-TT habilités ainsi que d'éventuels enquêteurs extérieurs spécialement commissionnés, peuvent rencontrer toute personne impliquée dans un accident de transport terrestre (articles L. 1621-14) et recueillir toute donnée utile.

Ils traitent alors les données recueillies dans le cadre de l'enquête dont ils ont la responsabilité uniquement pour la seule finalité prédefinie en garantissant la confidentialité des données à caractère personnel. Les rapports d'enquêtes sont publiés sans le nom des personnes et ne font état que des informations nécessaires à la détermination des circonstances et des causes de l'accident. Les données personnelles sont conservées pour une durée de 4 années à compter de la publication du rapport d'enquête, elles sont ensuite détruites.

Le traitement « Enquête accident BEA-TT » est mis en œuvre sous la responsabilité du BEA-TT relevant du ministère des transports. Le ministère s'engage à ce que les traitements de données à caractère personnel dont il est le responsable de traitement soient mis en œuvre conformément au règlement (UE) 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données (ci-après, « *règlement général sur la protection des données* » ou RGPD) et à la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés.

Les personnes concernées par le traitement, conformément à la législation en vigueur, peuvent exercer leurs droits auprès du responsable de traitement : **droit d'accès aux données, droit de rectification, droit à la limitation, droit d'opposition.**

Pour toute information ou exercice de vos droits, vous pouvez contacter :

1- Le responsable de traitement, qui peut être contacté à l'adresse suivante :

- à l'adresse : bea-tt@transports.gouv.fr
- ou par courrier (avec copie de votre pièce d'identité en cas d'exercice de vos droits) à l'adresse suivante :

Ministère des transports
À l'attention du directeur du BEA-TT
Grande Arche - Paroi Sud, 29^e étage, 92055 LA DEFENSE Cedex

2- Le délégué à la protection des données (DPD) du ministère:

- à l'adresse suivante : ajag2.daj.sg@developpement-durable.gouv.fr :
- ou par courrier (avec copie de votre pièce d'identité en cas d'exercice de vos droits) à l'adresse suivante :

Ministère des transports
À l'attention du Délégué à la protection des données
SG/DAJ/AJAG2
92055 La Défense cedex

Vous avez également la possibilité d'adresser une réclamation relative aux traitements mis en œuvre à la Commission nationale informatique et libertés.

(3 Place de Fontenoy - TSA 80715 - 75334 PARIS CEDEX 07)



Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre



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

Téléphone : 01 40 81 21 83

bea-tt@transportsgouv.fr

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

