BEATT Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre

RAPPORT D'ENQUÊTE TECHNIQUE

sur la collision entre un train de voyageurs et un convoi routier exceptionnel survenue le 19 juin 2023 sur le passage à niveau n° 51 au Clerjus (Vosges)

Décembre 2024

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 (agent de SNCF Réseau en charge de gérer les circulations sur une section)
- **ASCT :** Agent du Service Commercial Train (dit aussi « contrôleur »)
- **ASTI :** Agence des Services Télécom et Informatique (service de SNCF Réseau)
- **BP URG :** Bouton poussoir déclenchant le freinage d'urgence d'un train
- **CD88 :** Conseil départemental des Vosges
- **Cerema :** Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
- **COGC :** Centre Opérationnel de Gestion des Circulations (service de SNCF Réseau)
- **CRC :** Coordonnateur régional des circulations (agent de SNCF Réseau)
- **EPSF :** Établissement Public de Sécurité Ferroviaire
- **ICPE :** Installation classée pour la protection de l'environnement
- **INPN :** Instance Nationale des Passages à Niveau
- **ONISR :** Observatoire national interministériel de la sécurité routière
- **PN :** Passage à niveau
- **PR :** Point de repère
- **PSN :** Programme de Sécurisation National [des PN]
- **PTAC :** Poids total autorisé en charge
- **RD :** Route départementale
- **RN :** Route nationale
- **SAL :** Signal d'alerte lumineux équipant un train
- **SDIS88 :** Service Départemental d'Incendie et de Secours des Vosges
- **TER :** Train Express Régional
- **TIPULES :** Traitement Informatisé des Passages à niveau Utilisés par Les Engins Surbaissés

Bordereau documentaire

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

Titre du document : Rapport d'enquête technique sur la collision entre un train de voyageurs et un convoi routier exceptionnel survenue le 19 juin 2023 sur le passage à niveau n° 51 au Clerjus (Vosges)

N° ISRN : EQ-BEAT—24-11--FR
Affaire n° BEATT-2023-08

Proposition de mots-clés : convoi exceptionnel, passage à niveau, dos d'âne, garde au sol, éolienne

Synthèse

Le lundi 19 juin 2023 vers 19 h 25, à la limite des territoires des communes du Clerjus et de Trémonzey (Vosges), le train express régional (TER) n° 894627 reliant Épinal à Belfort a heurté un convoi routier exceptionnel immobilisé sur le passage à niveau (PN) n° 51.

Ce convoi routier exceptionnel, circulant sur la route départementale n° 164, était composé d'un tracteur routier et d'une semi-remorque surbaissée transportant une section de mât d'éolienne en acier. Il était encadré par deux véhicules légers de protection.

Parmi les neuf voyageurs du train, sept ont été légèrement blessés, les deux autres sont indemnes. Le conducteur du train a également été blessé légèrement, et le contrôleur a été blessé plus gravement à la cheville. Le conducteur du poids lourd ainsi que les conducteurs des deux véhicules d'accompagnement n'ont pas été blessés.

Sous le choc, la section de mât d'éolienne a été éjectée de la semi-remorque vers l'aval du train, heurtant légèrement sur sa trajectoire l'un des véhicules de protection. Le train a été endommagé à l'avant mais n'a pas déraillé. La semi-remorque a été détériorée sur son avant droit. La voie ferrée a subi des dégâts significatifs et l'une des deux demi-barrières ainsi que son mécanisme ont été détruits.

La cause directe de l'accident est le blocage de la semi-remorque sur le dos d'âne précédant le passage à niveau, peu de temps avant l'arrivée du train. Ce blocage résulte d'un manque d'attention porté à la sévérité du dos d'âne par le conducteur de l'ensemble routier, du fait :

- de la focalisation de son attention sur l'inversion de dévers qui suit le PN ;
- de l'absence de signalement de la difficulté de franchissement du PN dans l'étude d'itinéraire ;
- de l'absence de mention de cette difficulté de franchissement dans l'arrêté d'autorisation de circulation du convoi.

La vigilance du conducteur du train, qui a rempli son obligation d'observer la voie et ses abords pendant sa conduite et a déclenché le freinage d'urgence dès la détection de l'obstacle, a permis de limiter les conséquences de la collision dont la gravité aurait pu être beaucoup plus élevée en cas de moindre réactivité de sa part, ou par des conditions de moindre visibilité.

En août 2023, le BEA-TT a adressé à SNCF Réseau, sans attendre la publication du présent rapport d'enquête, une recommandation immédiate relative à l'inscription du PN n° 51 dans la liste des PN présentant des difficultés de franchissement.

L'analyse des causes de l'accident, de son contexte et des suites données par les différents intervenants conduit le BEA-TT à rechercher des orientations préventives dans les domaines suivants :

- l'identification et la gestion des PN présentant des difficultés de franchissement ; le BEA-TT formule sur ce thème deux invitations adressées à SNCF Réseau, et une recommandation et une invitation adressées à la Délégation à la Sécurité Routière (DSR) ;
- les diagnostics de sécurité routière des passages à niveau ; le BEA-TT adresse sur ce thème deux invitations à la Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités (DGITM) et deux invitations au Cerema ;
- les délais d'instruction des demandes d'autorisation relatives aux transports exceptionnels (une invitation adressée à la DSR) ;

- la préparation du trajet du convoi par le transporteur routier LASO France ; le BEA-TT formule à son attention une recommandation et une invitation ;
- les actions des membres du convoi à l'approche et sur le PN ; le BEA-TT adresse sur ce thème deux recommandations à LASO France ;
- la fixation des équipements dans la cabine de conduite du train ; le BEA-TT adresse sur ce thème deux recommandations à SNCF Voyageurs ;
- les actions des conducteurs de trains suite à une collision ; le BEA-TT adresse sur ce thème deux recommandations à SNCF Voyageurs, une recommandation supplémentaire conjointement à SNCF Voyageurs et SNCF Réseau, deux invitations à SNCF Voyageurs et une invitation à SNCF Réseau ;
- les échanges téléphoniques des services en charge de la circulation ferroviaire (une invitation adressée à SNCF Réseau) ;
- la maintenance des téléphones d'alerte équipant les passages à niveau (une invitation adressée à SNCF Réseau) ;
- les modalités d'analyse de l'accident au sein de la SNCF (une recommandation adressée à SNCF Réseau et une recommandation à SNCF Voyageurs).

Enfin, le BEA-TT invite les fédérations professionnelles du transport routier à partager avec leurs adhérents le retour d'expérience de cet accident, et l'Établissement Public de Sécurité Ferroviaire (EPSF) à partager avec les entreprises ferroviaires le retour d'expérience de cet accident.

Summary (English version)

On Monday, June 19, 2023 at approximately 7:25 p.m., on the boundary of the municipalities of Le Clerjus and Trémonzey (Vosges), regional express train (TER) no. 894627 from Épinal to Belfort hit an oversized road convoy that was stopped on level crossing (LC) no. 51.

This oversized road convoy, travelling on departmental road no. 164, consisted of a tractor and a low-profile semi-trailer carrying a steel section of a wind turbine tower. It was surrounded by two light escort vehicles.

Of the nine passengers on the train, seven were slightly injured and the other two were unharmed. The train driver was also slightly injured, and the train guard suffered a more serious ankle injury. The lorry driver and the drivers of the two accompanying vehicles were not injured.

The impact ejected the tower section from the semi-trailer downstream of the train, lightly hitting one of the escort vehicles on its path. The train was damaged at the front but did not derail. The semi-trailer was damaged on its right front. The railway track suffered significant damage and one of the two half-barriers and its mechanism were destroyed.

The direct cause of the accident is the semi-trailer getting stuck on the hump located before the crossing, shortly before the train arrived. This blockage resulted from a lack of attention paid to the severity of the hump by the lorry driver, due to:

- focusing his attention on the inversion of the crossfall following the LC;
- the lack of reporting the difficulty in crossing the LC in the route survey;
- the absence of any mention of this difficulty in the convoy's abnormal load permit.

The vigilance of the train driver, who fulfilled his obligation to observe the track and its surroundings while driving and triggered emergency braking as soon as he detected the obstacle, made it possible to limit the consequences of the collision, the severity of which could have been much greater if he had reacted less quickly, or in conditions of lower visibility.

In August 2023, the BEA-TT sent to SNCF Réseau, without waiting for the publication of this investigation report, an immediate recommendation for the inclusion of LC no. 51 in the list of LCs with crossing difficulties.

The analysis of the causes of the accident, of its context and of the follow-up given by the various stakeholders leads the BEA-TT to seek preventive guidelines in the following areas:

- Identification and management of level crossings with crossing difficulties; the BEA-TT issues two invitations on this topic to SNCF Réseau, and a recommendation and an invitation to the Road Safety Delegation (DSR);
- Road safety diagnostics of level crossings; the BEA-TT issues two invitations to the General Directorate for Infrastructure, Transport and Mobility (DGITM) and two invitations to Cerema on this topic;
- The processing times for applications for abnormal load permits (an invitation to the DSR);
- The preparation of the route for the convoy by the road haulier LASO France; the BEA-TT makes a recommendation and an invitation to it;
- The actions of the members of the convoy on the approach and on the LC; the BEA-TT addresses two recommendations to LASO France on this subject;

- The fastening of equipment in the train driver's cabin; the BEA-TT addresses two recommendations to SNCF Voyageurs on this subject;
- The actions of train drivers following a collision; the BEA-TT addresses two recommendations on this subject to SNCF Voyageurs, an additional recommendation jointly to SNCF Voyageurs and SNCF Réseau, two invitations to SNCF Voyageurs and an invitation to SNCF Réseau;
- Telephone exchanges between the services in charge of rail traffic management (an invitation addressed to SNCF Réseau);
- Maintenance of alarm telephones at level crossings (an invitation sent to SNCF Réseau);
- The procedures for analysing the accident within the SNCF (a recommendation sent to SNCF Réseau and a recommendation to SNCF Voyageurs).

Finally, the BEA-TT invites professional road transport federations to share feedback from this accident with their members, and the Public Railway Safety Authority (EPSF) to share feedback from this accident with the railway companies.

SOMMAIRE

SYNTHÈSE....1

SUMMARY (ENGLISH VERSION)....3

1 - CONSTATS IMMÉDIATS ET ENGAGEMENT DE L'ENQUÊTE....8

1.1 - Les circonstances de l'accident....8

1.2 - Le bilan humain et matériel....8

1.3 - L'engagement et l'organisation de l'enquête....9

2 - CONTEXTE DE L'ACCIDENT....10

2.1 - Les conditions météorologiques....10

2.2 - La ligne ferroviaire de Blainville-Damelevières à Lure....10

2.3 - La route départementale n° 164....11

2.4 - Le passage à niveau n° 51....11

2.4.1 - Les caractéristiques générales du passage à niveau....11

2.4.2 - L'approche du PN n° 51 par le rail....12

2.4.3 - L'approche par la route et la signalisation routière....13

2.4.4 - Le fonctionnement théorique du PN n° 51 à l'approche d'un train en provenance de la gare de Bains-les-Bains....15

2.4.5 - Le diagnostic de sécurité routière du PN n° 51....15

2.4.6 - La maintenance des équipements du PN....16

2.5 - La réglementation de la circulation des convois exceptionnels....16

2.5.1 - Le cadre général....16

2.5.2 - La demande d'autorisation et son instruction....16

2.5.3 - Les règles générales de circulation et d'organisation applicables aux convois exceptionnels....17

2.5.4 - Le franchissement des voies ferrées....18

2.6 - Le parc éolien des Lunaires....19

2.6.1 - La réglementation relative aux projets de parcs éoliens....19

2.6.2 - L'enquête et l'autorisation relatives au parc éolien des Lunaires....20

2.6.3 - Les caractéristiques des éoliennes....21

3 - COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS EFFECTUÉES....23

3.1 - L'état des lieux après l'accident....23

3.1.1 - Constatations générales....23

3.1.2 - L'état du convoi routier....25

3.1.3 - L'état du train....25

3.1.4 - Les équipements du PN et la plate-forme ferroviaire....26

3.1.5 - Les traces relevées sur la chaussée....27

3.2 - Le résumé des témoignages et des déclarations....28

3.2.1 - Le conducteur du poids lourd....28

3.2.2 - Le conducteur de la voiture pilote....29

3.2.3 - Le conducteur de la voiture de protection arrière....30

3.2.4 - Le conducteur du train....30
3.2.5 - Les passagers du train....32
3.2.6 - L'agent circulation posté en gare d'Aillevillers....32
3.3 - Le convoi routier, ses participants et son organisation....33
3.3.1 - Les caractéristiques du convoi routier....33
3.3.2 - La société de transport LASO France....37
3.3.3 - Le conducteur de l'ensemble routier et les accompagnateurs....37
3.3.4 - La commande du transport....38
3.3.5 - Les études d'itinéraire et l'autorisation de circulation....39
3.3.6 - L'organisation et le suivi du convoi....46
3.3.7 - Les enregistrements disponibles relatifs au trajet de l'ensemble routier....47
3.3.8 - Le trajet d'approche du convoi....47
3.3.9 - L'organisation immédiate du transport suite à la collision....50
3.4 - Le train et son conducteur....50
3.4.1 - Les caractéristiques et l'entretien du train accidenté....50
3.4.2 - Les dégâts occasionnés au train....51
3.4.3 - Le conducteur du train....51
3.4.4 - L'analyse des données de l'enregistreur des paramètres de conduite....51
3.4.5 - Les échanges entre acteurs ferroviaires suite à la collision....52
3.5 - L'analyse des traces et des dégâts observés sur le PN....55
3.5.1 - Les traces relevées sur la chaussée....55
3.5.2 - L'état des équipements du PN....55
3.6 - L'analyse du chronotachygraphe du PL à la lumière des autres éléments disponibles. 56
3.7 - Investigations complémentaires sur le passage à niveau....57
3.7.1 - Le profil en long de la RD164 au franchissement du PN....57
3.7.2 - La liste des PN à franchissement difficile dans le département des Vosges....58
3.7.3 - Les téléphones d'alerte en cas d'urgence du PN....59
3.8 - Les suites données à l'accident....60
3.8.1 - Les travaux de remise en état de la voie ferrée....60
3.8.2 - Les analyses et actions conduites par SNCF Réseau....60
3.8.3 - Le nouveau diagnostic de sécurité routière du PN 51....63
3.8.4 - L'analyse et les actions conduites par SNCF Voyageurs....64
3.8.5 - L'analyse et les actions conduites par LASO....66
3.8.6 - Les actions conduites par Vestas....67
3.8.7 - Les convois suivants....68
3.8.8 - Les actions de la préfecture des Vosges....68
4 - ANALYSE DU DÉROULEMENT DE L'ACCIDENT ET DES SECOURS....70
4.1 - La situation avant l'accident....70
4.2 - Le déroulement de l'accident....70
4.3 - L'alerte et l'organisation des secours....71
4.4 - Le bilan de l'accident....72

5 - ANALYSE DES CAUSES ET FACTEURS ASSOCIÉS, ORIENTATIONS PRÉVENTIVES. 73
5.1 - Le schéma des causes et des facteurs associés....73
5.2 - L'identification et la gestion des PN présentant des difficultés de franchissement....75
5.2.1 - L'existence de relevés topographiques du profil en long des PN....75
5.2.2 - Le principe de vérification du critère de difficulté de franchissement d'un PN....76
5.2.3 - Les mises à jour annuelles des listes des PN à franchissement difficile....77
5.2.4 - La publication des informations relatives aux PN à franchissement difficile....77
5.3 - Les diagnostics de sécurité routière des passages à niveau....78
5.3.1 - Le formulaire de diagnostic et le guide technique associé....78
5.3.2 - La publication des diagnostics sur le site internet dédié....79
5.4 - Les délais d'instruction des demandes d'autorisation relatives aux transports exceptionnels....81
5.5 - La préparation du trajet du convoi par le transporteur routier....82
5.5.1 - L'étude d'itinéraire....82
5.5.2 - L'appropriation par les membres du convoi des documents relatifs au trajet....83
5.6 - Les actions des membres du convoi à l'approche et sur le PN....83
5.6.1 - Les communications radio entre les membres du convoi....83
5.6.2 - L'absence d'alerte après l'immobilisation de l'ensemble routier....84
5.7 - La fixation des équipements dans la cabine de conduite du train....85
5.8 - Les actions des conducteurs de trains suite à une collision....86
5.8.1 - L'utilisation du GSM-GFU....86
5.8.2 - La procédure d'alerte par un conducteur en cas d'obstacle sur les voies....87
5.8.3 - Les échanges entre les agents de conduite et les agents circulation....88
5.8.4 - La mise en œuvre des actions d'urgence par les conducteurs de trains....88
5.8.5 - La dérogation introduite aux règles de sécurité....89
5.9 - Les échanges téléphoniques des services en charge de la circulation ferroviaire....89
5.10 - La maintenance des téléphones d'alerte équipant les passages à niveau....90
5.11 - Les modalités d'analyse de l'accident au sein de la SNCF....91
5.11.1 - Les analyses conduites par SNCF Réseau....91
5.11.2 - L'analyse conduite par SNCF Voyageurs....92
5.12 - Le partage des enseignements de cet accident....93

ANALYSIS OF CAUSES AND ASSOCIATED FACTORS, PREVENTIVE GUIDELINES....94

ANNEXES....114
Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête....115
Annexe 2 : Le système GSM-GFU....116
Annexe 3 : La vitesse de l'ensemble routier enregistrée par le chronotachygraphe....117
Annexe 4 : Estimation de la vitesse du TER à l'instant de la collision....118
Annexe 5 : Nouveau diagnostic de sécurité routière du PN 51 (25 juillet 2023)....119

RÈGLEMENT GÉNÉRAL DE PROTECTION DES DONNÉES....121

1 - Constats immédiats et engagement de l'enquête

1.1 - Les circonstances de l'accident

Le lundi 19 juin 2023 vers 19 h 25, à la limite des territoires des communes du Clerjus et de Trémonzey (Vosges), le train express régional (TER) n° 894627 reliant Épinal à Belfort a heurté un convoi routier exceptionnel immobilisé sur le passage à niveau (PN) n° 51.

Ce convoi routier exceptionnel, circulant sur la route départementale n° 164, était composé d'un tracteur routier et d'une semi-remorque surbaissée transportant une section de mât d'éolienne en acier. Il était encadré par deux véhicules légers de protection.

Figure 1 : Localisation de l'accident à l'échelle régionale (à gauche) et à l'échelle locale (à droite)
Fond de plan Géoportail IGN légendé BEA-TT

1.2 - Le bilan humain et matériel

Parmi les neuf voyageurs du train, sept ont été légèrement blessés, les deux autres sont indemnes. Le conducteur du train a également été blessé légèrement, et l'ASCT (Agent du Service Commercial Train, dénommé par le grand public « contrôleur ») a été blessé plus gravement à la cheville.

Le conducteur du poids lourd ainsi que les conducteurs des deux véhicules d'accompagnement n'ont pas été blessés.

Sous le choc, la section de mât d'éolienne transportée par le convoi routier a été éjectée de la semi-remorque vers l'aval du train, heurtant légèrement sur sa trajectoire l'un des véhicules de protection. Le train a été endommagé à l'avant mais n'a pas déraillé. La semi-remorque a été détériorée sur son avant droit. La voie ferrée a subi des dégâts significatifs et l'une des deux demi-barrières ainsi que son mécanisme ont été détruits.

1.3 - L’engagement et l’organisation de l’enquête

Au vu des circonstances de cet accident, le directeur du Bureau d’Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre (BEA-TT) a ouvert le 12 juillet 2023 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.

Les enquêteurs du BEA-TT ont contacté les autorités judiciaires. Ils se sont rendus sur les lieux, ils ont rencontré les enquêteurs de la Gendarmerie nationale (brigade de recherches de Remiremont) et ont pu accéder au dossier de l’enquête judiciaire dirigée par le procureur de la République d’Épinal. Ils ont également échangé avec les représentants des gestionnaires de l’infrastructure ferroviaire (SNCF Réseau) et de l’infrastructure routière (conseil départemental des Vosges), de SNCF Voyageurs, entreprise ferroviaire opérant le train impliqué dans l’accident, ainsi que son conducteur.

S’agissant du convoi routier, ils ont échangé avec la société de transport LASO France, opérant l’ensemble routier, le conducteur du poids lourd, la société Vestas commanditaire du transport, ainsi que le maître d’ouvrage du parc éolien destinataire de la pièce transportée. Ils ont pu examiner l’ensemble routier impliqué dans l’accident et disposer de l’ensemble des pièces et documents nécessaires à leurs analyses, notamment de documents techniques mis à disposition par les fabricants du tracteur routier et de la semi-remorque.

2 - Contexte de l’accident

2.1 - Les conditions météorologiques

Les deux stations météorologiques les plus proches du lieu de l’accident sont situées à Fougerolles (à environ 13 km au sud-est du PN n° 51) et à Xertigny (à environ 13 km au nord-est). Pour la journée du 19 juin 2023, ces deux stations indiquent une absence de précipitations depuis 9 h 00. À 19 h 30, elles indiquent une absence totale de vent et la température enregistrée y est respectivement de 25,5 °C et 27,7 °C.

Les conditions météorologiques au moment de l’accident n’étaient donc pas défavorables.

Au moment de l’accident, le soleil était situé à un azimut de 284°, soit approximativement à l’ouest-nord-ouest (figure 2), et à une élévation de 19° par rapport à l’horizontale. La trajectoire d’approche du convoi routier vers le passage à niveau, depuis le sud-est, était orientée à un azimut de 326° soit un angle de 42° par rapport à celui du soleil ; cet angle est trop élevé pour que le soleil ait pu perturber le champ de vision du conducteur du poids lourd. Il ne se trouvait pas non plus dans le champ de vision du conducteur du train, qui se dirigeait vers le sud.

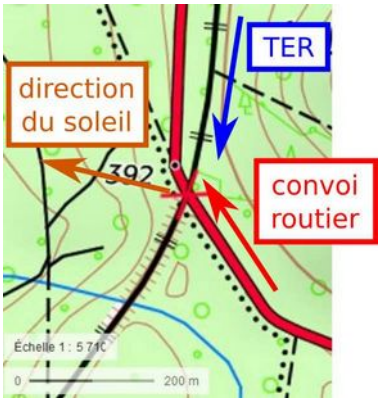

Figure 2 : Position du soleil au moment de l’accident
Fond de plan Géoportail IGN légendé BEA-TT

2.2 - La ligne ferroviaire de Blainville-Damelevières à Lure

La ligne ferroviaire n° 042 000, gérée par SNCF Réseau, relie la gare de Blainville-Damelevières (Meurthe-et-Moselle) à la gare de Lure (Haute-Saône) via Épinal (Vosges). La section située entre les gares d’Épinal et d’Aillevillers (Haute-Saône), où se situe le PN n° 51, est à double voie (un sens de circulation est affecté par voie) et non électrifiée.

Le cantonnement (espacement des trains) sur cette section est géré par un système dit « block manuel »[1]. Les agents circulation (AC) de SNCF Réseau sont chargés d’assurer la fonction de garde, ils se situent respectivement à Épinal pour le sens 1 (nord-sud) et Aillevillers pour le sens 2 (sud-nord).

1 Le block manuel en double voie est un système qui permet d’assurer le cantonnement des trains circulant sur une même voie (espacement entre deux trains de même sens). La ligne est découpée en cantons dont l’entrée est commandée par un sémaphore. Ce signal est maintenu fermé tant que le canton est considéré occupé. Chaque poste de cantonnement est sous la responsabilité d’un garde qui doit s’assurer au passage de chaque train que ce dernier est complet pour indiquer au garde du poste amont que le canton est libre. Cette assurance est obtenue par l’observation de la présence de la signalisation arrière sur le dernier véhicule du train. L’information de la libération du canton est donnée au garde du canton amont par dépêche ou au moyen d’appareils. Cette information l’autorise à ouvrir le sémaphore qui commande l’entrée du canton.

La ligne est équipée de la liaison GSM-GFU avec les trains (ce système est présenté en annexe 2 du présent rapport).

Aux abords du PN n° 51, la vitesse maximale des circulations ferroviaire est de 130 km/h dans le sens 1 (nord-sud) et de 110 km/h dans le sens 2 (sud-nord). En juin 2023, le trafic ferroviaire régulier se limitait à quatre TER par sens et par jour, voire moins les week-ends.

2.3 - La route départementale n° 164

La RD 164, gérée par le conseil départemental des Vosges (CD88), fait partie d'un itinéraire orienté approximativement du nord-ouest vers le sud-est, reliant Contrexéville à la route nationale n° 57 dans le département de la Haute-Saône, par un échangeur situé sur la commune de Fougerolles-Saint-Valbert.

C'est une route bidirectionnelle, à deux voies, dont le trafic moyen journalier annuel à proximité du PN n° 51 est de l'ordre de 1300 véhicules/jour dont 140 poids lourds (11 %), soit un débit modeste. Cette section est également parcourue par une ligne de transports scolaire (ligne V6) organisée par la communauté d'agglomération d'Épinal. La vitesse maximale autorisée aux abords du PN n° 51 est de 80 km/h. Le revêtement de chaussée a été renouvelé en avril 2022 sur plusieurs kilomètres de chaque côté du PN.

À l'époque de l'accident, cette section de la RD 164 ne faisait pas l'objet d'un patrouillage régulier de la part du gestionnaire routier. Toutefois, le centre d'exploitation compétent étant situé à quelques kilomètres du PN, ses agents y passaient fréquemment et n'y avaient relevé aucune anomalie dans les jours ayant précédé l'accident.

2.4 - Le passage à niveau n° 51

2.4.1 - Les caractéristiques générales du passage à niveau

Le PN n° 51 est situé dans un environnement forestier, au km 82+602 de la ligne ferroviaire de Blainville-Damelevières à Lure et au point de repère (PR) 90+760 de la RD 164. C'est un passage à niveau automatique classé en première catégorie[2] (passages à niveau publics ouverts à la circulation de l'ensemble des usagers de la route, munis de barrières ou de demi-barrières) par arrêté préfectoral du 9 septembre 1977. Cet arrêté définit également le niveau d'équipement du PN, à savoir *« une signalisation automatique lumineuse et sonore complétée par deux demi-barrières à fonctionnement automatique »*.

Selon la fiche signalétique du PN établie par SNCF Réseau, le trafic routier pendant la période d'ouverture de la ligne s'élève à 960 véhicules/jour dont 8 % de PL, et le trafic ferroviaire moyen journalier est de 4 circulations. Le moment de circulation[3] qui en résulte est de 3 840, ce qui est une valeur très faible[4].

2 Au sens de l'article 2 de l'arrêté du 18 mars 1991 modifié relatif au classement, à la réglementation et à l'équipement des passages à niveau, consultable sur le site internet Légifrance.

3 Le moment de circulation d'un passage à niveau est le produit du nombre moyen journalier des circulations ferroviaires par le nombre moyen journalier des circulations routières durant la période de la journée où la ligne est ouverte à la circulation des trains. Il reflète le nombre d'interactions possibles entre véhicules routiers et trains et constitue l'un des indicateurs permettant de caractériser le niveau de risque associé au PN.

4 Comme évoqué plus haut, le trafic ferroviaire régulier au printemps 2023 était en jours ouvrés de huit TER par jour, soit le double de celui figurant dans la fiche signalétique, et le trafic routier est supérieur d'environ 30 % à celui renseigné dans la fiche. Même compte tenu de ces corrections, le moment résultant resterait d'un niveau très modeste.

Le PN n'est pas doté d'un dispositif de télésurveillance du bon fonctionnement de ses équipements, ni de vidéo-surveillance. Selon SNCF Réseau, aucun accident corporel ni matériel n'y a été recensé sur les dix dernières années. La base de données nationale des accidents corporels de la circulation routière, renseignée par les forces de l'ordre et administrée par l'Observatoire national interministériel de la sécurité routière (ONISR), ne signale pas non plus d'accident sur les dix dernières années dans un rayon de 250 m autour du PN.

Le dernier diagnostic de sécurité routière du PN n° 51 avant l'accident a été établi le 7 septembre 2020 (voir partie 2.4.5). Au moment de l'accident, il ne figurait pas sur la liste[5] des PN inscrits au programme de sécurisation national (PSN), établie par l'instance nationale des passages à niveau[6] (INPN).

2.4.2 - L'approche du PN n° 51 par le rail

Dans le sens de circulation du TER impliqué dans l'accident, d'Épinal vers Belfort, le dernier arrêt avant le passage sur le PN n° 51 est en gare de Bains-les-Bains, environ 2,4 km en amont. Le tracé au départ de la gare est approximativement en ligne droite sur 1 600 m, effectue une courbe à gauche sur 650 m puis une courbe à droite sur 250 m, qui se prolonge ensuite au-delà du PN (figure 3, à gauche). Sur les 1 200 derniers mètres avant le PN, la plate-forme est en pente (descente) régulière, d'une déclivité de 10 ‰.

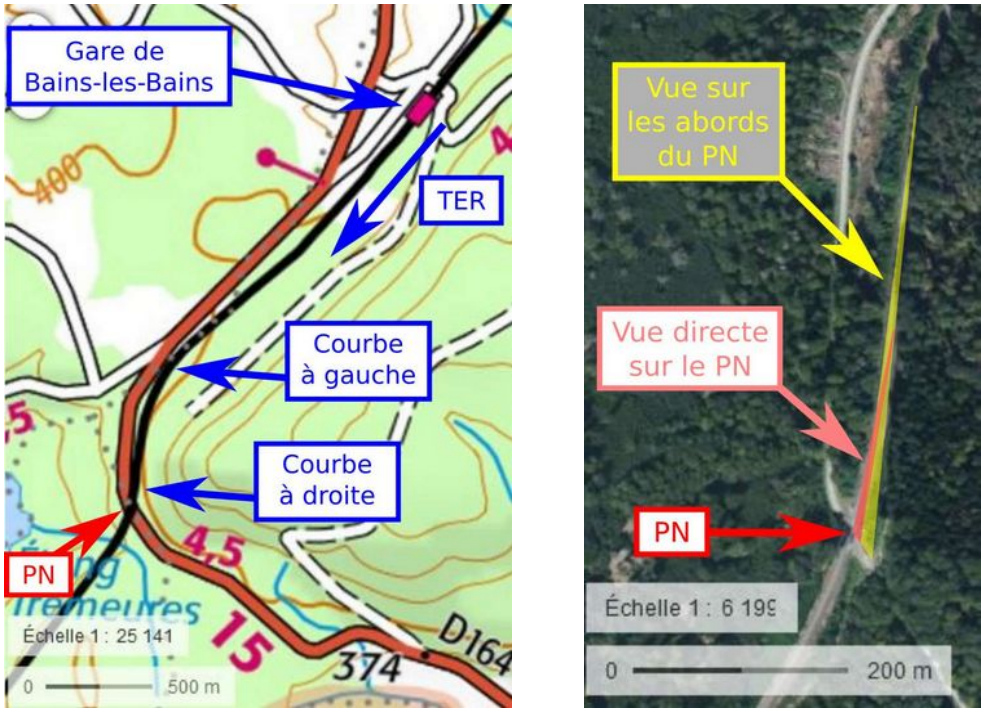

Figure 3 : Approche du PN n° 51 par le rail : depuis la gare de Bains-les-Bains (à gauche) et vue sur les abords du PN depuis la courbe (à droite)
Fond de plan et vue aérienne Géoportail IGN légendés BEA-TT

5 La liste nationale est consultable sur le site internet du ministère des transports : https://www.ecologie.gouv.fr/passages-niveau

6 L'INPN a pour objectifs d'élaborer et proposer aux ministres des transports et de l'intérieur les mesures d'amélioration de la sécurité des passages à niveau ; de coordonner les actions liées aux PN des différents services et intervenants concernés ou associés ; d'actualiser la liste des passages à niveau inscrits au PSN.

Du fait de la dernière courbe et de l'environnement boisé, la visibilité sur le PN n'est possible qu'à une distance de l'ordre de 200 m (figure 3, à droite) ; en revanche les abords immédiats du PN côté sud-est, plus dégagés, sont visibles depuis le milieu de la courbe précédente, à environ 400 m.

Le tracé en courbe au droit du passage à niveau est associé à un dévers de la plate-forme vers l'intérieur de la courbe, soit le côté droit dans le sens de circulation du TER impliqué, d'une valeur proche du dévers maximal autorisé sur ligne conventionnelle (160 mm entre les deux rails).

2.4.3 - L'approche par la route et la signalisation routière

En approche depuis le sud-est, dans le sens de circulation du convoi impliqué dans l'accident, le tracé de la RD présente un léger virage à gauche puis, 300 m plus loin, un virage à droite en sortie duquel le passage à niveau devient visible, en alignement droit, à une distance de l'ordre de 200 m. Cette ligne droite est en très légère montée (moins de 1 %).

Le PN est annoncé, conformément à la réglementation[7] (Figure 4) :

- à 150 m du PN, par un panneau de danger de type A7 (Passage à niveau muni de barrières) complété par un panonceau M9z « Signal automatique » ;
- par trois balises de présignalisation de type J10 situées à 150 m, 100 m et 50 m du PN.

En complément, à 100 m du PN, est implanté un panneau de danger de type A2a (Cassis ou dos d'âne) complété par un panonceau M9z « Véhicules surbaissés attention ».

À 150 m du PN ***À 100 m du PN*** ***À 50 m du PN***

Figure 4 : Approche du PN n° 51 par la route depuis le sud-est
Photographies BEA-TT

La route ne croise pas la plate-forme ferroviaire à angle droit mais avec un angle inférieur à 50 degrés. Elle se prolonge au-delà du passage à niveau par un virage à droite, dont la signalisation a été renforcée par le conseil départemental au printemps 2023 par l'ajout en extérieur du virage de balises J1 complémentaires, dont certaines fixées sur la glissière de sécurité latérale, ainsi que de deux balises J4 multichevrons en septembre 2023 (Figure 5).

7 Arrêté du 18 mars 1991 modifié relatif au classement, à la réglementation et à l'équipement des passages à niveau, arrêté du 24 novembre 1967 modifié relatif à la signalisation des routes et autoroutes, et instruction interministérielle sur la signalisation routière du 22 octobre 1963 modifiée.

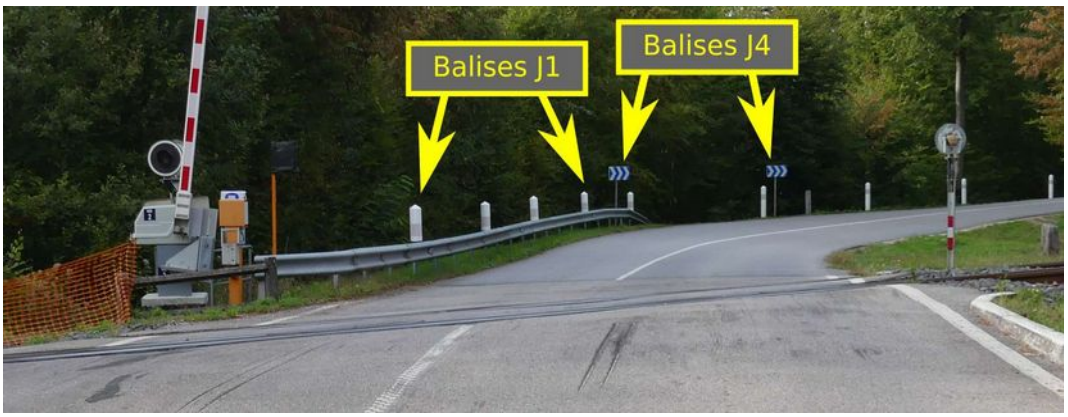

Figure 5 : Vue du virage situé au nord du PN n° 51, dans le sens de circulation du convoi
Photo et légende BEA-TT (prise de vue octobre 2023)

Le dévers de la plate-forme ferroviaire mentionné plus haut se traduit par un dos d'âne sur la route départementale. La figure 6 représente le profil en long de l'axe de la RD164 dans le sens de circulation du convoi impliqué dans l'accident, l'origine des abscisses étant fixée sur l'axe de la plate-forme ferroviaire. Par rapport au sommet du dos d'âne, la dénivellation jusqu'à l'axe de la plate-forme ferroviaire est de 38 cm pour une distance de 6 m, et la dénivellation jusqu'à la limite opposée de la plate-forme ferroviaire est de 68 cm pour une distance de 11 m.

À la date de l'accident, le 19 juin 2023, le PN n° 51 ne figurait pas dans la liste des passages à niveau présentant des difficultés de franchissement (cette notion est explicitée plus loin en partie 2.5.4).

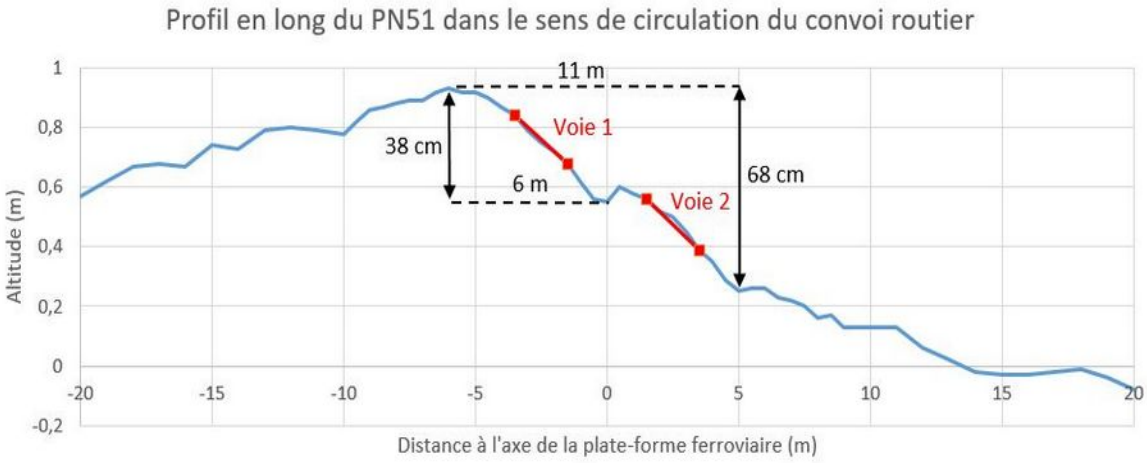

Figure 6 : Profil en long de l'axe de la RD164 aux abords du PN n° 51
Schéma BEA-TT d'après données topographiques SNCF Réseau
N.B. : Les échelles horizontale et verticale ne sont pas identiques

La largeur de la chaussée, de l'ordre de 6,40 m dans la section courante en approche du passage à niveau, s'élève progressivement jusqu'à 7 m sur la traversée des voies ferrées, puis reprend au-delà sa valeur antérieure.

Le tracé ferroviaire en descente ainsi que le virage suivi par la route immédiatement au nord du PN induisent sur le profil en travers de la RD une alternance du dévers. Dans le sens de circulation du sud vers le nord, la route présente ainsi une pente transversale vers la gauche au droit du passage à niveau, avant de s'incliner sur la droite dans le virage (Figures 5 et 7).

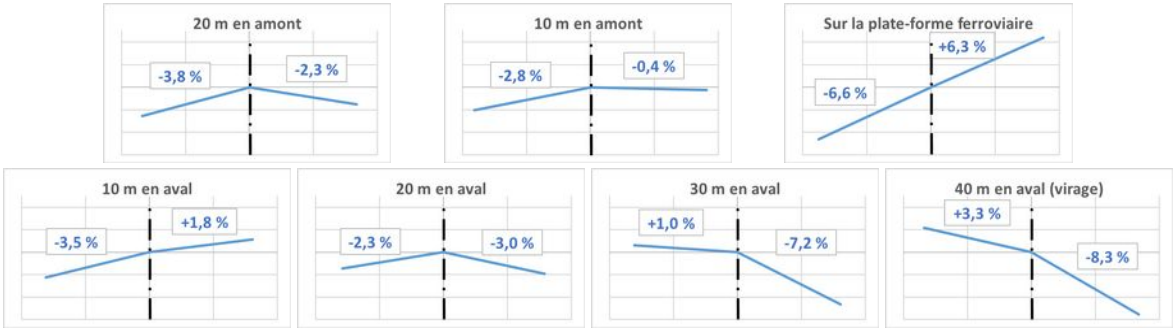

Figure 7 : Profil en travers de la RD164 de part et d'autre du PN n° 51, dans le sens de circulation sud-nord
Schémas BEA-TT d'après données topographiques CD88

La signalisation de position du passage à niveau est conforme aux dispositions réglementaires. Il est doté dans chaque sens de circulation d'une demi-barrière, d'une sonnerie et de deux feux rouges clignotants implantés de part et d'autre de la chaussée. Les deux demi-barrières, positionnées orthogonalement aux voies routières, sont distantes d'une douzaine de mètres.

Le PN comporte également de chaque côté des voies ferrées un téléphone d'alerte en cas d'urgence relié aux services dédiés de SNCF Réseau à Épinal.

2.4.4 - Le fonctionnement théorique du PN n° 51 à l'approche d'un train en provenance de la gare de Bains-les-Bains

Selon les documents techniques du passage à niveau communiqués par SNCF Réseau, le déclenchement de la fermeture du PN par un train en provenance de la gare de Bains-les-Bains se fait par le franchissement de détecteurs, dits « pédales d'annonce », situés 963 m en amont du PN. Pour un train circulant à la vitesse maximale autorisée de 130 km/h, le délai d'annonce[8] est de 26,7 secondes ; cette durée est conforme aux dispositions de l'article 10 de l'arrêté du 18 mars 1991 modifié, qui impose un délai minimum de 20 secondes entre le déclenchement de l'alerte et l'arrivée du train.

La réouverture des barrières est déclenchée par deux actions successives : le passage du train sur un détecteur dit « pédale de réarmement », situé 24 m en aval du PN, qui réalise le réarmement de l'annonce au PN de la prochaine circulation, puis la vérification de la libération d'une zone de détection au niveau du PN dénommée « zone courte ».

2.4.5 - Le diagnostic de sécurité routière du PN n° 51

En application du programme d'actions pour le traitement de la sécurité des passages à niveau décidé par le Gouvernement en 2008[9], le PN n° 51 a fait l'objet d'un diagnostic de sécurité routière réalisé conjointement par le conseil départemental des Vosges et SNCF Réseau, de jour uniquement, le 7 septembre 2020. Le compte rendu d'inspection ne relève aucune anomalie relative à la géométrie, la visibilité et la lisibilité du PN, mais signale son *« profil difficile (véhicule frottant en sortie pour les grands gabarits) »* ainsi qu'une *« mauvaise perception du changement brusque du dévers »*. Il ne conclut pas à la nécessité d'engager d'action particulière sur le PN.

8 Le délai d'annonce est le temps entre le début de la séquence de fermeture, comprenant l'allumage des feux rouges clignotants et l'activation de la sonnerie, et l'arrivée effective de la tête de train sur le PN.

9 Le principe des diagnostics de sécurité routière des passages à niveau a été inscrit dans le Code des transports (article L. 1614-1) par la loi n° 2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités. Ses modalités d'application ont été précisées par le décret 2021-396 du 6 avril 2021 relatif aux diagnostics de sécurité routière des passages à niveau.

2.4.6 - La maintenance des équipements du PN

Les équipements électriques et la signalisation du PN ont fait l'objet d'une visite annuelle le 7 avril 2023. La seule action de maintenance effectuée en 2023 avant l'accident a été le remplacement de lampes des feux rouges clignotants à diodes.

S'agissant des postes téléphoniques d'alerte en cas d'urgence équipant le PN, une opération de maintenance préventive systématique effectuée le 4 avril 2023 a détecté un défaut de transmission fugitif sur le circuit support de transmission relié au téléphone situé du côté de la voie 1 (côté sud du PN). Par mesure de précaution, les mainteneurs ont apposé, sur les deux postes téléphoniques, une affiche portant le message : *« Téléphone en dérangement – Contacter la gare d'Épinal : »* suivi d'un numéro de téléphone fixe. Ces affiches étaient toujours en place le 19 juin 2023, jour de l'accident.

2.5 - La réglementation de la circulation des convois exceptionnels

2.5.1 - Le cadre général

Le transport ou la circulation de marchandises, engins ou véhicules présentant un caractère exceptionnel en raison de leurs dimensions ou de leur masse excédant les limites réglementaires, doit faire l'objet d'une autorisation préalable. Ces transports sont réglementés par les articles R. 433-1 à R. 433-6 du Code de la route, dont les conditions d'application sont fixées par l'arrêté du 4 mai 2006 modifié relatif aux transports exceptionnels de marchandises, d'engins ou de véhicules et ensembles de véhicules comportant plus d'une remorque.

L'arrêté du 4 mai 2006 définit trois catégories de convois selon leurs dimensions et masses. Les deux premières catégories doivent respecter les critères figurant dans le tableau ci-dessous. Tout convoi ne respectant pas l'un des critères définissant la 2e catégorie est classé en 3e catégorie.

	Longueur maximale	Largeur maximale	Masse maximale
1re catégorie	20 m	3 m	48 t
2e catégorie	25 m	4 m	72 t

Ces transports exceptionnels ne peuvent circuler que sous couvert d'une autorisation individuelle préalable, à l'exception de certains convois de 1ère catégorie qui peuvent faire l'objet d'une simple déclaration.

L'arrêté définit plusieurs types d'autorisations individuelles (pour un nombre de voyages défini ou illimité, sur un itinéraire précis ou un réseau préétabli). Le réseau préétabli peut être soit départemental, soit à portée nationale. Cinq types de réseaux préétablis à portée nationale sont définis, en fonction de la catégorie des convois admis et de leur poids total roulant.

2.5.2 - La demande d'autorisation et son instruction

La demande, effectuée par le transporteur ou par un mandataire, décrit en détail le convoi (géométrie, type d'essieu et masse par essieu) ainsi que l'itinéraire concerné. Elle peut concerner plusieurs variantes de convois.

Le pétitionnaire s'engage notamment (article 6, III de l'arrêté) :
« 2° À proposer un itinéraire compatible avec les caractéristiques du transport objet de sa demande ;
3° À reconnaître l'itinéraire autorisé et avoir vérifié :

– qu'aucun obstacle fixe, notamment dans les traversées d'agglomérations, ne gêne ou n'empêche le passage de son convoi ;
– que les caractéristiques de son convoi lui permettent de respecter les conditions minimales de franchissement des passages à niveau et des ouvrages d'art.
L'usage d'un réseau préétabli ne le dispense pas de cette reconnaissance, le réseau pouvant à tout moment subir des modifications ».

Le dépôt de la demande est effectué via une application informatique accessible par internet qui permet ensuite au pétitionnaire de suivre l'avancement de son instruction et de télécharger l'autorisation. L'application TENet, en vigueur jusqu'à l'automne 2023, a été remplacée par un nouvel outil dénommé « Mon-transport-exceptionnel ».

L'arrêté du 4 mai 2006 définit le service en charge de l'instruction de la demande, en fonction du type d'autorisation demandée. Pour une demande portant sur un itinéraire précis, le service instructeur est la préfecture du département de départ du convoi, ou du point d'entrée en France si le convoi arrive de l'étranger. Ce service collecte les avis des services instructeurs de l'ensemble des départements traversés.

Le service instructeur de chaque département indique le cas échéant au pétitionnaire les gestionnaires de voirie et d'infrastructures qu'il doit consulter ; les avis de ces gestionnaires sont ensuite adressés au demandeur avec copie à la préfecture concernée.

Les avis des services instructeurs des départements traversés ainsi que des gestionnaires consultés peuvent comporter des prescriptions relatives aux modalités de circulation des convois (horaires, conditions de franchissement d'ouvrages, etc.). Ces avis sont annexés à l'arrêté délivrant l'autorisation de circulation et leurs prescriptions en font partie intégrante.

Lorsque la demande porte sur un itinéraire précis traversant plusieurs départements, le délai maximal d'instruction est de deux mois à compter de la date de délivrance de l'accusé de réception par le service instructeur sur une demande recevable (article 8-II de l'arrêté).

2.5.3 - Les règles générales de circulation et d'organisation applicables aux convois exceptionnels

Les convois doivent notamment respecter les exigences suivantes :

- La circulation des convois exceptionnels est interdite du samedi ou veille de fête à 12 h 00 au lundi ou lendemain de fête à 6 h 00 (article R. 433-4 du Code de la route).
- Le transporteur doit signaler le passage du convoi aux gestionnaires de voiries concernés deux jours ouvrables à l'avance (article 11bis de l'arrêté du 4 mai 2006). En outre, dans le cadre d'une autorisation individuelle de 3e catégorie, le permissionnaire doit aviser les services instructeurs des départements traversés, au moins 48 heures avant chaque passage (article 18 de l'arrêté).
- Le franchissement des voies ferrées fait l'objet d'exigences particulières détaillées en partie suivante.
- Selon les caractéristiques du convoi, la présence d'un ou plusieurs véhicules d'accompagnement peut être prescrite afin de guider le convoi et de le signaler aux autres usagers de la route (article 13 de l'arrêté du 4 mai 2006). Les conducteurs des véhicules d'accompagnement doivent avoir suivi une formation professionnelle spécifique.
- Le transporteur doit désigner nommément un chef de convoi ayant autorité sur les différents intervenants. Il a pour mission de coordonner leurs actions, d'assurer le respect des prescriptions contenues dans l'autorisation et des dispositions du Code de

la route et de la réglementation sociale, et d'assurer la sécurité des usagers de la route et celle du convoi (article 13 de l'arrêté du 4 mai 2006).

- Pour les convois de 2e et 3e catégories, la vitesse maximale autorisée est plus restrictive que celle fixée par le Code de la route pour les poids lourds (article 14 de l'arrêté du 4 mai 2006). Les convois de 3e catégorie ne peuvent pas dépasser 60 km/h sur les autoroutes, 50 km/h sur les routes et 30 km/h en agglomération.

L'article 18 de l'arrêté rappelle que *« le permissionnaire doit procéder ou faire procéder, sous sa responsabilité, à une reconnaissance de l'itinéraire qu'il veut emprunter, avant tout transport, afin de s'assurer de la manœuvrabilité de son convoi sur l'ensemble de l'itinéraire et vérifier qu'il n'y a pas d'arrêté réglementant la circulation des véhicules (municipal, départemental ou préfectoral), ni de chantier provisoire qui l'empêcherait d'emprunter cet itinéraire. »*

L'article 19 impose au conducteur d'être en possession notamment de son autorisation de circulation. En revanche, il n'a pas obligation de disposer d'un document décrivant la reconnaissance préalable de l'itinéraire réalisée, ni d'un document lui détaillant les contraintes associées à son itinéraire en complément de l'autorisation réglementaire.

2.5.4 - Le franchissement des voies ferrées

L'article 12 de l'arrêté du 4 mai 2006 est consacré au franchissement des voies ferrées.

Il dispose que *« le transporteur doit s'assurer que les caractéristiques de son convoi lui permettent de franchir les passages à niveau sans causer de dommages aux installations ni risquer de rester immobilisé sur la voie ferrée »* en respectant des conditions relatives :

- **à la durée de franchissement** : le convoi doit pouvoir franchir les passages à niveau dans un délai maximal de 20 secondes lorsque le PN est gardé par un agent, et de 7 secondes dans les autres cas ;
- **à la hauteur du convoi**, lorsque la ligne est électrifiée ;
- **à la largeur du convoi** : lorsque celle-ci excède les limites générales du Code de la route, *« le transporteur doit s'assurer que la largeur libre de la voie de circulation à emprunter au droit du passage à niveau est suffisante pour qu'il puisse franchir la voie ferrée sans entraîner l'immobilisation du convoi ou de la circulation routière, ni porter atteinte à l'intégrité des installations routières et ferroviaires »* ;
- **à la garde au sol du convoi** : le transporteur doit s'assurer qu'elle est suffisante pour lui permettre de franchir les profils suivants (figure 8) :
  « - un arrondi en creux ou en saillie de 50 m de rayon reliant une pente et une rampe de 6 % ;
  - un dos d'âne constitué par deux plans symétriques, faisant une dénivellation de 0,15 m sur un développement total de 6 m.
  Lorsque le convoi répond à ces conditions, seuls les passages à niveau signalés sur l'application informatique dédiée aux itinéraires de transports exceptionnels et aux prescriptions comme présentant des difficultés de franchissement doivent faire l'objet d'un examen particulier par le transporteur.
  Lorsque le convoi ne répond pas à ces conditions, tous les passages à niveau doivent faire l'objet d'un examen particulier par le transporteur. »

L'article 12 précise également que les exploitants ferroviaires peuvent communiquer au service instructeur des prescriptions générales ou particulières relatives à tout passage à niveau à franchir. Le service est alors chargé de leur publication sur l'application informatique dédiée aux itinéraires de transports exceptionnels et aux prescriptions.

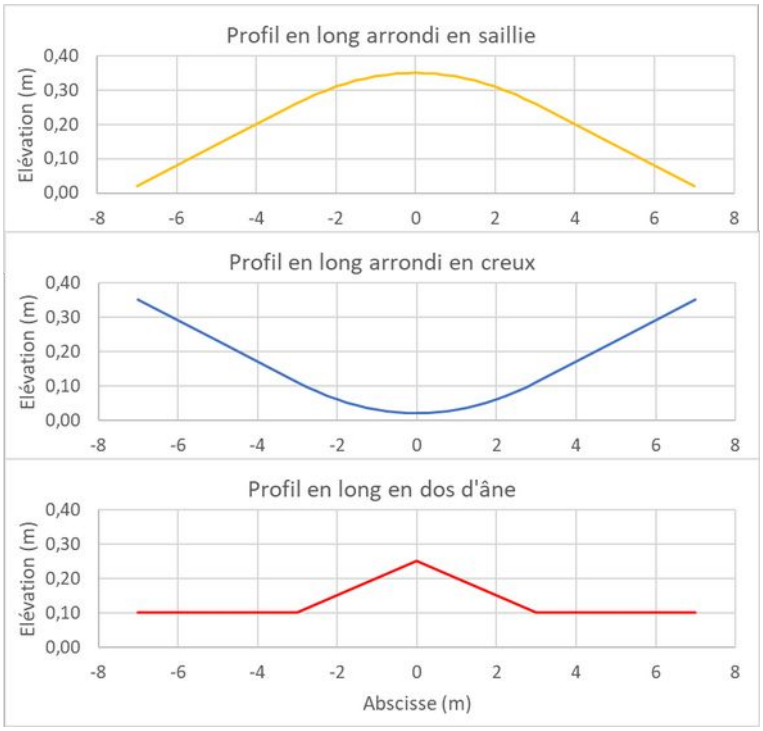

Figure 8 : Profils en long types associés aux PN
NB : l'étendue des pentes et rampes des profils arrondis n'est pas limitée

Il dispose enfin que *« les exploitants ferroviaires actualisent et adressent chaque année aux services instructeurs la liste des passages à niveau présentant des difficultés de franchissement pour les convois ne satisfaisant pas aux dispositions ci-dessus »*[10]. Comme évoqué plus haut, cette liste doit être accessible aux transporteurs sur l'application informatique pour leur permettre de conduire les examens requis.

La formulation des obligations de vérification auxquelles doivent se conformer les transporteurs implique que tout PN présentant un profil en long plus contraignant que les trois profils types doit être inscrit dans la liste des PN présentant des difficultés de franchissement.

2.6 - Le parc éolien des Lunaires

Le convoi exceptionnel avait pour destination le chantier du parc éolien des Lunaires situé à Gruey-lès-Surance, à environ 17 km au nord-ouest du lieu de l'accident. Le maître d'ouvrage du parc éolien est la société « Éoliennes des Lunaires », filiale de la société H2air dont le siège social est à Amiens.

2.6.1 - La réglementation relative aux projets de parcs éoliens

Les parcs éoliens terrestres comportant au moins une éolienne dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est supérieure ou égale à 50 m sont des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)[11]. Leur construction et leur exploitation font l'objet d'une procédure d'autorisation environnementale unique couvrant notamment les obligations réglementaires au titre du Code de l'environnement (ICPE,

10 Il n'apparaît pas nettement si la mention « les dispositions ci-dessus » se rapporte uniquement à la garde au sol des véhicules, dernier point évoqué avant la mention, ou si elle vise également les dispositions relatives à la durée de franchissement et à la hauteur du convoi, évoquées précédemment dans le même article 12.

11 Code de l'environnement, art. R. 511-9 annexe 4, rubrique 2980.

dérogations espèces protégées), du Code de l'énergie (autorisation d'exploiter, demande de raccordement), du Code de l'urbanisme (permis de construire) et du Code forestier (autorisation de défrichement).

La procédure prévoit notamment la réalisation d'une étude d'impacts et de dangers ainsi que la tenue d'une enquête publique. La décision d'autorisation fait l'objet d'un arrêté du préfet de département qui peut fixer des prescriptions complémentaires et compensatoires en sus des prescriptions réglementaires nationales.

2.6.2 - L'enquête et l'autorisation relatives au parc éolien des Lunaires

L'enquête publique relative à la demande d'autorisation environnementale présentée par la société « Éoliennes des Lunaires » a été décidée par un arrêté du préfet du département des Vosges du 27 mai 2020. Elle a eu lieu du 22 juin au 24 juillet 2020.

Le projet comporte huit éoliennes. Le dossier d'étude d'impact présenté pour l'enquête publique traite des transports induits par le chantier dans deux parties :

- **En partie « Description du projet » :**

« <u>Nature des convois</u>

35 convois[12] sont nécessaires pour acheminer les composants d'une éolienne, soit environ 280 convois pour l'ensemble du parc. L'acheminement du matériel de montage nécessite également une trentaine de convois pour l'ensemble des éoliennes.

Même si une éolienne se divise en plusieurs éléments, son transport est complexe en raison des dimensions et du poids de ce type de structure.

De plus, il faut acheminer les grues nécessaires au montage. Trois types de grues, présentant chacune des caractéristiques spécifiques, peuvent être choisis en fonction du projet. La grue la plus importante pèse de 600 à 800 tonnes. Cette grue est amenée sur le site en plusieurs pièces (environ 30 convois nécessaires pour acheminer le matériel de montage).

Le site d'implantation doit donc être accessible à des engins de grande dimension et pesant très lourd, les voies d'accès doivent par conséquent être assez larges et compactes afin de permettre le passage des engins de transport et de chantier.

<u>Accès au site et trajet</u>

La détermination du trajet emprunté par les convois exceptionnels demande une grande organisation. L'accès au site se fera principalement par la RD164, elle-même déjà dimensionnée pour les convois exceptionnels. Le transporteur des éoliennes pourra identifier un itinéraire, le moins impactant possible, dès lors qu'il aura réalisé une analyse plus fine du territoire. »

- **En partie « Incidences notables du projet » :**

« Une étude de l'acheminement des différentes parties des éoliennes sera réalisée afin de déterminer les voiries les plus à même de supporter le passage des convois exceptionnels. Celles devant faire l'objet d'un renforcement ou les talus pouvant constituer un obstacle majeur à l'accès au site seront identifiés.

12 La société H2air a précisé aux enquêteurs du BEA-TT que parmi ces 35 convois, seuls 9 sont des convois exceptionnels, les autres transportent du petit matériel (câbles, aciers de fondation, container d'outillage, vidéo-surveillance, groupes électrogènes, etc.) et restent dans les limites de gabarit et de masse du Code de la route.

Les convois de transport exceptionnel seront organisés conformément à la réglementation spécifique. De plus, les obstacles au passage présents sur le parcours seront déplacés puis remis en état à l'identique.

Concernant le chantier et la salissure des voiries par les engins, les routes salies par les engins de chantier seront nettoyées afin de ne pas gêner la circulation. »

Le rapport du commissaire enquêteur, rendu le 21 août 2020, n'a pas émis de questionnement à propos des transports approvisionnant le chantier.

Le parc éolien des Lunaires a fait l'objet d'une autorisation environnementale d'exploitation portant sur huit éoliennes et deux postes de livraison, délivrée par un arrêté du préfet du département des Vosges du 2 novembre 2020. Cette autorisation a ultérieurement été transférée pour deux éoliennes et un poste de livraison à la société « Éoliennes des Fuchsias », également filiale de la société H2air, par un arrêté du préfet du département des Vosges du 15 octobre 2021.

S'agissant des transports d'approvisionnement, ces deux arrêtés d'autorisation ne comportent pas d'exigence particulière autre que l'exigence générale de conformité au dossier de demande d'autorisation.

2.6.3 - Les caractéristiques des éoliennes

Les huit éoliennes à installer sur le parc sont fabriquées et installées par l'entreprise danoise Vestas, l'un des leaders mondiaux du domaine. Cette société s'attribue plus d'une éolienne sur deux construites en France en 2023, et le tiers du parc existant sur le territoire français.

Chacune des éoliennes, d'une puissance individuelle de 2,2 MW, a les dimensions suivantes :

- Hauteur totale : 150 m ;
- Hauteur du moyeu : 95 m ;
- Diamètre du rotor : 110 m.

Chaque éolienne se compose de neuf éléments (figure 9) : quatre sections constituant le mât, trois pales, un moyeu et une nacelle qui abrite notamment le générateur électrique.

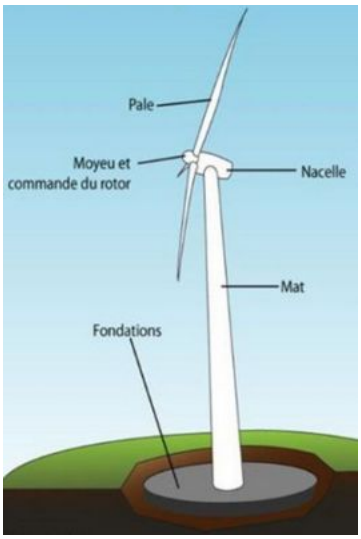

Figure 9 : Les éléments composant une éolienne
Source : Dossier d'étude d'impact environnemental du projet de parc éolien des Lunaires

Les sections de mât sont des troncs de cône dont les caractéristiques sont les suivantes :

Section	***Masse***	***Longueur***	***Diamètre inférieur***	***Diamètre supérieur***
Base	48 t	15,78 m	3,98 m	3,68 m
Deuxième	46 t	22,96 m	3,68 m	3,37 m
Troisième	36 t	24,36 m	3,37 m	3,12 m
Supérieure	31,5 t	30 m	3,12 m	2,32 m

Les autres éléments ont les caractéristiques suivantes :

Élément	***Masse***	***Longueur***	***Largeur***	***Hauteur***
Nacelle	69,7 t	10,52 m	3,42 m	3,85 m
Moyeu	19,4 t	3,99 m	3,99 m	3,40 m
Pales (x 3)	8,3 t	54 m	3,61 m	2,50 m

L’ensemble de ces éléments ont une masse ou des dimensions excédant les limites réglementaires du Code de la route et doivent donc faire l’objet d’un transport exceptionnel.

Le chantier du parc éolien a débuté en septembre 2022. Les six machines du parc des Lunaires ont été installées à l’été 2023, leur mise en service industrielle était prévue fin octobre 2023. Les deux machines du parc des Fuchsias ont été montées en septembre et octobre 2023, pour une mise en service programmée en janvier 2024.

3 - Compte rendu des investigations effectuées

3.1 - L'état des lieux après l'accident

3.1.1 - Constatations générales

Les premiers intervenants sur les lieux constatent que le convoi routier a été impacté au niveau du flanc avant droit de la semi-remorque. Le train, qui n'a pas déraillé, est resté en contact avec cette zone de la remorque (Figure 10). Celle-ci a pivoté de quelques mètres sur la gauche par rapport au sens de circulation du convoi. Le tracteur, toujours jumelé à la remorque, s'est placé en portefeuille. La section de mât d'éolienne qui se trouvait sur la remorque a été éjectée et s'est immobilisée perpendiculairement à la route sur la pente d'un talus à l'arrière gauche de la remorque.

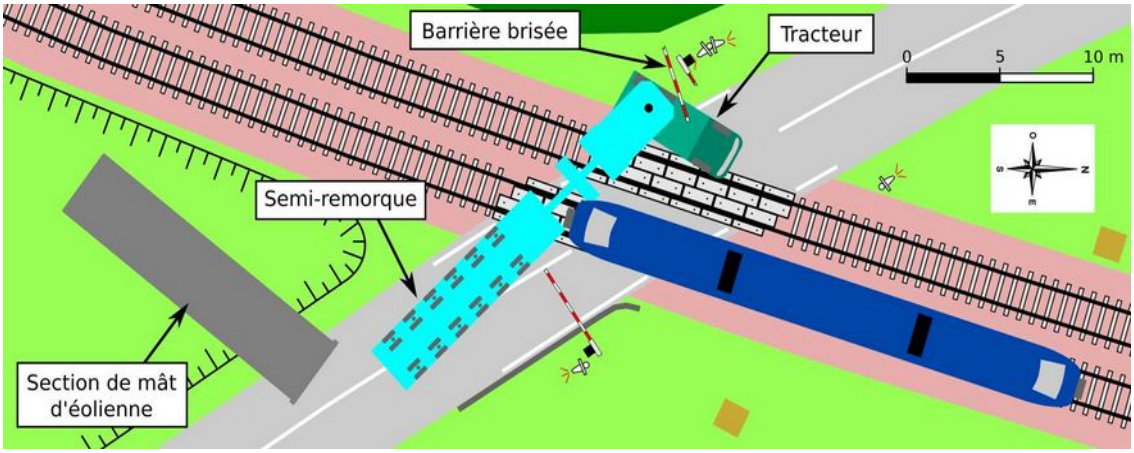

Figure 10 : Positions du convoi routier et du TER après la collision - *Schéma BEA-TT*

De nombreux éléments, débris et pièces métalliques jonchent le sol autour de la zone de l'accident. Deux véhicules légers d'accompagnement du convoi sont arrêtés de part et d'autre du passage à niveau.

Les occupants du TER sont regroupés en bord de route du côté nord-ouest du passage à niveau. Sept des neuf voyageurs sont légèrement blessés, les deux autres sont indemnes. Le conducteur du train a également été blessé légèrement, et l'ASCT (Agent du Service Commercial Train, dénommé par le grand public « contrôleur ») a été blessé plus gravement à la cheville. Le conducteur du poids lourd ainsi que les conducteurs des deux véhicules d'accompagnement sont physiquement indemnes.

Figure 11 : Vue de la scène de l'accident depuis le sud
Photographie SDIS88, légende BEA-TT

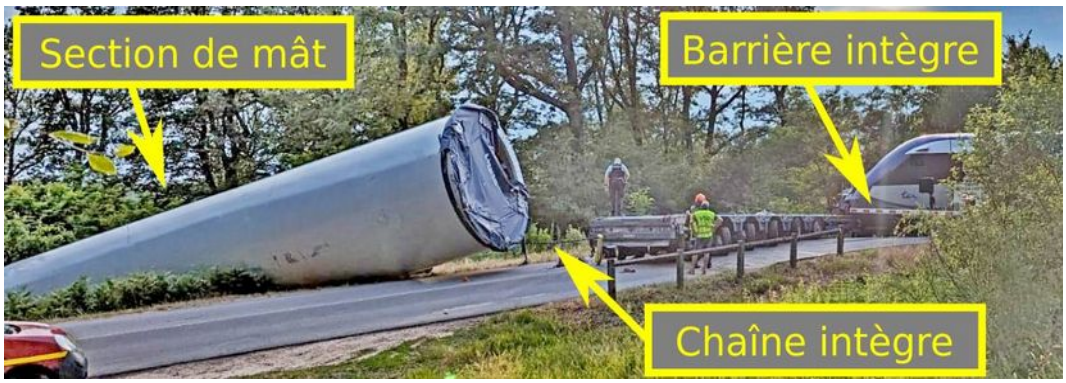

Figure 12 : Vue de la scène de l'accident depuis le sud-est (dans le sens de circulation du convoi routier) *- Photographie SDIS88, légende BEA-TT*

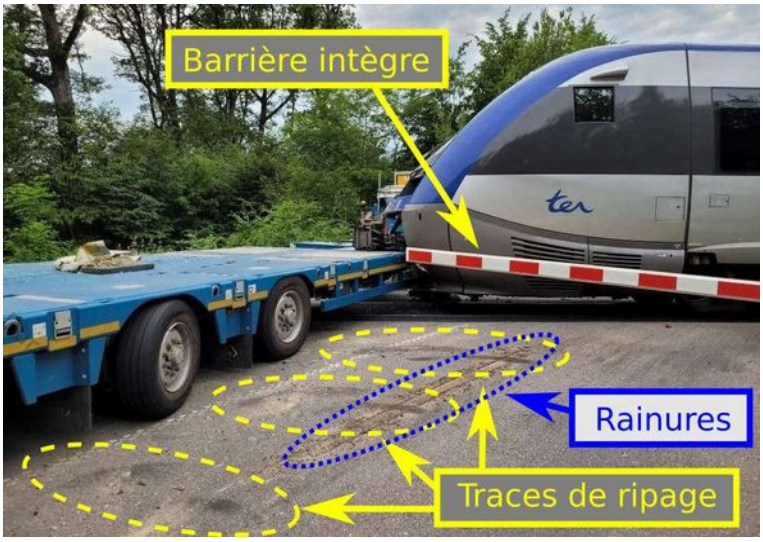

Figure 13 : Vue de la scène de l'accident depuis le sud-est (dans le sens de circulation du convoi routier) *- Photographie SNCF, légende BEA-TT*

Figure 14 : Vue de la scène de l'accident depuis le nord (dans le sens de circulation du train)
Photographie SDIS88, légende BEA-TT

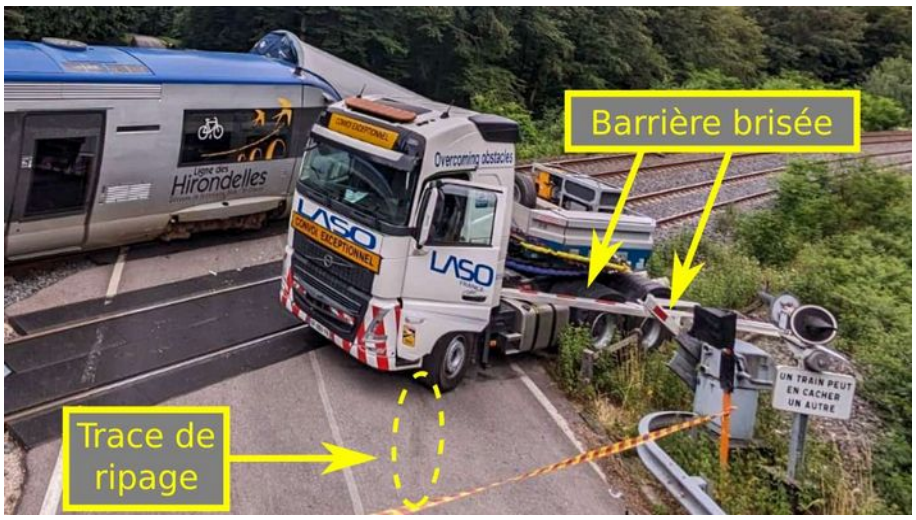

Figure 15 : Vue de la scène de l'accident depuis le nord-ouest
Photographie SDIS88, légende BEA-TT

3.1.2 - L'état du convoi routier

Le tracteur routier ne présente pas de dégât apparent. La semi-remorque ne semble endommagée qu'au niveau de deux poutres transversales situées dans la zone de contact avec le train, entre le plateau et le col de cygne (Figure 11). Le train n'appuie pas verticalement sur la remorque. Une chaîne arrimant la section de mât d'éolienne à l'angle arrière droit de la remorque est intacte (Figure 12), les autres chaînes d'arrimage ont été rompues.

L'un des deux véhicules de protection est arrêté en aval du PN dans le virage, il est intact. L'autre véhicule de protection, à l'arrière du convoi, est légèrement endommagé au niveau de son aile avant droite (Figure 16).

Figure 16 : Véhicule de protection arrière du convoi, après l'accident
Photographie Gendarmerie Nationale

3.1.3 - L'état du train

Le train n'a pas déraillé. La partie inférieure de sa face avant est endommagée, et le montant avant droit est fortement dégradé sur toute sa hauteur (Figure 11). Le pare-brise de la cabine de conduite est fissuré. Dans le poste de conduite, le bouton poussoir d'urgence (BP URG) est enfoncé ; le signal d'alerte lumineux (SAL) n'est pas enclenché ; la batterie est coupée ; des morceaux de verre jonchent le sol de la cabine ; la barre de court-circuit s'est détachée de son support et a atterri en travers du siège du conducteur (Figure 17). La cloison vitrée séparant la cabine de conduite du compartiment voyageurs

est brisée. Parmi les quatre issues du compartiment voyageurs, seule est ouverte celle située à l'arrière droit du train, par rapport à son sens de circulation.

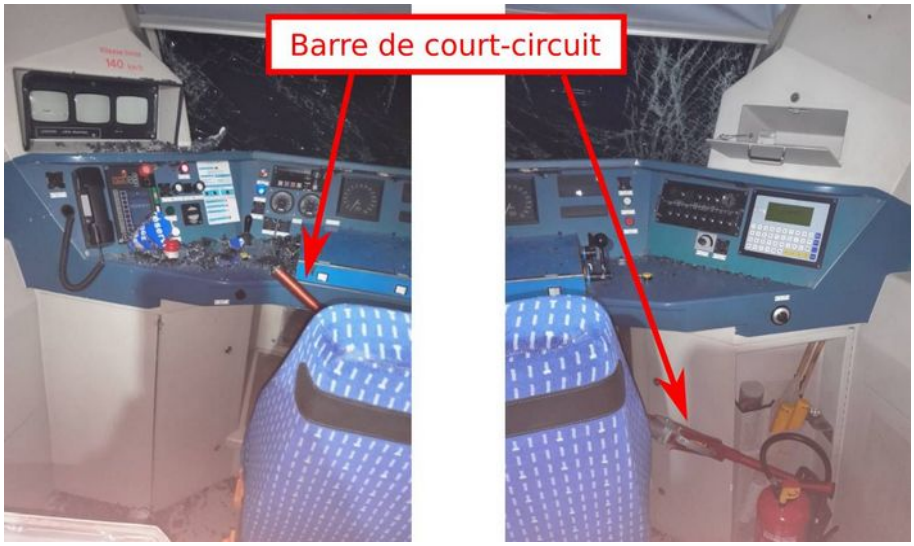

Figure 17 : Vues de l'intérieur de la cabine du TER après la collision
Photographie SNCF Voyageurs

3.1.4 - Les équipements du PN et la plate-forme ferroviaire

Les équipements du passage à niveau situés sur son côté sud-est sont intacts : la demi-barrière (voie 1) est en position basse et entière (Figures 12 et 13) et le feu rouge clignotant fonctionne. Sur son côté nord-ouest, la demi-barrière (voie 2) est brisée et repose sur le châssis du tracteur routier (Figure 15), la partie encore reliée au mécanisme est relevée à l'oblique sous l'action de son contrepoids ; le fût et le moteur du mécanisme de la demi-barrière sont endommagés ; les feux rouges clignotants fonctionnent (Figure 14). Les intervenants mentionnent également le tintement de sonneries, sans toutefois préciser si ce constat porte sur les deux côtés du PN ou sur un seul côté.

La voie portant le train accidenté a été déformée lors de la collision (Figure 18).

Figure 18 : Dégâts à la voie ferrée *- Photographie SNCF Réseau*

Enfin, les intervenants relèvent que les deux téléphones d'alerte en cas d'urgence implantés de part et d'autre du PN portent une affiche avec la mention *« Téléphone en dérangement – Contacter la gare d'Épinal : »* suivie d'un numéro de téléphone (Figure 19).

Figure 19 : Téléphones du PN hors service le jour de l'accident
Photographies SNCF Réseau

3.1.5 - Les traces relevées sur la chaussée

La chaussée de la route présente aux abords immédiats du PN :

- côté sud-est (Figure 13) : deux paires de rainures parallèles (l'une des deux paires étant située sous le plateau de la remorque), d'environ 3 m de longueur, ainsi que des traces de ripage correspondant aux trois premiers essieux de la semi-remorque ;
- côté nord-ouest (Figure 15) : une trace de ripage correspondant à la roue avant gauche du tracteur.

La figure 20 juxtapose l'emplacement de ces traces et la position du convoi routier après la collision.

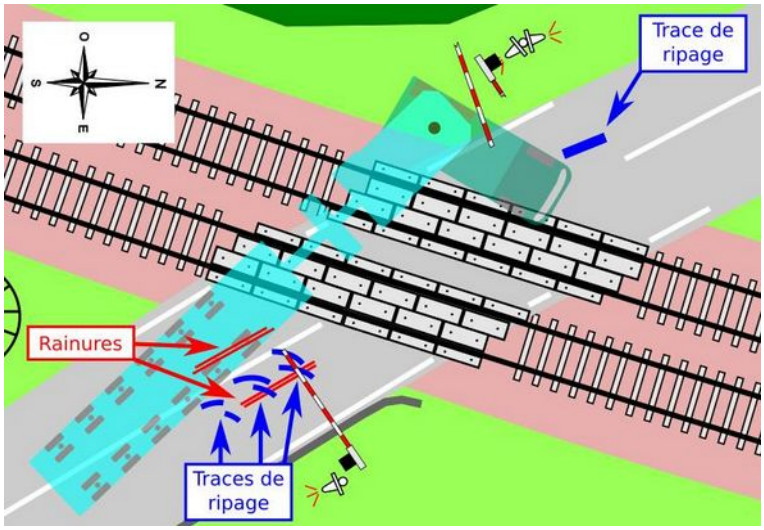

Figure 20 : Localisation des rainures et des traces de ripage - *Schéma BEA-TT*

3.2 - Le résumé des témoignages et des déclarations

Les résumés des témoignages sont établis par les enquêteurs techniques du BEA-TT 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 événements et pour formuler des recommandations. Il peut exister des divergences entre les différentes déclarations ou entre ces déclarations et des constats ou analyses présentés par ailleurs.

3.2.1 - Le conducteur du poids lourd

N.B. : le témoignage du conducteur du poids lourd est issu d'un entretien avec le BEA-TT tenu un an après l'accident. Ce délai exceptionnellement long résulte d'une nécessité de coordination avec l'enquête judiciaire.

Le convoi est parti le jeudi 15 juin en début d'après-midi du port de Rouen, à destination d'un site de construction d'éoliennes situé à Gruey-lès-Surance (Vosges). Il s'agissait du premier convoi de sa société livrant ce chantier. Il a suivi normalement son itinéraire jusqu'au vendredi midi, où il s'est trouvé face à une route barrée pour travaux. Pour contourner cette section, il a pris un itinéraire de la même catégorie que le convoi, que lui a indiqué son responsable Exploitation.

Le convoi s'est arrêté le vendredi 16 juin au soir au niveau de Châlons-en-Champagne. Il n'a pas pu poursuivre son trajet le samedi matin comme souhaité du fait de l'indisponibilité des services de police indispensables à la traversée d'une agglomération située sur la suite de l'itinéraire. Le conducteur a donc garé sa remorque sur une aire à proximité de Châlons et a rejoint avec son tracteur un centre routier situé à La Veuve, au nord de Châlons, où il a passé la nuit. Il est retourné à sa remorque le samedi matin et a passé le week-end sur place.

Le lundi matin il a repris son trajet en suivant l'itinéraire prescrit dans l'arrêté de circulation. Sur la RN 57, dans les Vosges, les membres du convoi, dont aucun ne connaissait cet axe, ont eu des doutes sur la hauteur de passage disponible sous certains ponts. Ces renseignements ne figuraient pas dans l'étude d'itinéraire qui leur avait été fournie. Le convoi s'est alors arrêté pendant une heure ou une heure et demie, et le chauffeur du PL ainsi que l'accompagnateur arrière sont allés en reconnaissance avec le véhicule de ce dernier. Ils ont finalement conclu que le passage était possible partout.

Le convoi est reparti après avoir réglé les suspensions de la remorque en position basse pour permettre le passage sous les ponts les plus bas.

Dès la sortie de la RN57 , le convoi s'est arrêté pour relever les suspensions de la remorque en position « réglage de route », soit avec le plateau à environ 95 cm ou 1 m au-dessus de la chaussée. Le trajet jusqu'au PN s'est passé sans difficulté.

À l'approche du PN, le conducteur de la voiture pilote lui a annoncé par radio « il y a un passage à niveau, pas super ». En revanche le chauffeur du PL ne se souvient pas avoir vu le panneau « Véhicules surbaissés attention ». La voiture pilote s'est ensuite arrêtée en sortie du virage afin de bloquer la circulation et faciliter la manœuvre du PL.

Arrivé près du PN, le chauffeur du PL a constaté le caractère assez prononcé du dos d'âne, ainsi que le dévers à sa sortie. Il a alors décidé de franchir le PN doucement du fait du dévers. Le tracteur et l'avant de la remorque ont passé le dos d'âne, mais la première ligne d'essieux de la semi-remorque s'est bloquée, plus précisément ce qu'on appelle le « talon » ou la « jambe » de l'essieu.

Il a alors commuté sa boite de vitesses automatique en position Neutre, il a serré le frein à main, puis il est descendu rapidement de son véhicule pour actionner les commandes de relèvement des suspensions de la semi-remorque. Il est remonté dans sa cabine, il a desserré le frein à main, a enclenché la marche arrière mais n'a pas pu démarrer. Il a alors tenté de démarrer en marche avant, toujours en mode automatique, sans plus de succès. Il est redescendu, sans serrer à nouveau le frein à main, pour lever les suspensions plus haut, et c'est pendant cette opération que les sonneries du PN se sont déclenchées puis que les barrières se sont abaissées. Le chauffeur est remonté en urgence dans sa cabine pour tenter de libérer le PN, il a enclenché la marche avant, a tourné la tête et a vu le train arriver. Il a alors pris la décision de sauter du véhicule avant la collision.

Il s'est retrouvé sur le dos, dans un petit fossé, et a vu l'ensemble routier, poussé par le train, se mettre « à l'équerre », les chaînes d'arrimage casser et le fût tomber de la remorque.

À l'arrivée des secours, il a été pris en charge par les sapeurs-pompiers et, très choqué, il a été emmené à l'hôpital bien que non blessé physiquement.

Interrogé sur la raison pour laquelle il s'est engagé sur le passage à niveau malgré la présence du dos d'âne, il explique qu'il l'a bien vu mais qu'il n'a pas pensé qu'il serait aussi prononcé, et qu'il s'est plus focalisé sur le dévers qui suivait le PN.

Une fois bloqué sur le dos d'âne, il n'a pas eu le réflexe d'utiliser les téléphones d'urgence du PN, ni de bloquer le différentiel de son tracteur lors de ses tentatives de redémarrage. Il explique ces oublis par le stress induit par la situation.

Le chauffeur souligne que ni l'arrêté de circulation ni l'étude d'itinéraire établie par son entreprise ne signalent le caractère dangereux du passage à niveau, la nécessité de relever les suspensions, ni la présence du dévers.

3.2.2 - Le conducteur de la voiture pilote

Cet accompagnateur a rejoint le convoi dans la journée du dimanche 18 juin en remplacement d'un accompagnateur précédent. Le convoi se trouvait alors sur la RD 977 au sud de Châlons-en-Champagne.

Leur journée de travail du lundi a débuté vers 7 h 00. Le conducteur de la voiture pilote et le conducteur du poids lourd, qui a le rôle de chef de convoi, ont étudié et vérifié l'itinéraire jusqu'au milieu d'après-midi à partir de l'arrêté préfectoral à leur disposition. Ils ont ensuite démarré vers 8 h 00. Leur convoi est passé par Bar-sur-Aube, Chaumont, Neufchâteau, Mirecourt, Charmes et s'est arrêté avant Chavelot, au nord d'Épinal, pour étudier la fin de l'itinéraire.

Cette préparation a pris 1 h 30 : la description de l'itinéraire dont ils disposaient était incomplète, la hauteur maximale sous certains ponts n'était pas renseignée, ce qui leur a demandé des vérifications complémentaires et des appels téléphoniques. Ils sont ensuite repartis par la RN 57 jusqu'à La Motte (Haute-Saône) puis la RD 64 par Magnoncourt.

La route étant relativement étroite, la voiture pilote a pris de l'avance sur le convoi pour lui indiquer tout obstacle qui pourrait gêner et mettre en sécurité les véhicules qui pourraient le croiser. Elle roulait ainsi à environ 200 m en avant du convoi, distance correspondant à la portée maximale de l'équipement de radio par lequel les trois véhicules communiquaient.

À l'approche du passage à niveau du Clerjus, le pilote a remarqué le panneau signalant le dos d'âne sur la voie ferrée et a annoncé mot pour mot par radio au conducteur du PL

« attention passage à niveau difficile à franchir ». Il a fermé la route à la sortie du virage suivant le PN afin qu'aucun véhicule ne croise le convoi et que le chauffeur puisse manœuvrer plus facilement. Une voiture circulant en sens inverse s'est arrêtée.

L'ensemble routier est arrivé 30 secondes plus tard sur le PN et son conducteur a dit par radio « ça ne passe pas sur le passage à niveau, je suis bloqué. Les barrières se ferment, un train arrive, je veux sortir du camion mais je n'y arrive pas ».

Le conducteur de la voiture pilote est alors sorti de son véhicule et a vu le train arriver et percuter le convoi. Il a vu ensuite le chauffeur venir dans sa direction sain et sauf. Une porte du train située à son arrière droit s'est ouverte et des passagers en sont descendus.

Il est allé voir le conducteur du train et l'a accompagné au poste de conduite pour arrêter la machine puis il a appelé les secours et assisté les blessés jusqu'à l'arrivée des pompiers.

En conclusion, le pilote souligne que l'arrêté ne signalait pas la difficulté du passage à niveau et ne comprend pas pourquoi on les a fait passer par cet endroit et ce genre de passage à niveau.

3.2.3 - Le conducteur de la voiture de protection arrière

Selon cet accompagnateur, le convoi est parti le lundi matin vers 8 h 14 de Châlons-en-Champagne et s'est arrêté pour une pause de 11 h 30 à 12 h 45.

Lorsque l'ensemble routier s'est bloqué sur le passage à niveau, le véhicule pilote a arrêté la circulation en aval pour lui permettre de manœuvrer plus facilement.

Lorsque le train est arrivé, le véhicule de protection arrière était proche de la semi-remorque. Son conducteur a vu « le fût partir et la remorque se déplacer ». Il a eu le réflexe de reculer son véhicule mais pas assez rapidement, car le fût a percuté l'aile avant droite de la voiture lors de sa chute. Sa voiture est cependant restée en état de rouler.

Après la collision, il a déplacé son véhicule en amont de la zone de l'accident pour protéger le site avant l'arrivée des secours puis il a assisté les blessés jusqu'à l'arrivée des pompiers.

L'accompagnateur souligne que le passage à niveau n'était pas signalé sur l'arrêté préfectoral définissant l'itinéraire.

3.2.4 - Le conducteur du train

Le conducteur du train exerce ce métier depuis 1997. Il effectue régulièrement le trajet entre Épinal et Belfort et a l'habitude de rouler avec le type d'automoteur qu'il conduisait le 19 juin.

Ce jour-là, il a pris son service vers 16 h 45 à Belfort et devait assurer un aller-retour entre Belfort et Épinal. L'engin moteur ne présentait pas de défaut particulier. Le trajet aller s'est déroulé normalement. Le train est reparti d'Épinal à l'horaire prévu, 18 h 58. Après avoir desservi la gare de Bains-les-Bains à l'heure, le conducteur est remonté en vitesse jusqu'à 115 km/h et a abordé une première courbe à droite puis une seconde à gauche. Il a alors aperçu au loin (environ 400 m) une masse grise imposante qu'il a immédiatement interprétée comme un obstacle pouvant se trouver sur le PN.

Il a instinctivement descendu son manipulateur de traction en position de freinage d'urgence puis il a appuyé sur le BP URG[13] avant de quitter sa cabine de conduite en

13 Bouton poussoir déclenchant le freinage d'urgence d'un train.

criant à deux reprises aux voyageurs de partir à l'arrière du train. Une fois dans le compartiment voyageurs il a entendu la veille automatique[14] se déclencher. La collision l'a violemment projeté à environ 5 mètres dans le sens de la marche.

Une fois relevé, le conducteur a constaté que le train avait heurté un ensemble routier sur le PN. Il est allé dans la cabine pour stopper les moteurs diesel et a récupéré son téléphone professionnel, tombé du pupitre mais en état de marche. Craignant de ne pas réussir à capter le réseau mobile s'il restait en mode GSM-GFU, il a désactivé cette fonctionnalité pour passer par les réseaux mobiles publics.

Ne disposant pas du numéro de téléphone de l'agent circulation (AC) posté en gare d'Aillevillers, la première à venir sur le trajet du train, le conducteur a appelé à 19 h 25 l'agent circulation de la gare de Lure, dont il avait le numéro en historique d'appel, pour lui signaler l'accident et lui demander d'arrêter les circulations sur la ligne. Il ne se souvient plus de ce que l'agent circulation lui a répondu à ce sujet. Il lui a ensuite demandé le numéro de l'agent circulation d'Aillevillers.

Le conducteur a appelé la gare d'Aillevillers à 19 h 26 afin de stopper les circulations et prévenir les secours en lui donnant sa position exacte. Il n'est pas en mesure de dire de façon certaine si l'AC lui a confirmé que les mesures de protection d'obstacle étaient prises, ou s'il avait simplement répondu qu'il allait les prendre. Il a toutefois considéré que la protection d'obstacle vis-à-vis des trains croiseurs était assurée.

De son côté le contrôleur, sans se concerter avec le conducteur, a appelé l'agent circulation de la gare d'Épinal pour lui signaler l'accident.

À 19 h 27 le conducteur a appelé son supérieur hiérarchique. À 19 h 32 il a reçu un appel du coordonnateur régional des circulations (CRC)[15] de Nancy lui demandant des précisions quant aux blessés. Le CRC lui a confirmé que les circulations ferroviaires étaient arrêtées et que son train était protégé, et lui a indiqué qu'un chef d'incident local (CIL) était en route.

Pendant ce temps, des passagers du train, ayant senti une odeur de fumée, ont ouvert la porte arrière côté entrevoies en utilisant le levier rouge d'ouverture d'urgence. Le conducteur les a aidés à évacuer et à se mettre en sécurité en bord de route ; des voyageurs avaient déjà appelé les secours.

Les secours sont arrivés une dizaine de minutes plus tard. Le conducteur du train est remonté en cabine accompagné d'un pompier afin d'ouvrir le circuit de la batterie du train. Un chef d'incident local de l'astreinte SNCF Réseau est arrivée sur les lieux vers 20 h 00.

Le conducteur a ensuite été pris en charge par les secours et a été emmené à l'hôpital vers 22 h 30 pour y subir des examens. Après une nuit en observation il en est ressorti dans la matinée.

La section autour de Bains-les-Bains, située en milieu forestier, est réputée pour présenter fréquemment des problèmes d'adhérence liés à l'humidité et aux feuilles mortes, ce qui provoque de l'enrayage et rallonge les distances de freinage. Cependant, le jour de l'accident, les conditions de freinage étaient optimales.

14 La veille automatique est un dispositif destiné à vérifier périodiquement que le conducteur du train se trouve bien à son poste et conscient. En cas d'absence de réponse de sa part, elle déclenche un freinage d'urgence du train.

15 Le CRC est l'agent exerçant l'autorité opérationnelle du Centre Opérationnel de Gestion des Circulations (COGC). Il assure une mission de supervision de la circulation. Il pilote et gère les accidents et incidents. En cas d'accident, il est l'interlocuteur privilégié des secours et des autorités au sein de SNCF Réseau tant qu'un chef d'incident local n'a pas pris le relai sur place.

Dans les instants précédant la collision, après avoir actionné le freinage d'urgence, le conducteur indique ne pas avoir activé le signal d'alerte lumineux (SAL) ni le sifflet du train, car il a privilégié l'alerte aux passagers.

3.2.5 - Les passagers du train

Les déclarations des passagers du train auditionnés par les enquêteurs judiciaires concordent pour rapporter qu'ils ont vu le conducteur et le contrôleur se précipiter dans l'allée centrale en leur criant de se réfugier à l'arrière car le train allait heurter quelque chose. Parmi les sept passagers auditionnés, les cinq assis à l'avant ou au milieu du train se sont levés mais ils n'ont pour la plupart pas eu le temps de rejoindre l'arrière du train avant la collision et ont été projetés au sol ou contre les sièges lors du choc. Les deux passagers assis au fond du train n'ont pas eu le temps de réaliser ce qui se passait et ont été projetés sur les sièges opposés lors du choc.

Au moins deux passagers rapportent avoir appelé les secours après l'accident.

Le conducteur du train leur a demandé de ne pas quitter le compartiment, mais l'un des passagers a crié qu'il voyait de la fumée à l'avant et tout le monde a évacué le train pour se mettre en sécurité au bord de la route. Des voyageurs ont porté le contrôleur, blessé à la cheville.

3.2.6 - L'agent circulation posté en gare d'Aillevillers

Le 19 juin, l'AC a pris son service à 13 h 45 et n'a pas connu d'événement notable jusqu'à l'accident. Il a reçu à 19 h 27 un appel du conducteur du train 894627 lui signalant qu'il a heurté un convoi exceptionnel au PN 51, que le passage est impossible sur les voies 1 et 2, que l'accident a causé des blessés et que les avis ont été lancés par l'AC de la gare d'Épinal.

Il a immédiatement protégé la zone de l'accident en fermant le signal de protection de la voie 2 (en direction d'Épinal) et il a posé un dispositif de réflexion[16]. Il n'a pas rappelé le conducteur pour lui confirmer que la protection d'obstacle était effective, car il considère que le simple fait d'accuser réception de la demande signifie que la protection sera en place, la manipulation nécessaire étant légère et immédiate.

Il a ensuite appelé l'AC d'Épinal, qui lui a dit être déjà informé de l'accident et que les secours avaient été appelés. Pour la voie 1, le signal était déjà fermé puisque le train accidenté occupait le canton.

À 19 h 50 il a reçu un appel du CRC de Nancy lui demandant d'assurer la protection de la zone de l'accident suite à l'intervention de services externes. Il a alors consulté sa documentation de consignes et a constaté que dans le cas présent il n'y avait pas de mesure supplémentaire à mettre en œuvre. Il a posé un 2e dispositif de réflexion puis il a répondu au CRC à 19 h 56 que la mesure était prise. Le délai de six minutes mis entre la demande du CRC et sa réponse s'explique d'une part par le temps pris pour la consultation des documents de consignes, dont il était peu familier, et d'autre part par des sollicitations d'usagers, étant le seul agent présent en gare.

Il a ensuite traité la suppression des trains suivants et reçu la dépêche signalant la reprise à son compte des mesures par le CIL arrivé sur les lieux. Son service normal devait se

16 Un dispositif de réflexion est un dispositif mis en place sur un organe de commande pour attirer l'attention de l'opérateur sur une situation particulière. Un organe de commande muni d'un dispositif de réflexion ne doit pas être manœuvré sans vérifications complémentaires. Plusieurs dispositifs de réflexion peuvent être posés sur le même organe car chaque demande doit générer une action distincte.

terminer à 22 h 20, heure de fermeture de la gare, mais il s'est prolongé ce soir-là jusqu'à 0 h 50, du fait de l'accident ; il a alors été relevé par un cadre d'astreinte.

L'AC précise qu'il avait déjà eu l'expérience d'autres incidents (train en panne, arbre sur la voie, etc.) mais qu'il s'agissait du premier accident corporel qu'il ait eu à traiter. Suite à l'appel du CIL, il n'a pas été destinataire d'autres informations sur l'évolution de l'événement mais il a appelé plusieurs fois son collègue d'Épinal pour avoir des nouvelles, et a consulté l'outil informatique interne de gestion des situations de crise.

3.3 - Le convoi routier, ses participants et son organisation

3.3.1 - Les caractéristiques du convoi routier

Figure 21 : Vue de l'ensemble routier sur le site de remisage après l'accident *(Photo BEA-TT)*
N.B. : la disposition et l'arrimage du colis ne correspondent pas à la configuration lors de la collision

Le tracteur routier

Le tracteur routier est de marque Volvo et de modèle FH 540. Il a été mis en circulation en mars 2022. Son contrôle technique au moment de l'accident était valide. Son dernier entretien courant avait été réalisé en mars 2023. Aucun dysfonctionnement sur le véhicule n'a été mentionné, que ce soit avant la survenue de l'accident ou au moment de la collision.

Il est équipé d'un chronotachygraphe dont les données ont pu être exploitées, ainsi que d'un outil de navigation GPS permettant un suivi du véhicule à distance, dont certains relevés ont été communiqués au BEA-TT.

Ce véhicule comporte trois essieux dont deux essieux moteurs à roues jumelées. Il est doté d'une motorisation diesel et d'une boîte de vitesses automatique. Sa puissance est de 540 chevaux, sa masse à vide de 10,4 tonnes et sa masse maximale de 26 tonnes. Il mesure 7,09 m de longueur et 2,54 m de largeur.

Le tandem arrière du tracteur dispose d'une suspension pneumatique dont la hauteur est réglable. Le système de suspension pneumatique peut être réglé sur deux modes différents, le mode conduite ou le mode manuel. En mode conduite, la hauteur du cadre châssis au-dessus du sol est verrouillée à une valeur définie en usine et non modifiable par le conducteur. Le système de suspension pneumatique peut être réglé manuellement lorsque le camion est à l'arrêt ou roule à moins de 50 km/h, au moyen d'un boîtier de commande relié à la cabine par un câble et permettant une utilisation soit à l'intérieur, soit de façon déportée. Le mode manuel permet de faire varier la hauteur du cadre châssis de façon continue, jusqu'à une élévation maximale de 16 cm au-dessus de la valeur définie pour le mode conduite.

La semi-remorque

La semi-remorque est de marque Nooteboom et de modèle MPL-102-06V. Elle a été mise en circulation en novembre 2022, moins d'un an avant la date de l'accident, et n'était donc

pas encore soumise à cette date au contrôle technique périodique. Aucun dysfonctionnement sur le véhicule n'a été mentionné ni par le propriétaire, ni par le conducteur, que ce soit avant la survenue de l'accident ou au moment de la collision.

La masse à vide de la semi-remorque est de 26,3 tonnes et sa masse maximale admissible est fixée à 102 tonnes. Ses principales dimensions sont représentées en figures 22 et 23. Cette remorque est extensible : le col de cygne, à l'avant, et le plateau, à l'arrière, sont reliés par une poutre d'extension télescopique permettant de faire varier sa longueur totale de 16,90 m à 36,75 m. Dans la configuration du jour de l'accident, sa longueur totale était d'environ 20,20 m.

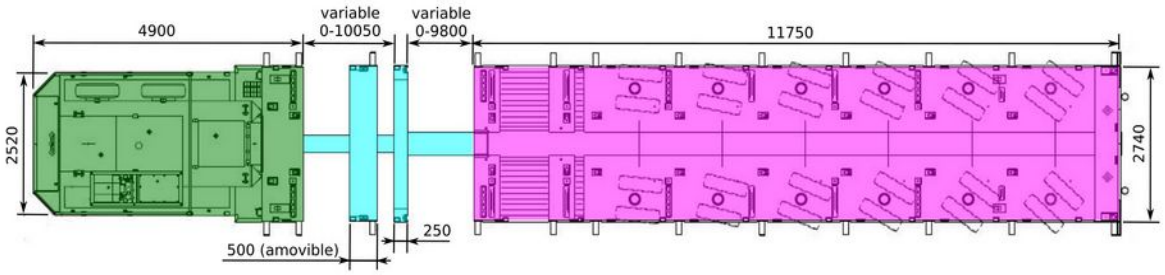

Figure 22 : Vue de dessus de la remorque (dimensions en mm) ;
la partie avant est en vert, la partie centrale extensible en bleu et la partie arrière (plateau) en rose
Schéma d'origine Nooteboom complété BEA-TT

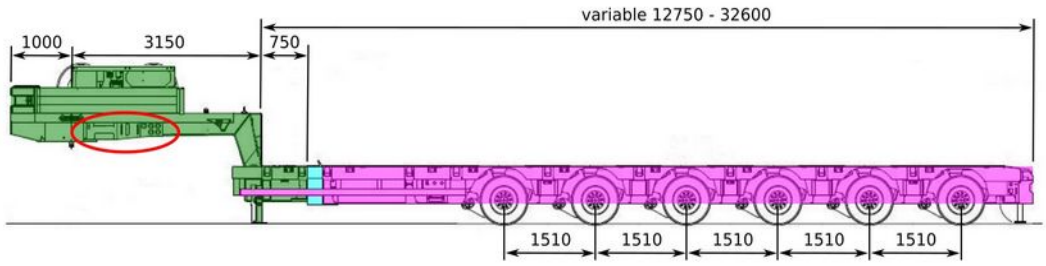

Figure 23 : Vue de côté de la remorque, en position rétractée (dimensions en mm) ;
la partie avant est en vert, la partie centrale extensible en bleu et la partie arrière (plateau) en rose
Schéma d'origine Nooteboom complété BEA-TT

La remorque est dotée de six lignes d'essieux dits « pendulaires ». Chaque ligne est composée de deux demi-essieux séparés, chacun comportant deux roues simples. Les demi-essieux sont directionnels, c'est-à-dire qu'ils tournent pour faciliter le mouvement de l'ensemble routier dans une trajectoire en courbe. En circulation, la rotation des demi-essieux est liée à l'angle de rotation de la sellette ; à faible vitesse, la direction peut également être commandée manuellement soit par un boîtier de commande relié par un câble à la remorque, soit par une télécommande sans fil utilisable par exemple par un accompagnateur situé à l'arrière.

La hauteur du plateau de la remorque est réglable. La modification de hauteur ne peut se faire qu'à l'arrêt. La hauteur nominale du plateau par rapport au sol est de 92 cm et la valeur minimale est de 78 cm. Dans la position la plus basse, la garde au sol sous la poutre d'extension centrale est alors de 16,1 cm.

Selon l'entreprise LASO ayant opéré le transport, il est possible de rouler dans des conditions normales dès lors que la hauteur atteint 85 à 90 cm.

Un système de suspension hydropneumatique permet, en agissant sur les vérins associés à chaque demi-essieu, de régler la hauteur du plateau entre 78 cm et 128 cm, soit un débattement de 50 cm (figure 24). La commande est située à l'avant gauche de la remorque, au niveau du col de cygne (zone cerclée en rouge sur la figure 23). La

commande est indépendante pour chacun des deux côtés gauche et droit ; en revanche, de chaque côté, le relèvement est uniforme sur l'ensemble de six essieux, sans possibilité de régler un relèvement plus fort à l'avant qu'à l'arrière, ou vice-versa. Selon plusieurs interlocuteurs rencontrés par les enquêteurs du BEA-TT, le relèvement complet des suspensions de la remorque prend entre une et deux minutes et dépend notamment de la charge.

La hauteur du col de cygne est également réglable, par une commande hydraulique située sur le même pupitre.

Figure 24 : Suspension de la remorque en position la plus basse (à gauche) et en position la plus haute (à droite)
à gauche : photographie BEA-TT, à droite : documentation Nooteboom

Les bordures de rive du plateau sont équipées de nombreux anneaux d'arrimage dimensionnés pour un effort de 10 000 daN.

Le colis transporté

Le convoi transportait une section basse de mât d'éolienne en acier, dont les caractéristiques sont les suivantes (cf. partie 2.6.3) :

- masse : 48 t ;
- longueur : 15,78 m ;
- diamètre variant de 3,98 m à 3,68 m.

Compte tenu des masses à vide du tracteur (10,4 t) et de la semi-remorque (26,3 t), la masse totale de l'ensemble routier était donc de l'ordre de 85 t.

Selon le descriptif figurant dans la demande d'autorisation individuelle de transport exceptionnel relative à ce convoi, la hauteur totale de l'ensemble routier en charge était de 4,85 m, abaissable à 4,70 m.

La section de mât reposait sur la remorque par l'intermédiaire de supports arrondis dénommés « berceaux ». Elle était arrimée au moyen de chaînes reliant des pattes de fixation, vissées sur le pourtour de la section, à des anneaux d'arrimage de la remorque. À l'avant, la section était maintenue par quatre chaînes (figure 25), deux posées en croix à partir de pattes situées en partie supérieure, et deux verticales, de chaque côté, à partir

de pattes situées en partie inférieure. À l'arrière, la section était maintenue par deux chaînes reliées à sa partie inférieure (figure 26).

Figure 25 : Modalités d'arrimage de la section de mât d'éolienne, vu de l'avant
Photographie LASO légendée BEA-TT

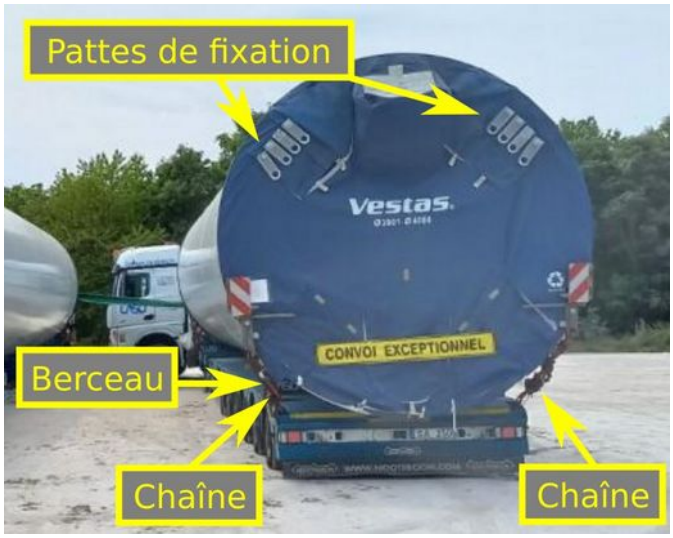

Figure 26 : Modalités d'arrimage de la section de mât d'éolienne, vu de l'arrière
Photographie LASO légendée BEA-TT
N.B. : le tracteur visible sur la photographie n'est pas celui impliqué dans l'accident

L'état mécanique de l'ensemble routier et les dégâts suite à la collision

Une expertise technique du tracteur et de la semi-remorque, réalisée dans le cadre de l'enquête judiciaire, rapporte que les pneumatiques des deux véhicules sont conformes, en bon état et correctement gonflés, et ne relève de façon plus générale aucun défaut mécanique ou d'entretien.

Sous réserve d'un examen plus approfondi, le tracteur routier ne présente pas de dégât apparent suite à la collision. La semi-remorque ne semble endommagée qu'au niveau de deux poutres transversales situées dans la zone extensible (figure 27, à gauche). Les parties métalliques de la suspension des deux premiers essieux de la semi-remorque présentent également en partie basse des traces de frottement (figure 27, à droite), à rapprocher des sillons creusés dans la chaussée sur le lieu de la collision.

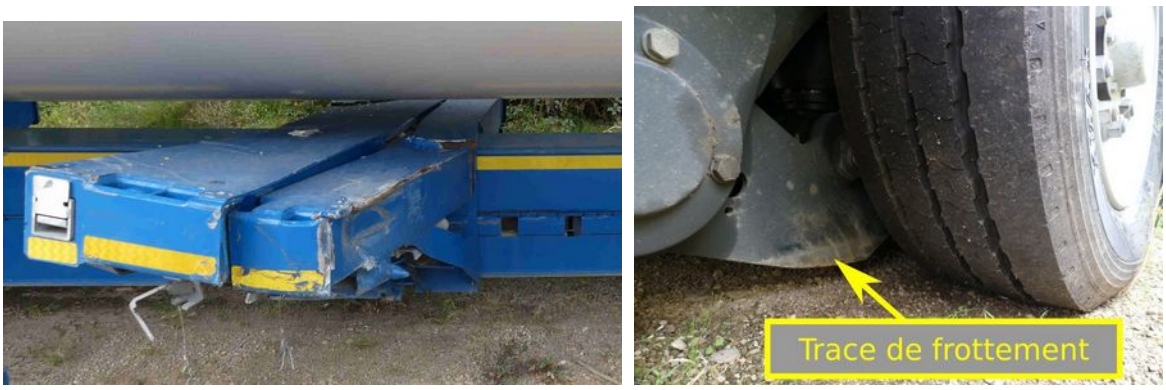

Figure 27 : Constatations sur la semi-remorque : poutres transverses tordues (à gauche), traces de frottement sur la suspension des deux premiers essieux (à droite)
Photographies BEA-TT

Le tracteur et la semi-remorque sans le chargement ont été conduits sans difficulté jusqu'au lieu de remisage situé à une quarantaine de kilomètres du lieu de l'accident.

Ultérieurement, la société Vestas a estimé que la section de mât endommagée par la collision n'était pas réutilisable ni réparable, et a fait procéder à son recyclage.

3.3.2 - La société de transport LASO France

La société de transport routier LASO France, spécialisée dans le transport exceptionnel, a été créée en octobre 2020 et compte 86 employés début 2024. Elle appartient au groupe LASO Transportes, dont le siège est au Portugal et qui compte des succursales dans dix pays.

Les deux tiers de l'activité de LASO France concernent le transport de composants d'éoliennes. L'entreprise emploie non seulement des conducteurs mais également des accompagnateurs, et réalise en règle générale ses propres études et reconnaissances d'itinéraires.

Le tracteur impliqué dans l'accident appartient à LASO France. En revanche la remorque appartient à la société mère qui la met à disposition par un contrat de location.

3.3.3 - Le conducteur de l'ensemble routier et les accompagnateurs

Le conducteur de l'ensemble routier, âgé de 52 ans, était employé de LASO France depuis août 2022. Il exerce le métier de chauffeur routier depuis trente ans. Il revendique une expérience d'une dizaine d'années dans la conduite de convois exceptionnels, et de six ans dans le transport de composants d'éoliennes. Il est titulaire depuis 1991 d'un permis de conduire de catégorie C[17], et depuis 1992 d'un permis de conduire de catégorie CE[18]. Le jour de l'accident, ces deux permis étaient valides jusqu'en janvier 2024.

Le conducteur avait suivi une Formation Continue Obligatoire (FCO) pour le transport de marchandises en mai 2021. Sa carte de qualification de conducteur était valide le jour de l'accident et avait pour échéance de validité juin 2026.

Il connaissait bien le tracteur de l'ensemble routier, dont il était le conducteur habituel, et il était familier du type de remorque et du système de relevage des suspensions.

17 Le permis de conduire de catégorie C autorise la conduite des véhicules affectés au transport de marchandises ou de matériel dont le poids total autorisé en charge (PTAC) est supérieur à 7,5 tonnes. Aux véhicules de cette catégorie peut être attelée une remorque dont le PTAC n'excède pas 750 kg.

18 Le permis de conduire de catégorie CE autorise la conduite des véhicules relevant de la catégorie C attelés d'une remorque ou d'une semi-remorque dont le PTAC excède 750 kg.

Le conducteur de la voiture pilote, à l'avant, était employé de LASO France depuis mars 2023. Il a suivi en juillet 2021 une formation professionnelle initiale de conducteur de véhicule de protection (voir partie 2.5.3) et exerce cette profession depuis mars 2022.

Le conducteur du véhicule de protection, à l'arrière, était employé de LASO France depuis juin 2022. Il déclare avoir sept années d'expérience en tant qu'accompagnateur de convoi et il a suivi en octobre 2021 une formation professionnelle continue de conducteur de véhicule de protection.

Le conducteur et les deux accompagnateurs avaient suivi des formations en ligne relatives au transport des composants d'éoliennes, conçues par le fabricant Vestas.

Ils ont tous trois été soumis à des dépistages de l'alcoolémie et de la consommation de stupéfiants, qui se sont tous révélés négatifs.

3.3.4 - La commande du transport

Le commanditaire du transport est l'entreprise Vestas, fournisseur des éoliennes et responsable de leur installation sur le parc éolien des Lunaires. Pour le transport de ses composants d'éoliennes, Vestas a conclu des contrats cadres avec quatre transporteurs français, dont la société LASO France, et fait également appel à deux autres transporteurs routiers internationaux pour certains trajets débutant à l'étranger.

Vestas consulte périodiquement ces prestataires pour des propositions financières relatives aux transports envisagés sur une période d'activité de l'ordre d'un trimestre, chaque transport étant défini par le nombre et le type de colis, les points de chargement et de livraison, et la semaine prévisionnelle de livraison. L'attribution des commandes est décidée six mois avant la période d'activité concernée.

À l'issue de la consultation relative au 2e trimestre 2023, LASO France a été retenue pour assurer notamment le transport des sections de mâts entre le port de Rouen – Grand Couronne et le parc éolien des Lunaires de Gruey-lès-Surance (Vosges), soit au total 24 sections (6 éoliennes x 4 sections). Les livraisons prévues étaient échelonnées sur les semaines 25 à 30, soit du 19 juin au 30 juillet. Le transport des autres composants (pales, nacelles et moyeux) directement depuis le port d'Anvers a été confié à une autre entreprise.

À la mi-mai 2023, le planning de livraison sur le chantier avait évolué comme suit :

- livraison des sections de mâts : du 16 juin au 25 juillet ;
- livraison des nacelles et des moyeux : du 20 juin au 1er juillet ;
- livraison des pales : du 16 juin au 21 juillet.

Aux termes du contrat cadre passé entre Vestas et LASO France, Vestas impose que les conducteurs et accompagnateurs des convois aient suivi ses formations en ligne relatives au transport des composants d'éoliennes, et fournit au transporteur une documentation technique, rédigée en anglais, valant instructions pour ce type de transport. Par ailleurs, pour chaque commande, Vestas fournit au transporteur retenu une étude préliminaire d'itinéraire, effectuée soit par un bureau d'études, soit par ses propres services, destinée à identifier les difficultés de passage (aménagements, élagage, ronds-points, démontage de mobilier urbain, etc.), à vérifier la faisabilité technique de la prestation, et à estimer le coût des aménagements nécessaires.

Pour sa part, le transporteur doit pour chaque commande :

- réaliser sa propre étude d'itinéraire et la transmettre pour information à Vestas ;

- déposer les demandes d'autorisations de circulation nécessaires et suivre leur instruction ; Vestas demande à être tenu informé de l'avancement de l'instruction, mais ne demande pas systématiquement que l'arrêté lui soit transmis.

Lors du chargement du composant, le transporteur est responsable de l'arrimage du colis, avec ses propres moyens. Le contrat cadre stipule également que la bonne exécution de l'arrimage doit pouvoir être démontrée selon un protocole proposé par le transporteur à l'approbation de Vestas[19].

Enfin, pendant le transport, le contrat cadre impose au transporteur de tenir Vestas informé quotidiennement du respect du planning.

3.3.5 - Les études d'itinéraire et l'autorisation de circulation

L'étude préliminaire d'itinéraire

L'étude préliminaire d'itinéraire, fournie par Vestas à LASO France suite à l'attribution de la commande, a été conduite par le bureau d'études Atlas Sud. Ce document est daté du 3 mars 2022 et fait suite à une première version datée d'août 2021.

L'étude traite du transport de l'ensemble des composants d'éoliennes : sections de mâts, pales, nacelles et moyeux. Elle se fonde sur l'hypothèse d'un chargement des nacelles, des moyeux et des sections sur le port de Rouen, et d'un chargement des pales sur le port de Dieppe, tout en précisant que ces points de chargement restent à confirmer[20].

Le document présente tout d'abord de façon succincte les deux itinéraires proposés, par une simple liste des axes empruntés et une représentation cartographique globale (figure 28). Les deux itinéraires se rejoignent à Épinal.

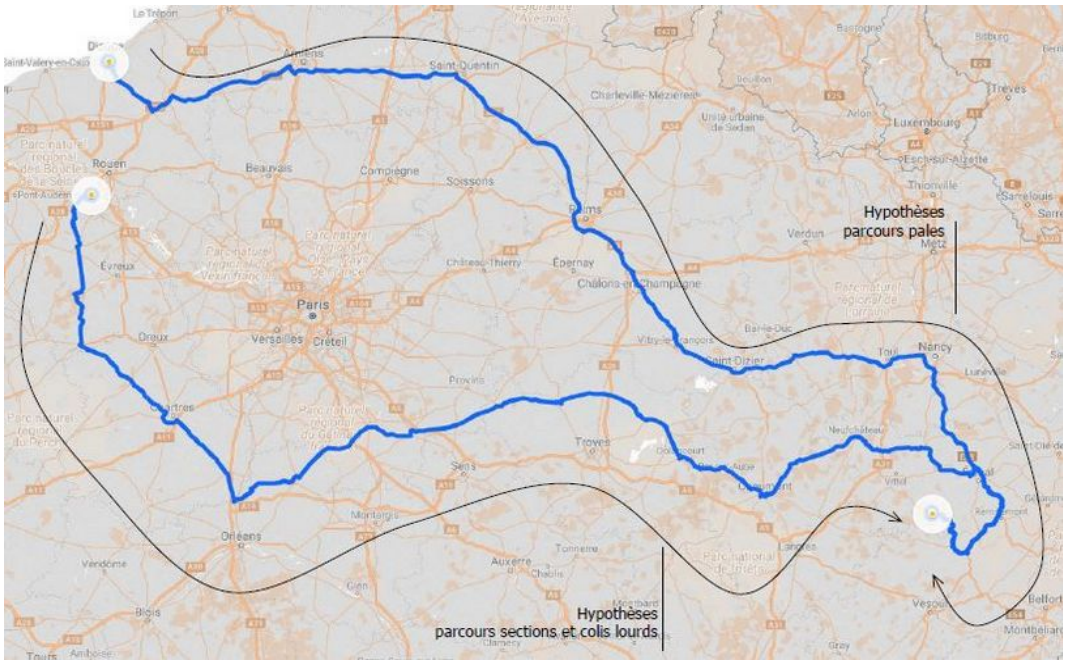

Figure 28 : Itinéraires proposés par l'étude préliminaire
Source : Étude Atlas Sud

19 Selon les informations communiquées aux enquêteurs du BEA-TT, lorsque le transport routier débute sur un port, après un transport maritime, le chargement du colis s'effectue généralement sans la présence de représentants de Vestas.

20 Comme évoqué précédemment, le chargement des pales, des nacelles et des moyeux s'est finalement effectué sur le port d'Anvers.

La suite du document ne présente en détail que l'itinéraire suivi par les pales. L'itinéraire suivi par les sections n'est détaillé que dans sa dernière partie, commune avec les pales, à partir d'Épinal. Toutefois, même sur cette partie, la rédaction reste focalisée sur le transport des pales en s'intéressant essentiellement aux contraintes de gabarit associées à leur longueur, notamment en virages, et ne mentionne aucune difficulté pouvant concerner des véhicules surbaissés tels que ceux transportant des sections de mâts ou les composants lourds.

Ainsi, la description de l'approche du PN n° 51 est accompagnée du commentaire *« Passage à niveau à franchir. Se rapprocher du gestionnaire pour obtenir les autorisations de circulation nécessaires »* (figure 29), mais ne signale pas son profil en long potentiellement problématique. Un schéma simule le passage sur le PN d'un convoi transportant une pale (figure 30) ; il indique une hauteur de l'ordre de 40 cm sous le plateau de la remorque modélisée, mais sans aucun commentaire associé et sans aucune explication sur ce que représente cette grandeur (la hauteur résiduelle entre le sommet du dos d'âne et la remorque ? la garde au sol nécessaire de la remorque ?) ni sur les hypothèses adoptées pour le calcul (profil en long, dimensions des véhicules). Aucune simulation n'est présentée pour le transport des autres composants.

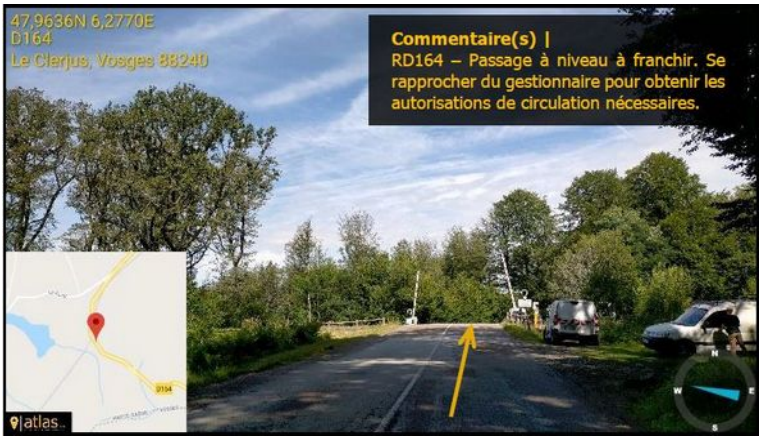

Figure 29 : Approche du PN n° 51 dans l'étude préliminaire
Source : Étude Atlas Sud

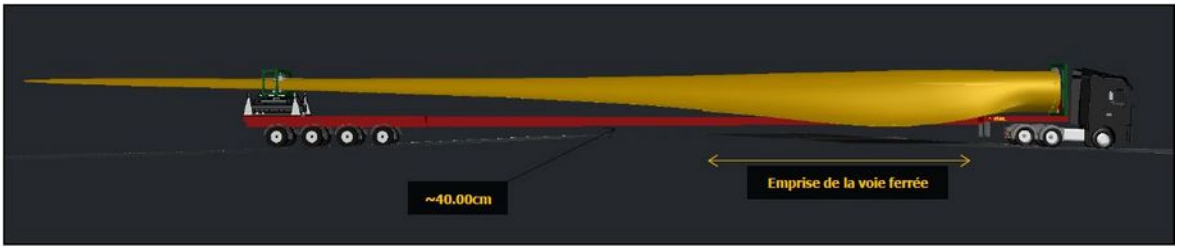

Figure 30 : Simulation du passage sur le PN 51 d'un convoi transportant une pale
Source : Étude Atlas Sud

Par ailleurs, plusieurs passages du document mentionnent pour les convois transportant les sections et les colis lourds une arrivée sur le site de construction de Gruey-lès-Surance par le nord-ouest, et non par le sud-est comme indiqué antérieurement (figure 28).

En synthèse, cette étude préliminaire est donc focalisée sur le transport des pales, elle comporte des incohérences sur l'itinéraire à suivre pour les sections, et reste silencieuse quant à une éventuelle difficulté de franchissement du PN n° 51 par les convois transportant les sections. La société Vestas, interrogée sur ces lacunes, considère qu'elles n'ont pas d'enjeu dans la mesure où le transporteur retenu a ensuite la charge d'approfondir l'étude préliminaire pour aboutir à un document opérationnel.

La demande d'autorisation de circulation

Le parcours du convoi accidenté sur le PN n° 51 a fait l'objet d'une demande d'autorisation individuelle de transport exceptionnel déposée **le 13 mars 2023** par un mandataire pour le compte de LASO France. La demande porte sur un convoi de 3ème catégorie (plus de 72 t) dont les caractéristiques maximales en charge sont les suivantes : longueur 26 m, largeur 4 m, hauteur 4,85 m (abaissable à 4,70 m), poids total roulant 94 t.

Comme évoqué en partie 2.6.3, les sections de base des mâts d'éolienne, d'une longueur de 15,78 m, sont les sections les plus courtes ; les autres types ont une longueur d'au moins 22,96 m. En conséquence la longueur maximale du convoi de 26 m figurant dans cette demande ne permet que le transport des sections de base.

L'autorisation demandée est une autorisation au voyage sur un itinéraire précis, pour 15 voyages sur une période de 12 mois débutant le 31 mai 2023. L'itinéraire détaillé dans la demande est représenté en figure 31, et comparé à celui décrit dans l'étude préliminaire.

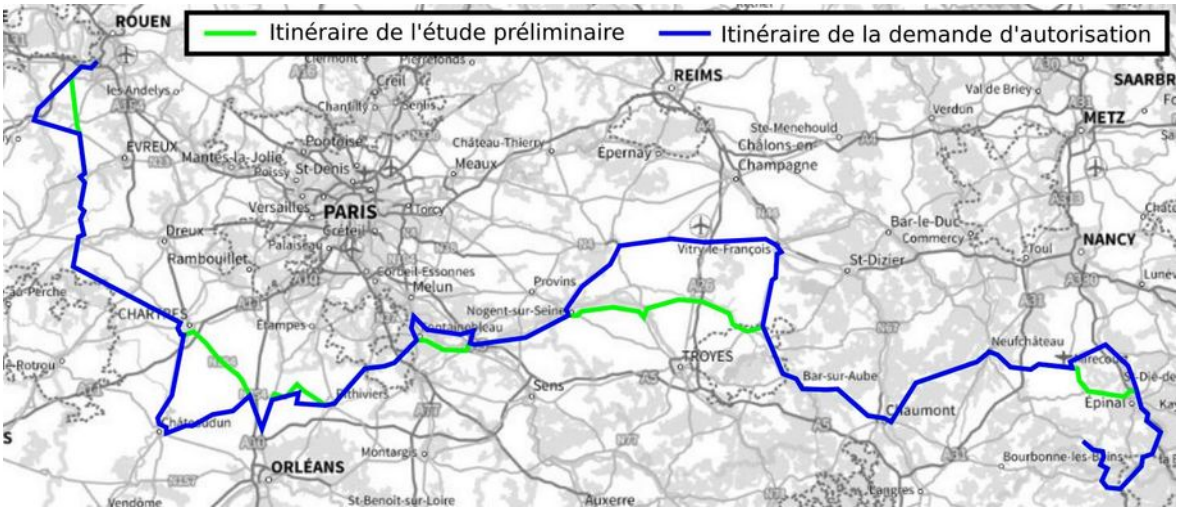

Figure 31 : Itinéraire figurant dans la demande d'autorisation du 13 mars 2023 et itinéraire de l'étude préliminaire
Schéma BEA-TT sur fond de plan Géoportail IGN

Selon les explications apportées par LASO France aux enquêteurs du BEA-TT, le transporteur n'a pas effectué d'approfondissement de l'étude préliminaire d'itinéraire avant le dépôt de la demande d'autorisation. Il s'est fondé sur l'itinéraire proposé par l'étude préliminaire en y apportant quelques correctifs issus de son expérience du réseau routier.

En complément de cette demande d'autorisation, le mandataire a également déposé le 10 mars 2023 une autre demande pour un convoi de mêmes caractéristiques sur un itinéraire alternatif passant au nord de Paris puis descendant en direction de Dijon pour remonter ensuite vers les Vosges. La pratique de la société LASO France est en effet de rechercher autant que possible des autorisations sur deux itinéraires différents qui se croisent, afin de disposer en cas d'imprévu d'un itinéraire de rechange à mi-parcours.

L'instruction de la demande d'autorisation

La demande d'autorisation a été instruite par la préfecture de la Seine-Maritime, département de départ du convoi, qui a pris l'avis des préfectures de chacun des neuf autres départements traversés. Celles-ci ont indiqué au pétitionnaire les gestionnaires de voirie et d'infrastructures qu'il devait également consulter.

En pratique la consultation de ces gestionnaires n'est pas systématique : seuls sont contactés ceux qui ont explicitement signalé au service instructeur départemental leur souhait d'être consultés, en particulier pour les points singuliers (ouvrages d'art, passages à niveau, etc.). En l'occurrence, en l'absence de demande de la part de SNCF Réseau, celle-ci n'a pas été consultée sur le franchissement par le convoi du PN n° 51 du Clerjus.

Le 27 avril 2023, le pôle Transports Exceptionnels de la Direction Départementale des Territoires de la Marne a informé le transporteur par courrier électronique de la signature d'un arrêté préfectoral prévoyant la coupure totale pour travaux de la RN4 entre Fère-Champenoise et Sommesous du 2 mai au 13 juillet 2023. L'arrêté définit un itinéraire de déviation admettant notamment les convois exceptionnels d'une masse inférieure ou égale à 94 t.

Le 3 mai 2023, le conseil départemental des Vosges, consulté par le pétitionnaire, a émis un avis favorable à la circulation des convois sur l'itinéraire demandé. L'avis rappelle *« que le transporteur doit s'assurer de la manœuvrabilité de son convoi et vérifier qu'il n'y a pas d'arrêté de restriction de circulation municipal, départemental ou préfectoral qui l'empêcherait d'emprunter cet itinéraire. »*

Huit des dix services instructeurs départementaux ont émis un avis favorable entre le 16 mars et le 5 mai 2023, dans le délai réglementaire de deux mois. Deux départements ont rendu leur avis plus tardivement :

- la préfecture des Vosges a rendu son avis favorable le 9 juin, après réception de l'avis d'un concessionnaire autoroutier émis le même jour ;
- la préfecture de la Marne a rendu son avis favorable le 13 juin ; ses services ont indiqué au BEA-TT que ce retard était imputable à la vacance de deux postes d'instructeurs sur les trois que compte le pôle Transports Exceptionnels.

La réception de ces derniers avis a permis la signature par le préfet de la Seine-Maritime de l'arrêté d'autorisation **le 14 juin 2023**.

L'arrêté d'autorisation de circulation, et l'arrêté relatif à la demande alternative

L'autorisation individuelle est délivrée pour la période du 14 juin au 4 août 2023 et pour 15 voyages. L'arrêté rappelle une partie des exigences réglementaires applicables aux convois (cf. parties 2.5.3 et 2.5.4), notamment les vitesses maximales autorisées pour un convoi de 3e catégorie, les règles de circulation applicables, celles liées au franchissement des voies ferrées, et l'obligation de procéder à une reconnaissance de l'itinéraire.

Les caractéristiques du convoi (masse et dimensions) dans sa configuration en charge imposent un accompagnement par un véhicule pilote et un véhicule de protection arrière, conformément à l'article 13 de l'arrêté du 4 mai 2006.

L'itinéraire autorisé correspond intégralement à celui détaillé dans la demande du pétitionnaire. Les nombreuses prescriptions locales à respecter sont regroupées dans les avis des différents services instructeurs annexés à l'arrêté d'autorisation et ordonnés selon une logique d'itinéraire.

Dans le département des Vosges, le franchissement du PN n° 51 du Clerjus ne fait l'objet d'aucune mention particulière.

À noter que dans le département de la Marne, l'avis du service instructeur signale deux coupures totales de la circulation pour travaux sur l'itinéraire :

- sur la RD 951, dans l'agglomération de Saudoy, du 30 mai au 18 août 2023 ;

- sur la RN4, entre Fère-Champenoise et Sommesous, du 2 mai au 13 juillet 2023 ; cette coupure est celle signalée par le service instructeur au transporteur fin avril 2023.

Dans les deux cas, l'avis indique un itinéraire de déviation utilisable par les transports exceptionnels sans restriction pour le premier, et jusqu'à 94 tonnes pour le second. Ces deux déviations peuvent donc être empruntées par les convois visés par l'autorisation.

Par ailleurs, la demande portant sur un itinéraire alternatif mentionnée plus haut, déposée le 10 mars 2023, a donné lieu à un arrêté d'autorisation signé par le préfet de la Seine-Maritime **le 30 juin 2023**. La figure 32 représente conjointement l'itinéraire correspondant à l'arrêté d'autorisation du 14 juin 2023 couvrant le convoi accidenté, avec les deux déviations associées aux travaux routiers dans la Marne, et l'itinéraire alternatif correspondant à l'arrêté d'autorisation du 30 juin 2023.

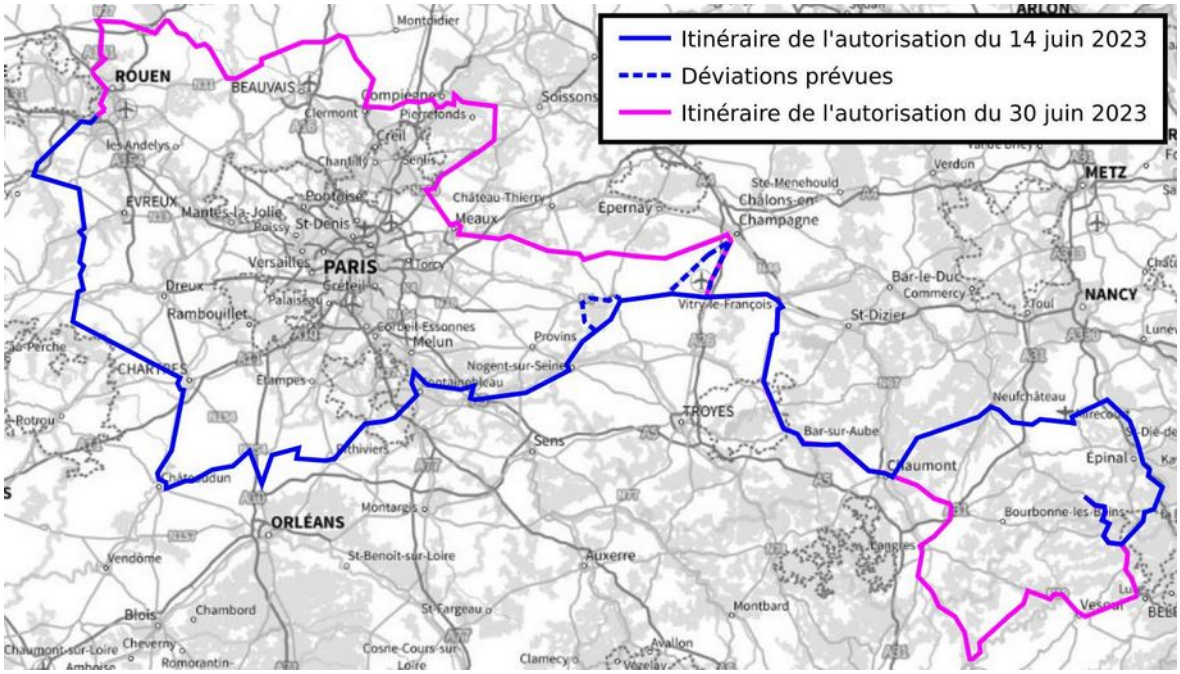

Figure 32 : Itinéraire de l'arrêté d'autorisation du 14 juin 2023 et itinéraire alternatif de l'arrêté d'autorisation du 30 juin 2023
Schéma BEA-TT sur fond de plan Géoportail IGN

L'étude d'itinéraire réalisée par LASO France

Parallèlement à l'instruction des demandes d'autorisation, LASO France a réalisé une étude d'itinéraire approfondissant celle fournie par Vestas.

Le document communiqué aux enquêteurs du BEA-TT est daté du 5 juin 2023. Il concerne le transport de l'ensemble des composants (sections, pales, nacelles et moyeux) des engins du parc éolien des Fuchsias (projet dit « Vosges Bis »), qui comprend deux éoliennes. En effet, outre le transport des sections de mâts pour le parc éolien des Lunaires, LASO France a reçu commande de la part de Vestas, lors d'une consultation ultérieure, du transport de l'ensemble des composants du parc des Fuchsias. L'étude d'itinéraire conduite par LASO a donc traité conjointement les transports liés aux deux projets.

Le chargement des sections et des pales est prévu sur le port de Rouen, celui des nacelles et des moyeux sur le port de Radicatel, situé sur la Seine entre Le Havre et Rouen. L'itinéraire prévu pour les sections est représenté en figure 33. On notera qu'à l'exception de sa partie terminale, cet itinéraire n'a presque rien de commun avec celui figurant dans la demande d'autorisation de circulation déposée le 13 mars 2023, qui

passe au sud de l'agglomération parisienne, et qu'il ne coïncide qu'en partie avec celui figurant dans la demande d'autorisation déposée le 10 mars, qui passe au nord de Paris.

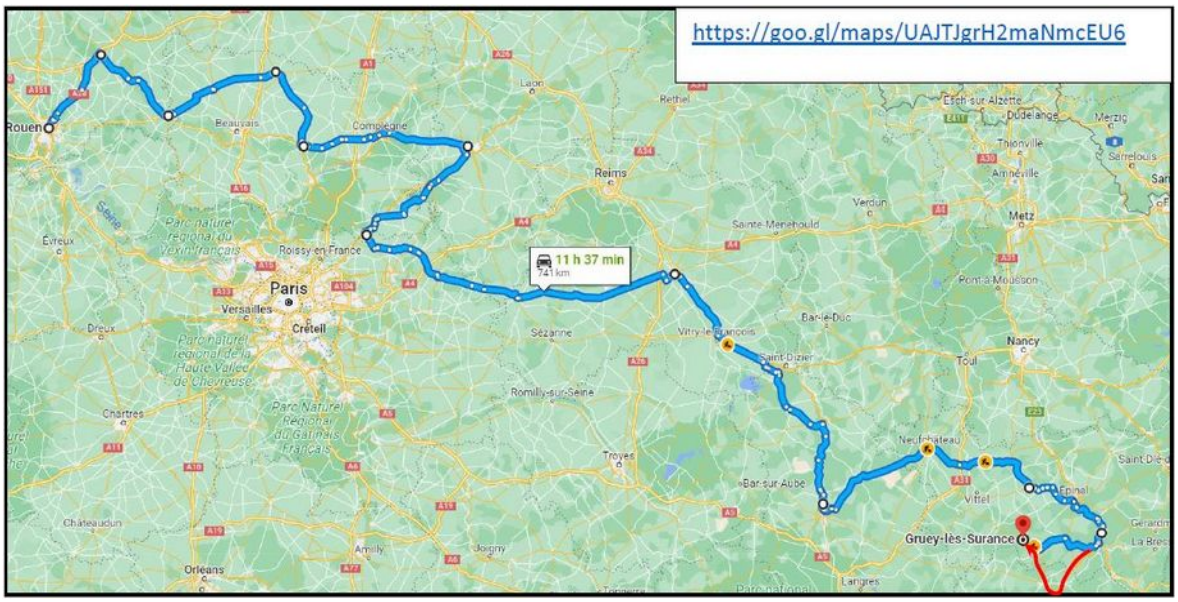

Figure 33 : Itinéraire des sections dans l'étude réalisée par LASO France
Source : Étude LASO

Le document ne décrit de façon détaillée que la toute dernière portion de l'itinéraire, sur une distance de l'ordre de 35 km, entre la sortie de la RN57 à Fougerolles-Saint-Valbert (Haute-Saône) et le lieu de livraison. L'en-tête précise que la visite de terrain a été réalisée le 27 avril 2023.

Comme dans l'étude préliminaire, la description semble essentiellement focalisée sur les contraintes de giration associées au transport des pales, et aux éventuelles actions nécessaires (élagage, dépose de panneaux, etc.). Hors le PN n° 51, seules deux mentions se rapportent à d'autres types de contraintes :

- à Corbenay (Haute-Saône), sur la RD64 : *« Passage sous l'OA RD250. OA mesuré à 4.84 mètres de hauteur. Prévoir d'abaisser les remorques pour les convois des sections Bottom. »* ;
- à La Vôge-les-Bains (Vosges), sur la RD164 : *« Franchissement du canal de l'Est. Consulter les gestionnaires de voiries pour la portance. »*

La traversée du PN n° 51 est accompagnée des commentaires suivants (figure 34) :

- *« Consulter les gestionnaires de voirie pour l'éventuelle obtention d'une convention »* ;
- *« OK pour le cassis du PN 51 »*.

Le descriptif comporte également une photographie de l'un des téléphones d'alerte en cas d'urgence du PN portant l'affiche *« Téléphone en dérangement – Contacter la gare d'Épinal »* décrite en partie 3.1.4. En revanche il ne comporte pas de mention de son profil en long difficile, ni de la signalisation routière avertissant les véhicules surbaissés.

La conclusion du document récapitule les démarches en attente : autorisation de circulation en cours d'instruction, consultation des gestionnaires de voiries, vérifications de la portance des ouvrages, et précise que *« cette étude est évolutive en fonction de l'avancement du projet »*.

Le Clerjus RD64

Franchissement du PN 51.
Consulter les gestionnaires de voirie pour l'éventuelle obtention d'une convention.

Le Clerjus RD64

OK pour le cassis du PN 51.

Figure 34 : Extraits relatifs au PN 51 dans l'étude réalisée par LASO France
Source : Étude LASO

Interrogée par les enquêteurs du BEA-TT, la société LASO France a apporté les précisions suivantes :

- Le parcours depuis le port de Rouen jusqu'à la sortie de la RN57 à Fougerolles-Saint-Valbert (Haute-Saône) est bien connu de l'entreprise. Ses convois parcourent régulièrement les axes concernés et font remonter l'information s'ils constatent des modifications. Ainsi, pour les types de colis connus, comme ici les composants d'éoliennes, il est acquis que ce trajet ne soulève pas de difficulté particulière. C'est pourquoi seule la fin de l'itinéraire, à partir de la sortie de la RN57, a nécessité une reconnaissance préalable.
- LASO considère comme sans importance le fait que l'itinéraire depuis le point de chargement affiché au début de cette étude soit totalement différent de celui figurant dans la demande d'autorisation de circulation : la consigne donnée aux convoyeurs est bien entendu de suivre l'itinéraire figurant dans l'arrêté de circulation.
- La mention *« Consulter les gestionnaires de voirie pour l'éventuelle obtention d'une convention »* est une mention inscrite de façon générique pour tous les PN, et qui ne doit en pratique donner lieu à une action que si le convoi sort du cadre usuel (incapacité de traverser le PN dans le délai réglementaire de 7 secondes, hauteur du convoi en cas de ligne électrifiée, etc.).
- La mention *« OK pour le cassis du PN 51 »* signifie bien une absence de difficulté de franchissement pour les quatre types de transports couverts par l'étude d'itinéraire ; LASO convient cependant qu'il aurait été utile de la compléter par un avertissement sur la nécessité d'adopter les réglages adéquats.

Le carnet de route (ou « roadbook »)

Selon LASO France, l'approfondissement de l'étude d'itinéraire tient lieu pour les convoyeurs de carnet de route leur indiquant les spécificités et les points d'attention de

leur trajet. Dans la mesure où le début de l'itinéraire leur est bien connu, seule la partie effectivement détaillée dans l'étude d'itinéraire est utile.

Les convoyeurs disposent de cette étude au format électronique, sur téléphone ou tablette, et recopient par ailleurs au surligneur sur un plan papier l'itinéraire figurant dans l'arrêté d'autorisation.

Synthèse pour les études d'itinéraire

On retiendra en synthèse que la reconnaissance d'itinéraire n'a été effectuée que pour la partie terminale du trajet, sur une distance de l'ordre de 35 km entre la sortie de la RN57 à Fougerolles-Saint-Valbert (Haute-Saône) et le lieu de livraison. Pour le reste du parcours, LASO considère que l'information régulière transmise par ses différents convois, ainsi que l'expérience de ses convoyeurs, rendent inutiles la mise en œuvre d'une reconnaissance spécifique et la rédaction d'un carnet de route détaillé.

Sur cette partie terminale, le franchissement du PN n° 51 n'est pas signalé comme méritant une attention particulière.

3.3.6 - L'organisation et le suivi du convoi

Pour chaque chantier à approvisionner, LASO crée sur l'application WhatsApp un groupe de discussion destiné à l'ensemble des conducteurs d'ensembles routiers et des accompagnateurs impliqués. Ce groupe leur permet d'échanger avec leur hiérarchie et d'informer les autres convois d'éventuelles difficultés rencontrées sur l'itinéraire. Les responsables du chantier approvisionné peuvent également y participer et reçoivent ainsi des informations sur la progression des convois.

Par ailleurs, LASO reçoit périodiquement des informations transmises par ses véhicules :

- Une application de suivi de flotte consultable par LASO France enregistre leur position GPS toutes les minutes lorsqu'ils se déplacent, ainsi que les modifications de l'état de fonctionnement du véhicule telles que l'allumage ou la coupure du contact moteur.
- Le siège portugais de LASO reçoit quotidiennement une transmission des fichiers « véhicule » et « conducteur » du chronotachygraphe de chaque tracteur ; ces éléments ne sont pas transmis à LASO France.

Selon les fiches de fonction internes à l'entreprise LASO France, **le conducteur de l'ensemble routier** est systématiquement désigné chef de convoi au sens de l'arrêté du 4 mai 2006 (voir partie 2.5.3). Selon le chauffeur du PL impliqué, cette fonction comprend notamment une autorité sur les conducteurs des voitures pilotes et l'appel aux services locaux dont la présence est obligatoire pour la traversée de certaines villes ou points particuliers. Le conducteur est en outre responsable du chargement et du déchargement des marchandises, ainsi que de leur arrimage correct, et doit envoyer une photographie de l'arrimage au gestionnaire de trafic de l'entreprise avant de commencer son voyage.

Il adresse également à sa hiérarchie une photographie de la lettre de voiture (le contrat de transport) et l'informe lorsque le convoi entame son parcours. Sa hiérarchie peut réagir si elle observe un défaut dans l'arrimage du colis, ou si les éléments demandés ne lui ont pas été transmis avant le départ.

Le conducteur de la voiture pilote, à l'avant, a pour principales missions d'éclairer le convoi en identifiant les difficultés de passage et en les signalant aux autres membres du convoi, de prévenir les usagers circulant en sens inverse et si nécessaire de les bloquer pour faciliter une manœuvre du convoi qui empiéterait sur leur voie de circulation, par exemple en virage.

Le conducteur du véhicule de protection, à l'arrière, a pour principales missions de renforcer la signalisation de l'arrière de l'ensemble routier vis-à-vis des autres usagers, de renseigner le conducteur du PL sur la situation à l'arrière de sa remorque, la taille du colis privant ce dernier de toute visibilité dans ses rétroviseurs, et de le guider lors des mouvements de giration. Il dispose dans son véhicule d'une télécommande lui permettant d'actionner à faible vitesse la rotation des demi-essieux de la remorque.

Ces trois acteurs préparent leur trajet à venir en lisant ensemble l'arrêté et l'étude d'itinéraire, et en le recopiant sur un atlas routier. En circulation, ils sont en liaison radio permanente.

3.3.7 - Les enregistrements disponibles relatifs au trajet de l'ensemble routier

Les enquêteurs du BEA-TT ont pu exploiter deux sources de données. Ils ont reçu copie des enregistrements du chronotachygraphe du tracteur, extraits dans le cadre de l'enquête judiciaire, qui contiennent notamment :

- la vitesse du PL relevée chaque seconde, avec une résolution de 1 km/h, sur une durée totale de déplacement du véhicule de 24 heures ; en pratique, les données sont disponibles à compter du jeudi 15 juin en milieu d'après-midi ;
- les données relatives à l'activité professionnelle du conducteur (conduite, travail, repos) sur les 28 jours précédents ;
- un enregistrement de la localisation GPS du véhicule lorsque le conducteur insère ou retire sa carte de conducteur de l'appareil de contrôle, ainsi que toutes les trois heures de déplacement du poids lourd.

Les enquêteurs du BEA-TT ont également eu accès, pour le trajet du PL depuis le point de chargement, à un extrait des données disponibles dans l'application de suivi de flotte utilisée par l'entreprise. Cet extrait comprend la date, l'heure, la position GPS du véhicule et le kilométrage compteur associés à chaque allumage et coupure du contact. En revanche le détail de la localisation GPS par minute du véhicule n'était plus disponible lorsque la requête a été effectuée.

Les données issues des deux sources sont totalement cohérentes.

3.3.8 - Le trajet d'approche du convoi

Le déroulement du trajet est retracé à partir des témoignages recueillis auprès des participants au convoi, des entretiens avec les représentants de LASO et de Vestas, ainsi que des enregistrements disponibles.

Deux sections de mâts fabriquées en Espagne devaient arriver par bateau au port de Rouen Grand-Couronne le samedi 10 juin. Elles ne sont en définitive arrivées que **le mardi 13 juin**.

Le groupe d'échanges WhatsApp a été créé ce même jour, le premier message informant le conducteur du PL et les accompagnateurs que le chargement des deux sections se ferait directement le lendemain depuis le bateau, sans stockage intermédiaire.

Pour mémoire, l'arrêté d'autorisation de circulation du convoi a été signé **le mercredi 14 juin**.

Le jeudi 15 juin, le responsable d'exploitation de LASO a signalé le passage imminent du convoi aux services instructeurs des départements traversés[21] et aux gestionnaires de réseaux concernés, conformément à l'arrêté du 4 mai 2006.

Dans l'hypothèse d'un départ du port de Rouen le jeudi matin, l'arrivée sur le chantier était prévue le samedi midi. Toutefois, suite au chargement, le convoi n'a pu prendre la route que **le jeudi 15 juin en début d'après-midi**, une fois les formalités administratives et douanières achevées. L'ensemble routier était alors accompagné par deux véhicules de protection opérés par une société sous-traitante. Un second convoi, chargé simultanément, n'a quitté Rouen que le lendemain afin d'échelonner les déchargements sur le chantier.

Le convoi concerné par la présente enquête était le premier transportant une section de mât à destination du parc éolien de Gruey-lès-Surance. Le conducteur du PL connaissait bien une partie du trajet, mais n'avait jamais parcouru la fin de l'itinéraire, notamment la RN 57 et la partie suivante sur RD jusqu'au lieu de livraison. Parallèlement, un ensemble de trois pales transporté par une autre société était déjà en route depuis le port d'Anvers, il est arrivé sur le chantier le vendredi 16 juin en passant par le PN n° 51 du Clerjus.

Le trajet du convoi s'est effectué sans encombre, en suivant l'itinéraire figurant dans son arrêté d'autorisation de circulation, jusqu'au **vendredi 16 juin vers midi** où il a rencontré à Bethon (Marne), sur la RD 951, une signalisation annonçant une coupure de l'axe en aval pour cause de travaux dans l'agglomération de Saudoy.

Le chauffeur du PL explique être alors allé en reconnaissance avec la voiture pilote et avoir constaté que la route était effectivement entièrement barrée. L'équipage s'est reporté à son arrêté d'autorisation de circulation et a constaté la mention signalant cette coupure ainsi que l'itinéraire de déviation prévu. La voiture pilote est ensuite allée reconnaître l'itinéraire de déviation et a signalé à son retour un passage supérieur qui risquait de ne pas présenter une hauteur libre suffisante pour le passage du convoi.

L'équipage a appelé son responsable Exploitation qui lui a indiqué un itinéraire de remplacement[22] adapté pour les convois exceptionnels (figure 35), qu'il a suivi jusqu'à proximité de Châlons-en-Champagne, où il s'est arrêté sur une aire de stationnement. Vestas a été informé par téléphone que la prévision d'arrivée sur le chantier était reportée au lundi midi du fait de l'allongement de l'itinéraire.

Le conducteur a rejoint avec son tracteur un centre routier situé à La Veuve, au nord de Châlons, où il a passé la nuit. Le conducteur a contacté des services de police locaux pour organiser la traversée d'une agglomération le samedi 17 au matin, mais ceux-ci n'étaient disponibles que le lundi. Le départ du convoi a donc été reporté au lundi 19 juin au matin et Vestas a été informé d'un nouveau report de la prévision d'arrivée sur le chantier au lundi 19 juin au soir.

Le conducteur de l'ensemble routier a passé le week-end sur place. Les deux accompagnateurs sous-traitants ont quitté le convoi, qui a été rejoint le dimanche soir par deux véhicules d'accompagnement de la société LASO.

---

21 Le service instructeur du département des Vosges a toutefois informé les enquêteurs du BEA-TT qu'il n'avait pas de trace de ce signalement, et que de façon plus générale il était très rare que les transporteurs lui signalent le passage prochain de leur convoi dans le département comme imposé par l'article 18 de l'arrêté du 4 mai 2006.

22 Le chauffeur du PL n'a pas été en mesure de retracer de façon certaine l'ensemble de cet itinéraire lors de son entretien avec le BEA-TT. Selon ses souvenirs et les autres éléments disponibles, l'itinéraire le plus probable est celui représenté en figure 35. Il consiste à faire demi-tour jusqu'à Nogent-sur-Seine puis emprunter la D619 jusqu'à Provins, la D231 jusqu'à Jouy-le-Châtel, la D215 jusqu'à la N4, la N4 jusqu'à la D375, la D375 puis la D373 jusqu'à Montmirail, et la D933 jusqu'à Châlons-en-Champagne.

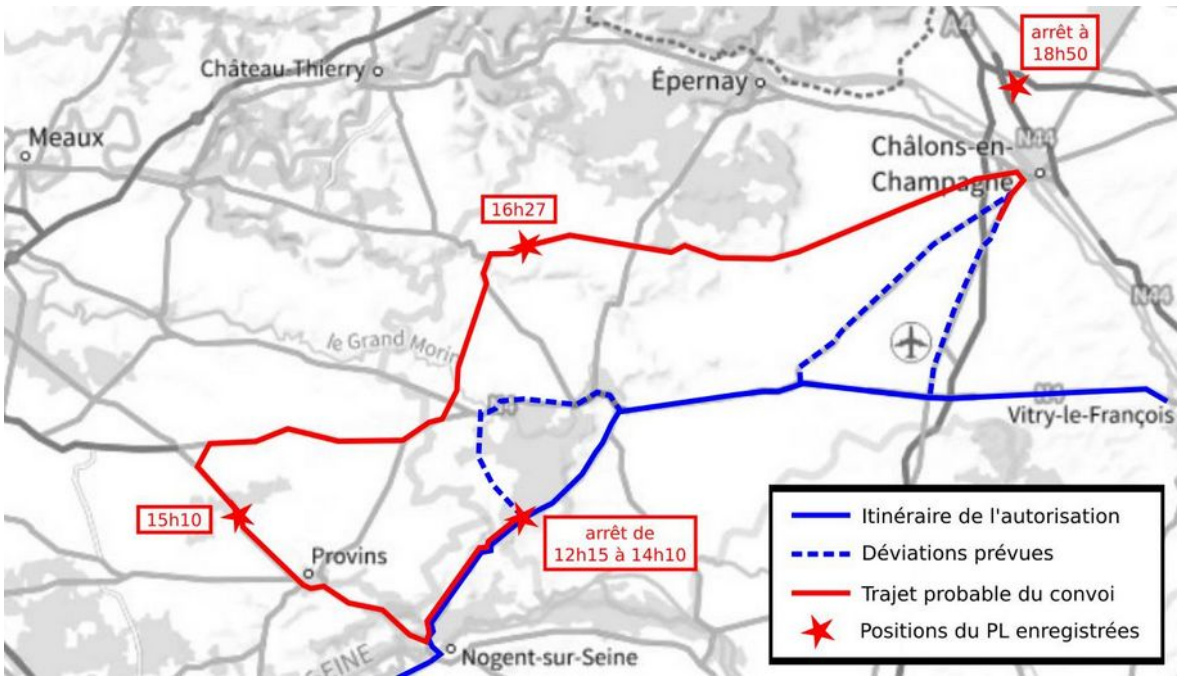

Figure 35 : Trajet probable du convoi le vendredi 16 juin après-midi
Schéma BEA-TT sur fond de plan Géoportail IGN

La journée de travail du conducteur du PL du **lundi 19 juin** a débuté à 6 h 55. Le convoi a repris la route à 8 h 16 en suivant l'itinéraire prescrit dans son arrêté d'autorisation via Bar-sur-Aube et Chaumont. Après un arrêt dans la matinée puis un autre à midi, il est reparti à 12 h 41, pour s'arrêter à 16 h 06 sur la RN 57 à hauteur de Thaon-les-Vosges, au nord d'Épinal, afin de reconnaître la fin du trajet sur la RN. Le convoi est reparti **à 17 h 33**, après un arrêt de 1 h 27 minutes.

Le convoi a quitté la route nationale 61 km plus loin, à Fougerolles-Saint-Valbert (Haute-Saône), **à 18 h52**. Il était alors à environ 35 km de sa destination. Il s'est arrêté moins de deux minutes à la sortie de l'échangeur puis a emprunté la RD 64.

Selon les explications apportées par LASO, la pratique usuelle, lorsque l'itinéraire n'est pas connu des participants, comme ici à partir de la sortie de la RN 57, consiste à envoyer une voiture pilote effectuer une reconnaissance seule. Mais dans le cas présent ceci n'a pas été fait, car le respect de l'amplitude de travail maximale réglementaire du conducteur du PL de 12 heures lui interdisait d'arriver trop tard.

Sur la suite de son parcours jusqu'au PN n° 51, le convoi n'a rencontré qu'une seule difficulté, l'ouvrage de franchissement de la RD 64 par la RD 250 à Corbenay (Haute-Saône), qui selon l'étude d'itinéraire ne présente une hauteur libre sous ouvrage que de 4,84 m ; l'étude d'itinéraire précise ainsi : *« Prévoir d'abaisser les remorques pour les convois des sections Bottom »*. Les vitesses enregistrées par le chronotachygraphe indiquent que l'ensemble routier a franchi ce passage au pas mais n'a pas eu besoin de s'arrêter. Il est ensuite arrivé aux abords du PN 51 à **19 h 20**.

Les témoignages des membres du convoi, rapportés en partie 3.2, décrivent les circonstances du blocage de l'ensemble routier sur le PN. En complément, les enregistrements de vitesse du chronotachygraphe, représentés en figure 36, illustrent les tentatives successives de redémarrage du PL. La représentation débute une minute avant son premier arrêt. On observe deux tentatives avortées de redémarrage, respectivement 24 secondes et 54 secondes après l'arrêt puis, 1 min 10 s après l'arrêt, une brève montée en vitesse à 9 km/h, pendant laquelle le PL aurait parcouru une distance de 6,39 m. Cette séquence est analysée plus en détail en partie 3.6.

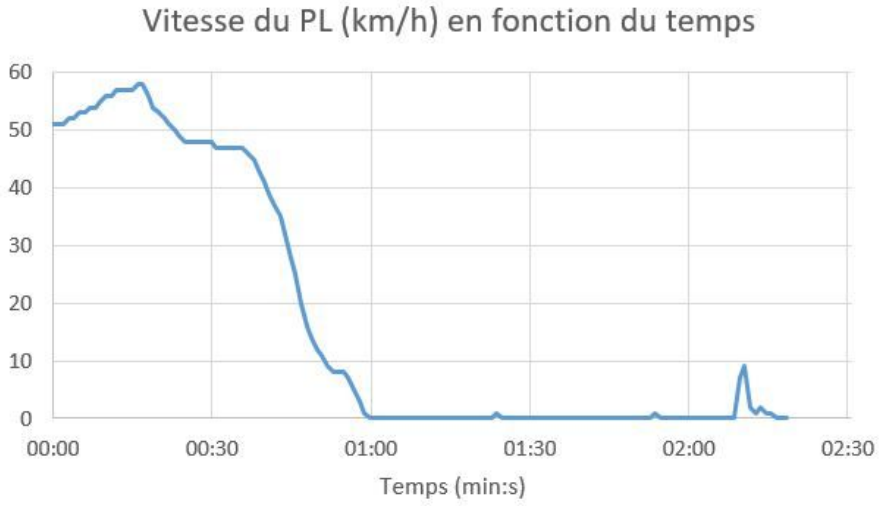

Figure 36 : Vitesse du PL aux abords du PN 51
Schéma BEA-TT

Les enregistrements du chronotachygraphe permettent également de visualiser la vitesse pratiquée seconde par seconde par l'ensemble routier à compter du jeudi 15 juin en milieu d'après-midi. Alors que le convoi n'a pas emprunté le réseau autoroutier et que sa vitesse, en tant que convoi de 3e catégorie, est limitée à 50 km/h sur les routes (cf. partie 2.5.3), cette limitation s'avère dépassée sur l'ensemble de l'itinéraire de façon constante et jusqu'à atteindre régulièrement le seuil de 80 km/h, voire le dépasser. L'annexe 3 du présent rapport présente des figures illustrant ces dépassements.

3.3.9 - L'organisation immédiate du transport suite à la collision

LASO France, informée immédiatement par les accompagnateurs, a signalé très rapidement l'accident à Vestas. Le chef de chantier du parc éolien s'est rendu sur place pour guider la manœuvre de relevage de la section. Le tracteur et la semi-remorque sans le chargement, ainsi que la section sur un véhicule séparé, ont été conduits jusqu'au lieu de remisage et placés sous scellés par les enquêteurs judiciaires.

Le convoi transportant la deuxième section, parti de Rouen le vendredi 16 juin, a dû être stoppé et stationné sur un lieu sécurisé plusieurs jours jusqu'à ce que son passage sur le PN redevienne possible.

3.4 - Le train et son conducteur

3.4.1 - Les caractéristiques et l'entretien du train accidenté

Le train express régional n° 894627 était constitué d'un autorail mono-caisse de la série X73500 appartenant à la région Bourgogne-Franche-Comté. Comme tous ceux assurant le service voyageurs TER de cette ligne, ce matériel est exploité par l'entreprise ferroviaire SNCF Voyageurs. Il a été mis en circulation en avril 2003.

La masse de l'autorail est de 50 tonnes et sa longueur de 28,90 m. Il est doté de deux moteurs diesel de traction situés sous les cabines de conduite et comporte un équipement ATESS[23] d'enregistrement des évènements de conduite qui a pu être exploité (voir

23 L'équipement Acquisition et Traitement des Évènements de Sécurité en Statique (ATESS) permet d'étudier *a posteriori* les principaux paramètres de la rame et de la conduite afin de comprendre les évènements qui ont été susceptibles de compromettre la sécurité.

partie 3.4.4). Chaque côté de l'autorail est doté de deux portes pour l'accès des voyageurs.

L'autorail était entretenu par les agents du Technicentre SNCF de Nevers. Les opérations d'entretien de ce matériel roulant ont été réalisées conformément au référentiel ferroviaire de SNCF Voyageurs. Les dernières opérations de maintenance se sont déroulées le 3 mai 2023. Aucun élément particulier de sécurité n'est répertorié dans les documents consultés par le BEA-TT.

3.4.2 - Les dégâts occasionnés au train

Les dégâts sur le train sont localisés au niveau du poste de conduite. La plupart des éléments situés sur la face avant sont endommagés (phares et feux, attelage, chasse-obstacle, absorbeurs de chocs, pare-brise, etc.). La structure de la cabine présente des déformations importantes et des tuyauteries sont hors service. En revanche le SAL/SAR (signal d'alerte lumineux, signal d'alerte radio) est resté en capacité de fonctionner après la collision.

Malgré ces dégâts, l'autorail a pu être rapatrié en gare de Bains-les-Bains en utilisant la cabine de conduite opposée, sans nécessiter de remorquage. Il a été ultérieurement conduit à vitesse réduite jusqu'au Technicentre de Nevers.

3.4.3 - Le conducteur du train

Le conducteur du TER exerce cette activité depuis 1997. Il connaissait bien cette ligne ferroviaire et le matériel impliqué dans l'accident. Il était titulaire des autorisations de conduite obligatoires pour ce type de matériel ferroviaire sur cette ligne.

Le lundi 19 juin, il a pris son service à Belfort vers 16 h 45 et devait assurer un aller-retour entre Belfort et Épinal. Le trajet aller s'est déroulé normalement et la collision est survenue lors du trajet de retour.

Les dépistages relatifs à l'alcoolémie et à la prise de produits stupéfiants auxquels il a été soumis se sont révélés négatifs.

3.4.4 - L'analyse des données de l'enregistreur des paramètres de conduite

Le dispositif ATESS conserve la trace des actions et des paramètres de conduite en associant à chaque événement enregistré une distance parcourue, avec une résolution de 10 m, et un horodatage, avec une résolution de 2 s.

Les enregistrements montrent que le train n° 894627 a quitté la gare d'Épinal à 18 h 58, heure programmée du départ, et s'est arrêté comme prévu dans les gares de Xertigny à 19 h 11 puis de Bains-les-Bains à 19 h 18. Le tableau suivant décrit la séquence des événements à partir de la gare de Bains-les-Bains. Les distances indiquées sont comptées jusqu'au point d'arrêt final du train.

Distance	*Heure*	*Événement*
2490 m	19 h 19 min 14 s	Départ du train de la gare de Bains-les-Bains.
En circulation		Montée progressive en vitesse.
820 m	19 h 20 min 36 s	Arrêt de l'effort traction. Le manipulateur de traction est placé en position neutre. La vitesse du train est alors de 112 km/h (pour mémoire, la vitesse maximale autorisée dans ce sens de circulation est de 130 km/h).
430 m	19 h 20 min 48 s	Le freinage d'urgence est déclenché. La vitesse du train est alors de 113 km/h.
150 m	19 h 21 min 00 s	Déclenchement du freinage d'urgence par la veille automatique. La vitesse du train est alors de 72 km/h.
0 m	19 h 21 min 12 s	Arrêt du train.

Les traces laissées par l'ensemble routier sur la chaussée permettent de cerner sa position initiale lors de la collision et d'estimer ainsi que le train a avancé de l'ordre de 5 à 6 m après avoir percuté la remorque.

Les enregistrements ATESS étant associés à une résolution en distance de 10 m, il n'est pas possible de connaître de manière précise la vitesse du train à l'instant de la collision. Les données disponibles permettent en revanche d'affirmer qu'elle était inférieure à 25 km/h (cette analyse est détaillée en annexe 4).

Ces enregistrements confirment le témoignage du conducteur du train ainsi que l'absence d'utilisation du sifflet et de déclenchement du signal d'alerte lumineux avant la collision.

Les enregistrements permettent également d'estimer à 40 secondes le temps écoulé entre le passage du TER sur la pédale d'annonce déclenchant la fermeture du PN, située à 963 m, et la collision[24].

3.4.5 - Les échanges entre acteurs ferroviaires suite à la collision

Le récapitulatif suivant retrace les principaux échanges entre les différents acteurs ferroviaires dans la période ayant immédiatement suivi la collision. Il a été établi à partir de plusieurs sources :

- Des entretiens de certains acteurs avec les enquêteurs du BEA-TT ;
- Les cahiers d'enregistrement des dépêches tenus par les agents circulation (AC) des gares d'Aillevillers et d'Épinal ; en revanche, selon les informations communiquées par SNCF Réseau, le Coordonnateur régional des circulations (CRC) ne dispose pas de carnet d'enregistrement des dépêches ;
- Les enregistrements vocaux de quelques appels téléphoniques passés par le CRC ; toutefois d'autres appels passés ou reçus par le CRC ont eu lieu sur des lignes téléphoniques non enregistrées de son côté ; à la gare d'Épinal, les communications ne sont pas enregistrées ; à la gare d'Aillevillers, la ligne téléphonique dédiée de SNCF Réseau (dite « ligne automatique ») est sous enregistrement dans le poste de l'agent circulation mais n'a pas été utilisée lors de ces échanges qui se sont faits par le réseau téléphonique conventionnel.

24 Le calcul détaillé n'est pas reproduit ici par souci de concision.

Heure	***Échange***
19 h 25	Le conducteur du train appelle l'agent circulation (AC) de la gare de Lure pour qu'il arrête les circulations sur la ligne et qu'il lui donne le numéro de téléphone de l'AC de la gare d'Aillevillers.
19 h 26	Le conducteur du train appelle l'AC de la gare d'Aillevillers pour qu'il arrête les circulations sur la ligne. L'AC enregistre à 19 h 27 la dépêche suivante : *« Le conducteur du train 894627 signale avoir heurté un convoi exceptionnel au PN51. Passage impossible V1 et V2. Blessés. Avis lancés par Épinal. »* L'AC ne confirme pas au conducteur, avant la fin de leur conversation téléphonique, que les mesures de protection d'obstacle sont prises. Immédiatement après cette conversation, l'AC met en œuvre la protection en fermant le bloc manuel voie 2 (en direction d'Épinal) et pose sur la commande un dispositif de réflexion.
19 h 27	Le conducteur du train appelle son supérieur hiérarchique.
19 h 27	Le contrôleur du train appelle l'AC de la gare d'Épinal pour lui signaler l'accident. Ce dernier enregistre une dépêche relative à ce signalement. Le bloc manuel dans le sens 1 étant déjà fermé du fait de la présence du train sur la section concernée, l'AC pose un dispositif de réflexion sur cette commande.
19 h 30	L'AC de la gare d'Épinal appelle l'AC de la gare d'Aillevillers, qui lui indique avoir été appelé par le conducteur et avoir pris les mesures de protection d'obstacle.
19 h 31	L'AC de la gare d'Épinal appelle les sapeurs-pompiers, déjà avisés.
19 h 33	L'AC de la gare d'Épinal appelle le Centre Opérationnel de Gestion des Circulations (COGC) de Lorraine.
19 h ??*	Le CRC de Lorraine appelle le conducteur du train pour lui demander des précisions quant aux blessés. Il lui confirme que les circulations ferroviaires sont arrêtées et que son train est protégé, et lui indique qu'un chef d'incident local (CIL) est en route. * NB : Le CRC ne dispose pas d'un cahier d'enregistrement des dépêches qui aurait pu indiquer l'heure exacte de cet appel. Le conducteur du train a déclaré avoir reçu cet appel à 19 h 32. Toutefois, selon les éléments recueillis par le BEA-TT, le COGC de Lorraine a été avisé de l'accident par l'AC de la gare d'Épinal, à 19 h 33 selon son cahier d'enregistrement des dépêches (voir ci-dessus). L'appel du CRC au conducteur est donc postérieur.
19 h 36	Le CRC de Lorraine appelle l'AC de la gare d'Aillevillers, sans obtenir de réponse.
19 h 41	Le CRC de Lorraine appelle l'AC de la gare d'Épinal. Après un point rapide sur la situation, il lui transmet la dépêche suivante, enregistrée à 19 h 43 : *« suite à l'intervention des services externes, prenez les mesures pour arrêter et retenir les circulations entre les gares de Bains-les-Bains et Aillevillers. »* [NB : les services externes concernés sont les sapeurs pompiers, arrivés sur les lieux à 19 h 39]. L'AC confirme immédiatement que les mesures demandées sont prises, par une dépêche enregistrée à 19 h 44 lors de la même conversation téléphonique.

Heure	***Échange***
19 h 45	Le CRC de Lorraine appelle l'AC de la gare d'Aillevillers, sans obtenir de réponse.
19 h 46	Le CRC de Lorraine rappelle l'AC de la gare d'Épinal pour qu'il lui donne un autre numéro où joindre l'AC de la gare d'Aillevillers.
19 h 50	Le CRC de Lorraine parvient à joindre l'AC de la gare d'Aillevillers et lui transmet la dépêche suivante : *« suite à l'intervention des services externes, prenez les mesures pour arrêter et retenir les circulations entre les gares de Bains-les-Bains et Aillevillers. »*
19 h 56	L'AC de la gare d'Aillevillers rappelle le CRC de Lorraine et l'informe par dépêche que les mesures demandées sont prises.
19 h 56	Le CRC de Lorraine adresse au CODIS (Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours) un message lui indiquant que la protection pour intervention des sapeurs-pompiers est assurée.
20 h 04	Le CIL de l'astreinte SNCF Réseau informe l'AC de la gare d'Épinal de son arrivée sur place.
20 h 15	Le CIL transmet à l'AC de la gare d'Épinal une dépêche stipulant qu'il reprend les mesures de protection à son compte.
20 h 20	L'AC de la gare d'Épinal retransmet la dépêche du CIL à l'AC de la gare d'Aillevillers.

En réponse à des interrogations des enquêteurs du BEA-TT, SNCF Réseau a également apporté les précisions suivantes :

- Aucune alerte n'a été déclenchée au moyen du système GSM-GFU par les AC ou le COGC, car aucun autre train qui aurait nécessité un arrêt d'urgence ne se trouvait à proximité lorsque l'événement a été signalé.
- Le délai de six minutes entre la dépêche du CRC de Lorraine à l'AC de la gare d'Aillevillers (19 h 50) demandant la protection pour intervention des services externes et la dépêche adressée en réponse (19 h 56) n'est pas considéré comme excessif compte tenu des circonstances et de l'expérience limitée de l'AC.

Cette chronologie appelle deux commentaires :

- Le conducteur du train n'a reçu confirmation formelle de la protection de la zone de l'accident que lors de l'appel du CRC, au plus tôt à 19 h 33, soit 8 minutes après son premier appel de détresse.
- Le CRC a tenté à deux reprises de joindre l'AC d'Aillevillers par la ligne téléphonique dédiée de SNCF Réseau (dite « ligne automatique »), sans succès. Il a finalement réussi à le joindre par une autre ligne interne, via le réseau internet, à un autre numéro fourni par l'AC d'Épinal.

Nous reviendrons sur ces observations en partie 5 du présent rapport.

3.5 - L’analyse des traces et des dégâts observés sur le PN

3.5.1 - Les traces relevées sur la chaussée

Comme exposé en partie 3.1.5, la chaussée présentait aux abords du PN deux paires de rainures parallèles ainsi que des traces de ripage.

L’écartement de chacune des paires de rainures, ainsi que la distance entre les deux paires, coïncident avec la géométrie des pièces composant la suspension de la remorque. On observe par ailleurs des traces de frottement en partie basse de ces pièces sur les deux premiers essieux de la remorque (cf. figure 27 en partie 3.3.1). On peut donc conclure que ces sillons ont été causés par la suspension.

Par ailleurs les traces de ripage de pneumatiques de la semi-remorque et du tracteur permettent de repositionner l’ensemble routier au moment de la collision comme décrit en figure 37. Cette position est cohérente avec l’emplacement des rainures, avec la localisation des dommages observés sur la remorque, et avec le bris par le tracteur de la barrière équipant le côté nord-ouest du PN.

On peut observer que dans cette position le premier essieu de la semi-remorque se trouve à l’extrémité des rainures creusées dans la chaussée, ce qui indique que la semi-remorque n’a pas avancé entre le moment où elle s’est bloquée sur le dos d’âne et celui où elle a été percutée par le TER.

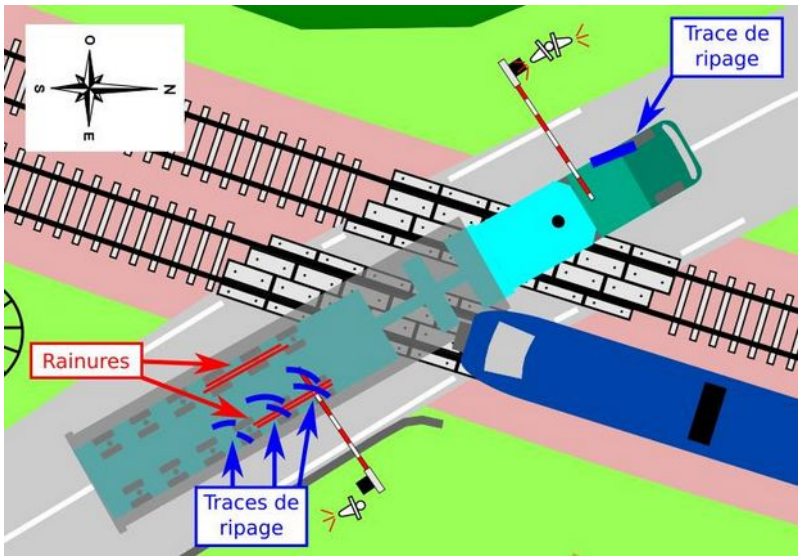

Figure 37 : Position estimée du convoi routier au moment de la collision - *Schéma BEA-TT*

3.5.2 - L’état des équipements du PN

Les intervenants sur l’accident ont rapporté (cf. partie 3.1.4) qu’à leur arrivée l’ensemble des feux rouges clignotants fonctionnaient, que la barrière du côté sud-est était entière et en position basse, que du côté nord-ouest la partie de la barrière brisée encore reliée au mécanisme était relevée à l’oblique, et qu’au moins une des sonneries tintait.

L’ensemble de ces constatations s’explique par les principes de fonctionnement du passage à niveau.

D’une part, le train est toujours présent sur la zone du passage à niveau, il n’a pas dégagé la « zone courte » de détection. En conséquence, les barrières sont toujours commandées en position basse et les feux rouges clignotants sont actifs.

D’autre part, par sécurité, la position normale, au repos, d’une demi-barrière d’un PN SAL2 (ou d’une demi-barrière d’entrée d’un PN SAL4) est sa position basse, sans nécessiter d’apport externe d’énergie, ceci pour que toute anomalie de fonctionnement des équipements d’un PN provoque sa fermeture par simple gravité ; en revanche la position haute doit être maintenue par l’action permanente du mécanisme. Lorsque la descente d’une barrière est commandée pour la fermeture du PN, le moteur électrique intervient soit en accompagnement du mouvement si la seule gravité ne permet pas une descente aussi rapide que souhaité, soit en freinage si la descente est plus rapide. L’accompagnement ne s’effectue que lorsque l’angle de la barrière avec l’horizontale est supérieur à 30 degrés alors que la fonction de freinage peut être active jusqu’en position basse. La sonnerie retentit dès la détection de l’approche du train, elle accompagne la descente et s’arrête lorsque l’angle de la barrière avec l’horizontale devient inférieur à 8 degrés.

Dans le cas présent, du côté nord-ouest du PN, la demi-barrière a été brisée ce qui a modifié son équilibre autour de son axe de rotation. Sous l’action du contrepoids, elle tend à se replacer en position quasi-verticale, mais lorsque son inclinaison dépasse 30 degrés, le moteur entre en action dans le sens de l’accompagnement de la descente, ce qui maintient la barrière brisée dans une position d’équilibre oblique. La fermeture étant toujours commandée alors que la barrière est levée de plus de 8 degrés, la sonnerie est activée comme pendant la descente.

3.6 - L’analyse du chronotachygraphe du PL à la lumière des autres éléments disponibles

Les enregistrements de vitesse du chronotachygraphe du PL font apparaître deux tentatives avortées de redémarrage puis, 1 min 10 s après son arrêt sur le PN, une brève montée en vitesse à 9 km/h, pendant laquelle le PL aurait parcouru une distance de 6,39 m.

Or, comme exposé en partie 3.5.1, les rainures et les traces de ripage relevées sur la chaussée montrent que la semi-remorque n’a pas avancé entre le moment où elle s’est bloquée sur le dos d’âne et celui où elle a été percutée par le TER. Par ailleurs le conducteur du PL rapporte de façon certaine n’avoir tenté de redémarrer le véhicule que deux fois et non trois, et ne pas avoir réussi à redémarrer avant la collision.

Pour expliquer cette contradiction apparente, il convient de rappeler que les vitesses enregistrées par le chronotachygraphe, et les distances qui en sont déduites par calcul, rendent compte de la rotation des roues motrices du véhicule et non directement de la distance parcourue. En l’espèce, compte tenu du fait que le frein à main du tracteur n’était pas serré au moment de la collision, les enquêteurs du BEA-TT estiment que la dernière montée apparente en vitesse résulte probablement du déplacement des essieux arrière du tracteur consécutif à la collision.

Cette hypothèse est compatible avec la distance sur laquelle le tracteur a été poussé. Elle est également cohérente avec le temps estimé de 40 secondes entre le déclenchement de la fermeture du PN et la collision (cf. partie 3.4.4), ce qui fait intervenir le déclenchement de la fermeture au début du deuxième essai de relèvement des suspensions (figure 36) comme rapporté par le conducteur du PL. Enfin, ce dernier rapporte avoir vu le TER arriver au moment de sa seconde tentative de redémarrage soit, selon notre hypothèse, 16 secondes avant l’instant présumé du choc (figure 36) ; ceci est compatible avec l’enregistrement ATESS qui indique le déclenchement du freinage d’urgence 24 secondes avant l’arrêt du train.

3.7 - Investigations complémentaires sur le passage à niveau

3.7.1 - Le profil en long de la RD164 au franchissement du PN

À la date de l'accident, le PN n° 51 ne figurait pas dans la liste des passages à niveau présentant des difficultés de franchissement que le gestionnaire de l'infrastructure ferroviaire doit adresser chaque année aux services préfectoraux.

Selon les précisions apportées par SNCF Réseau, la décision de ne pas inscrire le PN dans cette liste était fondée sur un « relevé à la corde » qui aurait été réalisé à l'occasion du diagnostic du PN conjoint avec le gestionnaire routier. Cette méthode consiste à simuler le passage du bas de caisse d'un véhicule routier au moyen de deux bâtons et d'une corde de longueur et de hauteur variables. Les configurations testées sont récapitulées dans le tableau suivant :

Longueur de la corde (= Empattement)	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m
Hauteur de la corde (= Garde au sol)	15 cm	15 cm	15 cm	18 cm	21 cm	24 cm	27 cm

Ces configurations sont celles également utilisées dans l'outil informatique TIPULES[25] utilisé par SNCF Réseau. Elles sont supposées correspondre au profil en long en dos d'âne et au profil en long arrondi en saillie définis par l'arrêté du 4 mai 2006 (voir partie 2.5.4). La figure 38 superpose ces configurations aux deux profils en long.

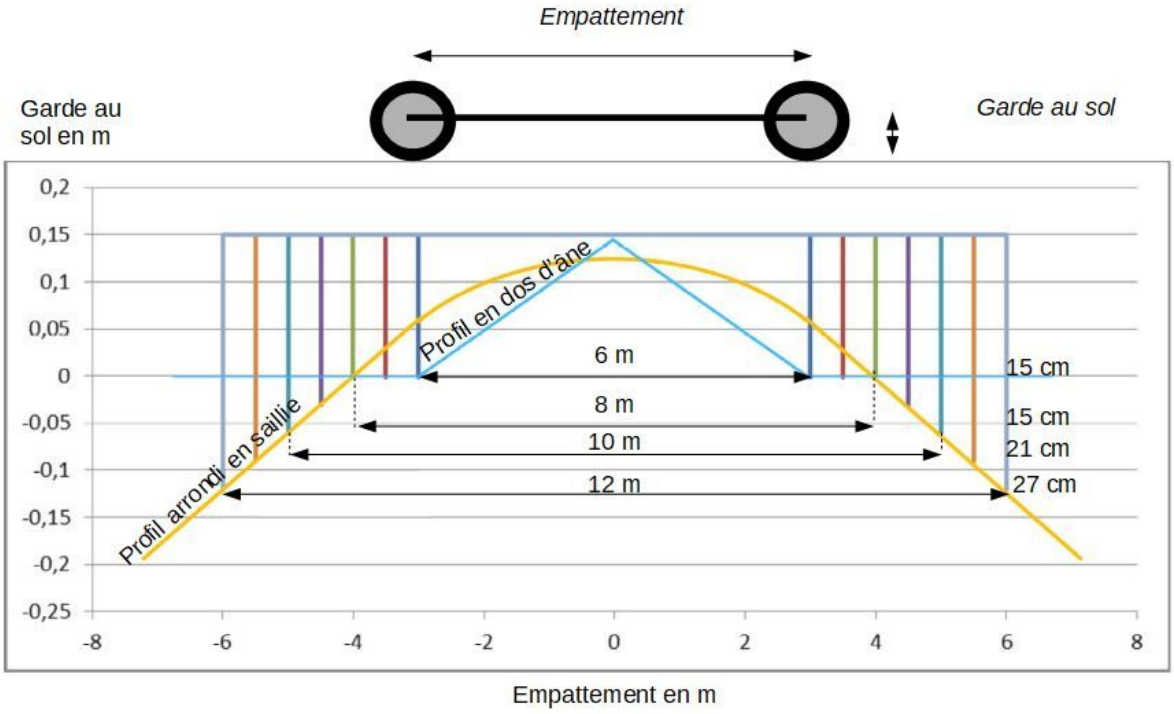

Figure 38 : Superposition des couples (empattement ; garde au sol) testés et des profils en long définis dans l'arrêté du 4 mai 2006
Schéma SNCF Réseau annoté par le BEA-TT

La procédure de « relevé à la corde » n'est pas définie dans un document technique interne à SNCF Réseau. Les résultats des relevés réalisés ne sont pas conservés, de sorte que les services de SNCF Réseau ne sont pas en mesure de produire les derniers constats effectués ni même la date à laquelle ils ont été effectués.

25 Traitement Informatisé des Passages à niveau Utilisés par Les Engins Surbaissés.

Dans le cadre de la présente enquête technique, SNCF Réseau a communiqué au BEA-TT un relevé topographique des abords du PN 51 établi le 21 juillet 2023, soit un mois après l'accident. La figure 39 représente le profil en long de l'axe de la RD 164 dans le sens de circulation du convoi impliqué dans l'accident, superposé au profil type arrondi en saillie défini par l'arrêté du 4 mai 2006. L'origine des abscisses est fixée sur l'axe de la plate-forme ferroviaire.

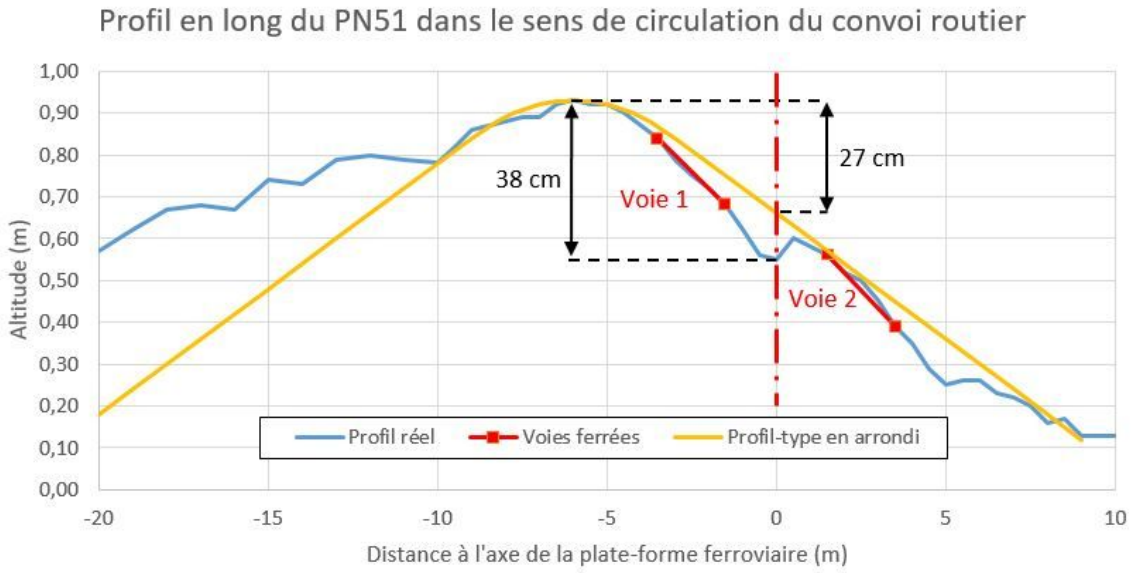

Figure 39 : Superposition du profil en long du PN 51 et du profil-type arrondi en saillie défini par l'arrêté du 4 mai 2006 - *Schéma BEA-TT d'après données topographiques SNCF Réseau*

Il apparaît sur cette figure que le profil en long de la traversée du passage à niveau est plus contraignant que le profil-type en arrondi de l'arrêté. À titre d'exemple, la dénivellation entre les points d'abscisses -6 m et 0 m (axe de la plateforme ferroviaire) est de 38 cm alors qu'elle s'élève à 27 cm sur le profil-type. Suite à ce constat le BEA-TT, en application de l'article L. 1621-20 du Code des transports[26], a émis le 17 août 2023, sans attendre la publication du rapport d'enquête, la recommandation suivante :

Recommandation adressée à SNCF Réseau :

- Vérifier sans délais l'adéquation du passage à niveau n° 51 aux différents profils types définis dans l'article 12 de l'arrêté du 4 mai 2006 modifié.

- En cas de non-adéquation, adresser immédiatement au service instructeur de la préfecture des Vosges une mise à jour de la liste des PN à franchissement difficile du département intégrant le passage à niveau n° 51.

SNCF Réseau a confirmé l'inadéquation du profil routier aux différents profils types définis dans l'article 12 de l'arrêté du 4 mai 2006 modifié et a adressé en conséquence à la préfecture des Vosges le 21 août 2023 une mise à jour de la liste des PN à franchissement difficile comportant le PN 51.

3.7.2 - La liste des PN à franchissement difficile dans le département des Vosges

Il est apparu ultérieurement aux enquêteurs du BEA-TT qu'à la date de l'accident, le 19 juin 2023, la dernière liste des PN présentant des difficultés de franchissement réceptionnée par le service instructeur de la préfecture des Vosges datait de juin 2018,

26 Article L.1621-20 du Code des transports : *« Au cours de leurs enquêtes, l'organisme permanent ou l'autorité responsable des enquêtes de sécurité peuvent émettre des recommandations de sécurité s'ils estiment que leur mise en œuvre immédiate est de nature à prévenir un accident ou incident. »*

alors que cette liste aurait dû réglementairement faire l'objet au minimum d'une mise à jour annuelle.

Suite à l'accident, la préfète du département des Vosges a demandé à SNCF Réseau, par courrier du 24 juillet 2023, que lui soit transmise une liste exhaustive des PN du département avec prescriptions actualisées et identification des points particuliers.

Une première liste actualisée de 40 PN à difficultés de franchissement, intégrant le PN 51, lui a été adressée le 21 août 2023 suite à la recommandation immédiate du BEA-TT. Une deuxième actualisation, comportant cette fois 59 PN, lui a été adressée le 26 septembre 2023. Dans cette liste, vingt passages à niveau, dont le PN 51, sont signalés comme *« ajout à la liste 2014 suite à un relevé topographique ou travaux »*.

Une nouvelle actualisation a été adressée au service instructeur le 5 mars 2024, ne comportant pas d'ajout par rapport à la liste précédente.

3.7.3 - Les téléphones d'alerte en cas d'urgence du PN

Le jour de l'accident, les deux téléphones d'alerte en cas d'urgence implantés de part et d'autre du PN portaient une affiche avec la mention « Téléphone en dérangement – Contacter la gare d'Épinal : » suivie d'un numéro de téléphone.

Selon les précisions apportées par SNCF Réseau, ce dérangement a été détecté le 4 avril 2023 lors d'une visite de maintenance préventive systématique des agents de l'Agence des Services Télécom et Informatique (ASTI). Un « défaut fugitif » a été identifié sur l'interface entre le poste téléphonique du côté voie 1 (sens Épinal – Lure) et le support de transmission par fibre optique posé dans l'emprise ferroviaire jusqu'à la gare d'Épinal. Les mainteneurs ont alors apposé les affiches sur les deux postes téléphoniques du PN, y compris, par mesure de précaution, sur celui du côté voie 2 (sens Lure – Épinal) sur lequel aucun défaut n'avait été constaté.

Le défaut n'a pas été signalé dans le carnet du PN, car celui-ci n'est accessible qu'aux agents du service en charge de la signalisation et des équipements (hors téléphonie). Il n'a pas non plus été recensé dans l'application informatique DIGITOP de programmation des maintenances utilisée par le service ASTI pour les équipements de téléphonie. La recherche de la cause de la panne n'a pas pu aboutir à une conclusion ferme et en conséquence aucune réparation n'a été effectuée.

Le système de transmission fait l'objet d'un test mensuel consistant à se connecter à distance à chacun des téléphones équipant les PN, depuis les locaux du service ASTI, au moyen d'une application informatique permettant de visualiser son état à cet instant (mais aucun historique ne peut être chargé). La méthode de test n'est pas décrite dans un document technique interne à SNCF Réseau ; avant les interrogations adressées par le BEA-TT dans le cadre de la présente enquête à l'été 2023, les journaux de bord rendant compte des résultats du test n'étaient pas sauvegardés et aucune note de l'opération n'était conservée. Depuis les contacts avec le BEA-TT, le service a décidé de conserver ces éléments.

Les tests de connexion à distance postérieurs au 4 avril 2023 ont montré la persistance de ce défaut, jusqu'au 27 juillet 2023 où les essais n'ont relevé aucune anomalie de fonctionnement. En conséquence le défaut a été considéré comme disparu et les affiches des postes téléphoniques ont été déposées.

Toutefois de nouveaux essais conduits en septembre 2023 ont à nouveau relevé des dysfonctionnements à la fois sur des téléphones du PN n° 51 et sur d'autres postes téléphoniques de la ligne. Ces dysfonctionnements sont apparus de façon intermittente jusqu'à ce que leur origine soit finalement identifiée : il s'agissait d'une interface implantée

sur un poste du PN suivant, le n° 52, qui était totalement hors service et qui a été remplacée en mars-avril 2024. Selon les éléments communiqués au BEA-TT, aucun dysfonctionnement des postes téléphoniques du PN n° 51 n'a été relevé par la suite.

3.8 - Les suites données à l'accident

3.8.1 - Les travaux de remise en état de la voie ferrée

Le fût, le moteur du mécanisme et la demi-barrière du côté nord-ouest du PN ont été remplacés dans la nuit ayant suivi l'accident. La voie 2 a pu être remise en service le lendemain matin sans restriction. En revanche les dégâts constatés sur la voie 1 (Figure 18, en partie 3.1.4) étaient trop conséquents pour permettre immédiatement une remise en état intégrale. Sur cette voie, de premiers travaux ont permis le lendemain la reprise des circulations commerciales à une vitesse maximale de 40 km/h.

Une interruption des circulations de TER était déjà prévue du 10 juillet au 1er septembre 2023 afin de réaliser des travaux sur la ligne. Cette coupure a été mise à profit pour effectuer sur le PN 51 à la fin du mois d'août les travaux nécessaires à une reprise de la circulation normale sur la voie 1.

3.8.2 - Les analyses et actions conduites par SNCF Réseau

La réunion « J+1 »

À l'instigation de la Direction Générale de la Sécurité de SNCF Réseau, une réunion d'analyse de l'accident, dite « J+1 », s'est tenue le 26 juin 2023. La présentation établie par l'Infrapôle Lorraine rapporte notamment les éléments suivants :

- Le convoi semble s'être bloqué sur le PN suite à un frottement, et le conducteur a pu remonter partiellement la remorque avant la collision ;
- Les postes téléphoniques du PN portaient une affiche indiquant qu'ils étaient en dérangement ; toutefois le conducteur du PL ne semble pas avoir tenté de joindre SNCF Réseau pour se signaler ;
- Le transporteur routier convoyant les pales d'éoliennes pour le même chantier s'est coordonné avec SNCF Réseau pour organiser des passages de nuit en présence d'un agent ferroviaire ; en revanche LASO n'a pas pris de contact avec l'Infrapôle ;
- L'enregistrement ATESS du TER ne comporte pas de trace de déclenchement du signal d'alerte lumineux ni d'utilisation du sifflet ;
- Le PN ne figure pas dans la liste des PN à franchissement difficile ; la présentation mentionne le panneau routier A2a (Cassis ou dos d'âne) complété par le panonceau « Véhicules surbaissés attention », et explique sa présence par le souhait du gestionnaire routier de *« maintenir ce panneau » « compte tenu de la route sinueuse et quelques petites traces sur la route »* ;
- Le diagnostic du PN mentionne en commentaire, pour les deux sens de circulation, *« Profil difficile, véhicule frottant en sortie pour les grands gabarits »* et *« Mauvaise perception du changement brusque du dévers »* ;
- Les visites périodiques de maintenance et le diagnostic du PN sont à jour.

SNCF Réseau n'ayant pas accès à l'enquête judiciaire, les causes supposées de l'accident sont les suivantes :

- *« Non respect de la réglementation pour les transports exceptionnels par l'entreprise LASO »* [NB : la présentation ne précise pas quelle exigence réglementaire n'aurait pas été respectée] ;

- *« Mauvaise analyse du conducteur et voiture pilote qui pensent pouvoir passer sans relever la remorque »* ;
- *« Remorque bloquée sur l'enrobé »* ;
- *« Utilisation des vérins pour relever la remorque sans utilisation des téléphones de PN »*.

L'analyse se conclut par les propositions d'actions suivantes :

1. Proposer au gestionnaire de voirie un nouveau diagnostic PN très rapidement ;
2. Demande de relevé Tipules à réaliser pour avoir la traçabilité du profil en long ;
3. Retour d'expérience sur les procédures TE.

Les enquêteurs du BEA-TT observent que l'analyse :

- ne mentionne pas l'absence de mise en œuvre de la couverture d'obstacle[27] par le conducteur du TER ;
- n'interroge pas l'absence de déclenchement du signal d'alerte lumineux et d'utilisation du sifflet par le conducteur ;
- n'interroge pas l'absence d'inscription du PN dans la liste des PN présentant des difficultés de franchissement, malgré la signalisation routière et les mentions portées sur le diagnostic ;
- ne recherche pas depuis quand et pour quelle raison les postes téléphoniques sont en dérangement.

Le rapport d'analyse causale

Ce rapport a été établi le 5 juillet 2023 par le département Performance Sécurité Veille Animation de la Direction Générale Opérations et Production de SNCF Réseau. Il répond à une exigence du décret 2019-525 du 27 mai 2019 modifié[28]. Outre ses destinataires internes, il est adressé à l'Établissement Public de Sécurité Ferroviaire (EPSF) ainsi qu'au BEA-TT, afin de les informer sur les circonstances, les conséquences et les causes directes et indirectes d'un évènement de sécurité. Ce document mentionne notamment les éléments suivants :

- Des affiches apposées sur les postes téléphoniques du PN indiquent qu'ils sont en dérangement ;
- Le Service chargé de la Gestion des Circulations n'a reçu aucune alerte avant la collision ;
- Le Signal d'Alerte Lumineux du train n'a pas été enclenché ;
- L'enregistrement ATESS ne comporte pas de trace d'usage de l'avertisseur sonore entre l'action sur le BP URG et l'arrêt du train ;
- Les délais de maintenance (visites préventives) et de diagnostic sont respectés ;
- *« Le profil du PN 51 est difficile. Pour les grands gabarits, il y a risque de frottement en sortie et le changement brusque du dévers n'est pas perceptible. Le PN 51 ne figure cependant pas dans la liste des PN à franchissement difficile. Compte tenu de la route*

27 La couverture d'un obstacle consiste à se porter au-devant d'un train attendu afin de présenter un signal d'arrêt à main (par exemple une torche à flamme rouge) appuyé si possible par trois pétards répartis sur les deux files de rails, à une distance telle que le train le plus rapide puisse s'arrêter avant d'atteindre l'obstacle ou le point dangereux. Cette distance est appelée « distance de couverture des obstacles » (DCO).

28 Décret n° 2019-525 du 27 mai 2019 relatif à la sécurité et à l'interopérabilité du système ferroviaire et modifiant ou abrogeant certaines dispositions réglementaires.

sinueuse, le gestionnaire de voirie a souhaité maintenir en signalisation avancée de part et d'autre du PN, le panneau A2 "Véhicules Surbaissés Attention" » ;

- Le rapport rappelle les obligations de vérifications auxquelles est soumis le transporteur et signale que *« L'entreprise LASO France n'a transmis aucune demande à l'exploitant ferroviaire pour fixer les modalités de franchissement du PN 51 »* ;
- Selon les éléments recueillis, l'hypothèse retenue est que *« le convoi exceptionnel s'est immobilisé sur le PN 51 à la suite du frottement d'une partie de la remorque routière sur la chaussée […] au moment où le train n° 894627 est à l'approche et que le PN se ferme »*.

Le rapport conclut :

« Compte tenu des éléments recueillis, le département Performance Sécurité Veille Animation de la DGOP conclut que la collision au PN 51 entre le train n°894627 (EF SNCF VOYAGEURS) et une remorque de transport exceptionnel routier résulte de l'immobilisation inopinée du véhicule routier sur la traversée du PN.

L'arrêté n° 7623T000505 en date du 15/06/2023 portant autorisation individuelle d'effectuer un transport exceptionnel et précisant les modalités du franchissement des voies ferrées n'a pas été respecté par le transporteur. »

Les enquêteurs du BEA-TT observent que ce rapport présente les mêmes lacunes que l'analyse « J+1 » quant à l'absence de mise en œuvre de la couverture d'obstacle par le conducteur du TER, à l'absence de déclenchement du SAL et du sifflet, à l'absence d'inscription du PN dans la liste des PN présentant des difficultés de franchissement, et au dérangement des postes téléphoniques.

La réunion « J+30 »

Une réunion dite « J+30 », tenue le 6 novembre 2023, a fait le point des actions décidées lors de la réunion « J+1 ». L'Infrapôle Lorraine a complété la présentation précédente par les éléments suivants :

- Un nouveau diagnostic du PN (mesure n° 1) a été réalisé le 25 juillet 2023 ;
- Un relevé topographique (mesure n° 2) a été effectué le 21 juillet, et une simulation sur l'application TIPULES a suivi le même jour. Cette simulation a conclu que le PN est *« inapte au franchissement par des véhicules surbaissés »*[29] ;
- Le retour d'expérience sur les procédures TE (mesure n° 3) est en cours, son échéance n'est pas précisée.

La présentation mentionne également la recommandation immédiate adressée par le BEA-TT le 17 août 2023, mais ne précise pas quelles suites y ont été données. Aucune action complémentaire n'a été ajoutée à celles adoptées lors de la réunion « J+1 ».

Interrogé par le BEA-TT en juin 2024, SNCF Réseau n'a pas été en mesure de lui communiquer l'état d'avancement du retour d'expérience sur les procédures TE.

Les suites données à la recommandation immédiate du BEA-TT

Pour mémoire, suite à la recommandation immédiate adressée par le BEA-TT le 17 août 2023 (cf. partie 3.7.1), SNCF Réseau a adressé à la préfecture des Vosges le 21 août 2023 une mise à jour de la liste des PN à franchissement difficile comportant le PN 51.

29 L'existence de ces simulations et leur conclusion n'ont été portées à la connaissance des enquêteurs du BEA-TT qu'en juin 2024.

3.8.3 - Le nouveau diagnostic de sécurité routière du PN 51

Un nouveau diagnostic de sécurité routière du PN a été établi le 25 juillet 2023 conjointement par le conseil départemental des Vosges et SNCF Réseau. Le document de diagnostic, établi selon un nouveau format[30] publié en 2021, est reproduit en annexe 5 du présent rapport.

On peut notamment relever dans la grille d'analyse que :

- La rubrique *« Géométrie - I1 : Les caractéristiques géométriques du passage à niveau permettent un bon franchissement pour tous les types de véhicules »* est renseignée *« Oui »* dans les deux sens de circulation.
- La rubrique *« Géométrie - I2 : Le passage à niveau est suffisamment éloigné de tout point singulier (carrefour, tourne à gauche, virage serré, rétrécissement de chaussée, etc.) »* est renseignée *« Non »* dans les deux sens de circulation, avec le commentaire suivant : *« Présence d'un virage à proximité immédiate du PN. Les profils en long et en travers imposés par le PN ne sont pas en cohérence avec le virage »*. Une piste d'action est prévue : *« Renforcement de la signalisation du virage avec la mise en place de balises J4 trichevrons »*.
- La rubrique *« Visibilité – II1 : La visibilité en approche sur le PN est correcte : à la vitesse réglementaire, la distance de visibilité sur le feu de droite ou la Croix de St André est supérieure à la distance d'arrêt »* est renseignée *« Oui »* dans les deux sens de circulation, avec le commentaire *« Elagage des arbres à prévoir à proximité du PN pour augmenter la perception de loin »*, également reproduit en colonne *« Pistes d'actions »*.
- Enfin, la rubrique *« Lisibilité – III1 : Le type et le mode d'exploitation de la route sont compatibles avec une bonne perception du passage à niveau pour l'usager (pas d'effet de surprise) »* est renseignée *« Oui »* dans les deux sens de circulation, avec le commentaire *« Les Profils en long et en travers à proximité du PN peuvent surprendre »*.

Le conseil départemental des Vosges a confirmé ultérieurement que les deux actions prévues dans ce diagnostic, le renforcement de la signalisation du virage au moyen de balises J4 trichevrons ainsi que l'élagage des arbres à proximité du PN, avaient été mises en œuvre (voir notamment pour les balises la figure 5 en partie 2.4.3).

Les enquêteurs du BEA-TT s'étonnent de lire que selon les auteurs du diagnostic, les caractéristiques géométriques du passage à niveau permettraient un bon franchissement pour tous les types de véhicules. Ils relèvent également certaines erreurs en partie « Description du passage à niveau » :

- La ligne *«* [Passages de] *Bus, autocars »* est renseignée *« Non »*, alors qu'au moins une ligne de transport scolaire emprunte le PN (partie 2.3) ;
- Le nombre de trains moyen par jour est renseigné égal à 4, alors qu'il est de 8 les jours de semaine (partie 2.2) ;
- La vitesse limite de la ligne ferroviaire au PN est renseignée à 100 km/h, alors qu'elle est égale à 130 km/h dans le sens 1 et à 110 km/h dans le sens 2 (partie 2.2) ;
- La ligne « Profil difficile » est renseignée « Non » ; à noter toutefois que l'intitulé est ambigu, puisqu'il peut être compris comme signifiant soit « Le PN présente un profil difficile », soit « Le PN est inscrit dans la liste des PN à franchissement difficile ».

30 La grille de diagnostic est téléchargeable à l'adresse : https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/passages-niveau

À noter enfin qu'en novembre 2024, le document de diagnostic n'était pas répertorié sur le site internet « Diagnostics des passages à niveau »[31] mis en place par le Cerema en application de l'article R. 1614-5 du Code des transports.

3.8.4 - L'analyse et les actions conduites par SNCF Voyageurs

Le retour d'expérience (version d'août 2023)

Le Directeur de Lignes Franche-Comté de la Direction TER Bourgogne Franche-Comté de SNCF Voyageurs a validé le 21 août 2023 un document de retour d'expérience proposé par le responsable hiérarchique du conducteur impliqué dans l'accident.

Ce document relate la séquence de l'accident pour ce qui concerne la fonction de conduite. Il rapporte notamment que le sifflet et le signal d'alerte lumineux n'ont pas été déclenchés, et explique cette omission par la décision du conducteur de quitter la cabine de conduite devant l'imminence du danger afin de se protéger, d'alerter les voyageurs et l'ASCT de la collision à venir et de leur demander de se réfugier à l'arrière du train.

Selon ce document, le conducteur *« à 19:25 prévient Lure par son téléphone et demande la protection d'obstacle, effectue la même demande à Aillevillers à 19:26. Aillevillers assure la protection du PN 51. L'information est reconfirmée par le COGC de Nancy à 19:32. »*

L'analyse de l'événement conclut :

« L'observation au plus tôt de l'obstacle, avant même de voir le PN51 engagé par un convoi exceptionnel et la gestuelle adaptée d'arrêt d'urgence a permis de limiter la vitesse du choc à 23 km/h. Avec le ressenti de l'importance de l'évènement, la compréhension du danger, l'ADC a quitté la cabine occultant [le coup] *de sifflet et* [le] *SAL/SAR (ligne non équipée radio). Le sifflet comme le SAL/SAR ne permettaient pas de solutionner la situation mais ces actions sont prescrites.*

Malgré ses blessures lors du choc, il a demandé par téléphone la protection du PN 51 dans les 2 sens de circulation à l'AC de Aillevillers. L'AC a exécuté cette protection. Le COGC de NANCY a confirmé cette protection 5 min après la demande. »

Le rapport se termine par la proposition d'amélioration suivante :

« Garantir une gestuelle adaptée et exhaustive pour tous les agents de conduite lors d'une situation d'urgence. Assurer pour cela des entraînements aux simulateurs afin de rendre la gestuelle automatique et sensibiliser les agents sur les risques de freinages tardifs (observation en courbe) (choix du moment pour effectuer une autre action, en ligne droite) »

Au cours des échanges avec les représentants de SNCF Voyageurs, les enquêteurs du BEA-TT ont été informés qu'une première version de ce document avait été soumise pour validation à l'expert régional traction, que celui-ci avait refusé la validation en interrogeant notamment la mise en œuvre d'une couverture d'obstacle par le conducteur, et que la version finale du document avait été validée sans pour autant avoir apporté de réponse à cette interrogation. Ce point sera abordé en partie 5.

Il convient de rappeler que contrairement à ce qui est rapporté dans ce document, le conducteur du TER n'a pas reçu d'assurance formelle de la mise en œuvre de la protection d'obstacle par l'AC d'Aillevillers lors de leur échange téléphonique (cf. partie 3.4.5). Les enquêteurs du BEA-TT considèrent par conséquent que le

31 https://diagnostic-pn.cerema.fr/

document de retour d'expérience aurait dû évoquer l'absence de mesure prise par le conducteur pour la couverture d'obstacle et étudier des pistes d'amélioration sur ce sujet.

Les suites données au retour d'expérience d'août 2023

Une présentation du retour d'expérience de l'accident a été effectuée lors des sessions de formation continue destinées aux conducteurs TER de Franche-Comté à l'automne 2023. Elle a été accompagnée d'un rappel des procédures à mettre en œuvre en cas de présence d'un obstacle et de travaux pratiques (manipulation de torches et de la barre de court circuit, pose de pétards).

En parallèle, le responsable hiérarchique du conducteur impliqué a instauré dans son unité une règle selon laquelle, si un conducteur a demandé la mise en place de mesures de protection d'obstacle, et s'il ne reçoit pas dans un délai d'une minute la confirmation que la protection est effective, alors il doit partir avec les agrès pour assurer la couverture d'obstacle.

Les enquêteurs du BEA-TT soulignent que cette consigne est contraire aux règles nationales de sécurité en vigueur, qui prescrivent qu'en l'absence d'assurance quant à la mise en place de la protection d'obstacle, le départ de l'agent doit être immédiat.

Les actions ayant fait suite aux échanges avec le BEA-TT

Les enquêteurs du BEA-TT ont échangé avec la Direction TER Bourgogne Franche-Comté à propos de leurs analyses respectives de l'accident. La Direction TER a ensuite engagé de nouvelles actions :

- La Direction de la Sécurité de TER BFC a décidé d'évaluer le niveau de connaissance de l'ensemble des conducteurs de la direction régionale quant à l'utilisation du GSM-GFU. En fonction des conclusions, des actions de formation pourraient ensuite être mises en place.
- Le Directeur de Lignes Franche-Comté a invalidé la consigne dérogatoire relative à la « minute d'attente » instaurée par le responsable hiérarchique du conducteur impliqué.
- Le Directeur de Lignes Franche-Comté a réexaminé les conditions dans lesquelles le document de retour d'expérience avait été instruit et a reconnu avoir validé trop rapidement la deuxième version qui lui a été soumise, sans porter une attention suffisante à la bonne prise en compte des interrogations de l'expert régional traction. Ce document a été repris en juin 2024.

La nouvelle version du retour d'expérience (juin 2024)

Cette nouvelle version complète l'analyse avec notamment les ajouts suivants :

- Après la collision, le conducteur *« a récupéré son téléphone dans la cabine et est sorti du mode GSM/GFU pour demander la protection du PN 51 à l'AC de Lure car le numéro d'Aillevillers n'apparaissait pas dans le répertoire GSM/GFU. »*
- L'AC d'Aillevillers *« n'a pas donné clairement l'assurance de la protection. »*
- Le conducteur *« n'a pas pris les mesures de couverture d'obstacle alors qu'il n'avait pas l'assurance de la protection. »*

De nouvelles améliorations sont proposées :

- *« Garantir une gestuelle adaptée et exhaustive pour tous les agents de conduite lors d'une situation d'urgence. Assurer pour cela des entraînements au simulateur en journées de formation continue 2024 afin de concourir à rendre la gestuelle d'urgence automatique et à améliorer la gestion des priorités. »*

- *« Disposer sur la ligne concernée des numéros de téléphone des AC/COGC via le répertoire de GSM/GFU. »*
- *« Transmission du REX aux autres directeurs de lignes. Utilisation du REX pour exposer les risques inhérents à la non-exécution systématique des mesures d'urgence prescrites, ainsi qu'à la non-confirmation d'une protection sans assurer la couverture de l'obstacle. »*

3.8.5 - L'analyse et les actions conduites par LASO

Suite à l'accident l'entreprise LASO a pris rapidement les mesures suivantes :

- Une alerte a été transmise à tous les opérateurs (conducteurs, accompagnateurs, etc.) à propos de l'accident, soulignant la nécessité d'analyser de manière critique des situations similaires.
- Le franchissement du PN par les convois suivants a été coordonné avec SNCF Réseau et s'est opéré de nuit, entre 23 h 00 et 0 h 00 et en présence d'un agent ferroviaire.
- Des instructions ont été adressées aux conducteurs pour qu'ils relèvent systématiquement les suspensions de leur remorque au maximum avant tout franchissement de passage à niveau.
- L'étude d'itinéraire spécifique au convoi accidenté a été amendée.
- La formation interne dispensée aux nouveaux arrivants a été ajustée avec des informations sur cet accident et une sensibilisation accrue sur la nécessité de prendre le temps de lire ou relire l'étude d'itinéraire.

Une analyse interne de l'accident a également été conduite avec la participation du siège portugais. En l'absence d'accès à d'autres sources, et notamment à l'enquête judiciaire, elle repose essentiellement sur les déclarations internes du conducteur et des accompagnateurs.

Le document de restitution de cette analyse, daté du 19 juillet 2023, décrit l'événement comme suit :

- La hauteur de la remorque lors du trajet d'approche était de l'ordre de 850 à 900 mm ; à proximité du passage à niveau, elle a été portée à 1000 mm.
- La voiture pilote s'est arrêtée 50 m en aval du PN, dans le virage, pour arrêter les véhicules circulant dans l'autre sens.
- L'accompagnateur arrière a informé le conducteur du PL que le premier essieu de la remorque s'était bloqué et qu'il devait remonter les suspensions pour franchir le dos d'âne.
- Le conducteur du PL est sorti de sa cabine pour remonter les suspensions, lorsque les barrières ont commencé à se baisser. Il est remonté dans sa cabine et a tenté de débloquer l'ensemble routier en marche arrière puis en marche avant. Réalisant qu'il ne pouvait éviter la collision, il a quitté le véhicule en urgence.

Le document apporte également les éléments de contexte suivants :

- L'arrêté d'autorisation de circulation comporte des clauses générales relatives aux PN mais ne mentionne aucune exigence spécifique à ce PN.
- Les postes téléphoniques du PN sont hors service, ceci avait déjà été relevé lors de la visite de l'itinéraire le 27 avril 2023. *« Un numéro de téléphone est fourni pour joindre la gare la plus proche, qui contacte ensuite le conducteur du train, ce n'est pas un numéro d'urgence »*.
- *« Les barrières du PN n'ont pas de système d'alerte »*.

- Le temps écoulé entre l'arrêt du véhicule et l'accident est de 1 min à 1 min 30, selon les données GPS.

L'analyse conclut :

« Nous avons vérifié les informations avec le conducteur et aussi avec les données GPS, que sur le plan opérationnel, le conducteur a fait les ajustements nécessaires pour traverser les points identifiés dans l'étude d'itinéraire. Ces ajustements sont également effectués chaque fois que cela est nécessaire, sur les points critiques, comme c'est le cas du passage à niveau. Ces ajustements sont parfois nécessaires pendant le service. Nous avons vérifié que l'autorisation de circulation contient des informations génériques, et aucun avertissement ou information spécifique pour ce passage à niveau. Le passage à niveau n'a pas de système d'alarme et/ou d'avertissement. Même le bouton de contact était hors service depuis la visite d'itinéraire, indiquant, comme alternative, un numéro de téléphone. Sur le plan organisationnel, nous devrons vérifier chaque passage à niveau, quelle que soit l'heure définie pour la traversée et nous assurer que le gestionnaire des trains est au courant de la typologie du convoi, et qu'une fenêtre temporelle est définie pour la traversée de notre convoi en toute sécurité. »

Le plan d'action résultant de cette analyse comprend les mesures listées en tête de la présente partie, dont certaines avaient déjà été mises en œuvre dans les jours ayant suivi l'accident.

Les enquêteurs du BEA-TT observent que :

- les relevés de vitesse du chronotachygraphe du PL ne montrent aucun arrêt entre la sortie de la RN57 et le blocage sur le PN ; un relèvement des suspensions de la remorque *« à proximité du passage à niveau »* n'est donc pas plausible, car cette opération ne peut être réalisée qu'à l'arrêt ;
- le numéro de téléphone indiqué sur les affiches signalant le dérangement est bien un numéro d'urgence ;
- l'analyse ne rapporte pas de tentative d'appel du numéro de remplacement par le conducteur ou les accompagnateurs ;
- l'analyse ne mentionne pas l'existence du panneau routier « Véhicules surbaissés attention » ni l'avertissement émis par radio par le conducteur de la voiture pilote à l'approche du PN ;
- l'analyse ne met pas en évidence de déficience de l'étude d'itinéraire.

3.8.6 - Les actions conduites par Vestas

Vestas n'a pas conduit d'analyse interne de l'accident, mais la société a suivi ce qui a été fait par LASO en lui portant ses propres demandes, notamment :

- un rappel aux conducteurs de la nécessité de vigilance aux PN ;
- un accent mis sur le sujet « PN, dos d'âne » dans les formations des nouveaux arrivants ;
- une évolution de l'évaluation du risque lié aux dos d'ânes dans les études d'itinéraires.

En sus de la documentation technique, Vestas envoie régulièrement à ses partenaires au plan mondial des notifications de sécurité suite à la survenue d'accidents, notamment en phase de construction et d'exploitation des parcs éoliens. Le 14 novembre 2023, une notification de sécurité relative au franchissement des passages à niveau a été diffusée, demandant aux transporteurs :

- d'éviter le plus possible la traversée de passages à niveau dans leurs itinéraires de livraison ;

- dans les cas où une telle traversée ne peut être évitée, de s'assurer qu'une évaluation des risques est réalisée par une personne compétente et qu'un plan de franchissement de la voie ferrée est en place ;
- de s'assurer que les passages à niveau sont sûrs et que l'état de la surface de la route est uniforme afin d'éviter tout risque que les pneus, la remorque ou le tracteur se bloquent dans la voie ferrée ;
- de vérifier que les réglementations spécifiques au pays sont respectées ;
- d'harmoniser et de coordonner tous les plans de franchissement de voies ferrées avec les gestionnaires ferroviaires.

3.8.7 - Les convois suivants

Le passage sur le PN n° 51 des convois de LASO transportant les sections de mâts a pu reprendre une semaine après l'accident, après définition avec SNCF Réseau de modalités de franchissement de nuit en présence d'agents ferroviaires. Les 24 convois transportant les sections ont utilisé des remorques similaires à celle impliquée dans l'accident et ont franchi le PN sans difficulté particulière. Ils ont pu livrer le chantier entre le 27 juin et le 28 juillet, avec seulement quelques jours de retard par rapport au planning antérieur. Vestas a pu faire acheminer le 18 juillet à Rouen une section en remplacement de celle impliquée dans l'accident, qui a ensuite été livrée sur le chantier le 26 juillet.

Les autres composants, en provenance du port d'Anvers, ont été livrés sur le chantier du 20 juin au 6 juillet pour les nacelles (6 convois) et les moyeux (6 convois), et du 16 juin au 21 juillet pour les pales (6 ensembles de 3 pales, dont le premier a été livré avant l'accident).

3.8.8 - Les actions de la préfecture des Vosges

Dès le 20 juin, le PN n° 51 a été identifié par le service instructeur comme un point particulier nécessitant une consultation systématique de SNCF Réseau par les pétitionnaires. Les prescriptions afférentes au PN ont été mises en ligne sur l'application TENet afin d'informer les transporteurs des difficultés de franchissement pour les véhicules présentant une faible garde au sol.

Le 24 juillet 2023, la préfète a adressé à SNCF Réseau un courrier demandant officiellement la liste des points particuliers nécessitant une consultation. Comme évoqué plus haut, une première version intégrant le PN 51 lui a été adressée le 21 août 2023 ; une actualisation, intégrant 19 PN supplémentaires, lui a été adressée le 26 septembre 2023 ; enfin, une nouvelle actualisation lui a été adressée le 5 mars 2024.

Le 28 novembre 2023, la préfecture a organisé une réunion de retour d'expérience rassemblant le SDIS, la Gendarmerie, les maires des deux communes de Trémonzey et Le Clerjus, SNCF Réseau, le conseil départemental et la Direction Départementale des Territoires (DDT). Aucun défaut conséquent n'a été mis en évidence quant à l'intervention des secours et au traitement de l'accident. Le relevé de décisions de cette réunion mentionne trois actions restant à finaliser :

- l'identification par la SNCF de prescriptions/instructions concernant les nouveaux passages à niveau [identifiés comme présentant des difficultés de franchissement] ;
- la mise à jour de la carte des PN à franchissement difficile sur le site Géoportail[32] ;

32 Toutefois cette mise à jour ne relève pas de la compétence de chaque préfecture. Par ailleurs la carte du site Géoportail ne représente qu'une partie des PN présentant des difficultés de franchissement (voir la partie 5.2.4).

- l’engagement d’un travail entre la DDT et la SNCF sur la clarté des avis rendus lors de la procédure d’autorisation de transport exceptionnel.

Une réunion technique visant à améliorer la coordination entre le service instructeur et SNCF Réseau s’est tenue en décembre 2023. À cette occasion, la DDT a demandé que la liste des PN particuliers présentant des difficultés de franchissement en raison du profil en long soit complétée par une liste des PN électrifiés (du fait des contraintes sur la hauteur des convois) ainsi qu’une liste des PN en aval desquels un arrêt du convoi est obligatoire (feux, perte de priorité, etc.) à faible distance, risquant de ne pas permettre un dégagement rapide du PN (du fait des contraintes de durée de franchissement).

4 - Analyse du déroulement de l’accident et des secours

4.1 - La situation avant l’accident

Le convoi routier exceptionnel, composé d’un tracteur routier et d’une semi-remorque surbaissée, transporte une section de mât d’éolienne en acier depuis le port de Rouen Grand-Couronne jusqu’au chantier de parc éolien de Gruey-lès-Surance (Vosges). Accompagné par deux véhicules légers de protection, il est parti de Rouen le jeudi 15 juin 2023 en début d’après-midi.

Le transport a pris plusieurs jours de retard par rapport au planning initial, du fait de l’arrivée tardive du colis au port de Rouen puis d’un large détour effectué par le convoi pour éviter une zone de travaux routiers sur l’itinéraire prévu, et enfin de l’indisponibilité de services locaux de police indispensables pour la traversée d’une agglomération par le convoi. Son arrivée prévue sur le chantier a ainsi été reportée successivement du samedi 17 juin à midi au lundi 19 juin à midi, puis au lundi soir.

Le lundi 19 juin 2023, le convoi quitte peu après 8 h 00 son lieu de stationnement proche de Châlons-en-Champagne et suit l’itinéraire prescrit dans son arrêté d’autorisation via Bar-sur-Aube et Chaumont. Il effectue plusieurs arrêts au cours de la journée, le dernier de l’ordre d’une heure et demie afin de s’assurer que les ponts franchissant la RN 57 laissent une hauteur sous ouvrage suffisante pour permettre son passage. Il en repart vers 17 h 30 après avoir réglé les suspensions de la remorque en position relativement basse.

Le convoi sort de la RN 57 à Fougerolles-Saint-Valbert (Haute-Saône), à 18 h 52. Le chauffeur du PL relève les suspensions de la remorque en position « réglage de route » pour les 35 derniers kilomètres de son trajet. Sur la RD 64 en Haute-Saône il franchit notamment à faible vitesse, dans cette configuration, un passage supérieur qui selon l’étude d’itinéraire ne présente une hauteur libre sous ouvrage que de 4,84 m.

Le conducteur du TER a pris son service à Belfort vers 16 h 45 et a assuré une première mission de Belfort à Épinal. Il est reparti de la gare d’Épinal à 18 h 58 avec le même autorail, assisté d’un contrôleur, et a effectué deux arrêts dans les gares de Xertigny puis de Bains-les-Bains, dont il est reparti à 19 h 18 avec neuf voyageurs à son bord.

En cette soirée de juin, le temps est sec et la température aux abords du PN n° 51 est de l’ordre de 25 à 28 °C.

4.2 - Le déroulement de l’accident

Le convoi routier arrive aux abords du PN n° 51 à 19 h 20. Le conducteur de la voiture pilote remarque le panneau signalant le dos d’âne sur le PN et annonce par radio au conducteur du PL « attention passage à niveau difficile à franchir ». Il positionne ensuite son véhicule à la sortie du virage qui suit le PN afin de stopper la circulation venant en sens inverse et faciliter la manœuvre du PL.

Le conducteur du PL tente de franchir le dos d’âne à vitesse réduite mais la semi-remorque se bloque au niveau de son premier essieu, avant le sommet du dos d’âne. La partie avant de la semi-remorque ainsi que la partie arrière du tracteur occupent alors la plate-forme ferroviaire. Le conducteur descend de son véhicule pour actionner brièvement les commandes de relèvement des suspensions de la remorque puis remonte dans sa cabine, enclenche la marche arrière mais ne réussit pas à démarrer. Il tente alors un démarrage en marche avant, sans plus de succès.

Il redescend pour lever encore les suspensions, et c'est pendant cette opération que les sonneries du passage à niveau se déclenchent, annonçant la fermeture du PN et l'arrivée imminente d'un train, puis que les demi-barrières s'abaissent sur l'ensemble routier. Il remonte en urgence dans sa cabine, tente un nouveau démarrage en marche avant, sans plus de succès.

En sortie d'une courbe à environ 400 m du PN, le conducteur du train perçoit la masse grise de la section de mât d'éolienne qu'il interprète immédiatement comme un obstacle potentiel. Il déclenche le freinage d'urgence et quitte sa cabine de conduite en criant à deux reprises aux voyageurs de partir à l'arrière du train.

Voyant arriver le train, le conducteur du PL saute du camion et atterrit dans un petit fossé. Le conducteur de la voiture de protection arrière, qui s'était arrêté à proximité de la semi-remorque, recule son véhicule.

Les passagers du train assis à l'avant ou au milieu se lèvent pour rejoindre l'arrière. La collision les projette violemment au sol ou contre les sièges, de même que le conducteur et le contrôleur. Les passagers assis au fond du train n'ont pas le temps de réaliser ce qui se passe et sont projetés sur les sièges opposés lors du choc. La cloison vitrée séparant la cabine de conduite du compartiment voyageurs se brise et la barre de court-circuit équipant la cabine de conduite se détache de son support et atterrit en travers du siège du conducteur. Sept passagers, le conducteur et le contrôleur sont blessés.

Le train pousse l'avant de la semi-remorque sur quelques mètres, mettant ainsi l'ensemble routier en portefeuille ; le tracteur heurte et endommage le mécanisme de la demi-barrière, et brise celle-ci. La collision éjecte la section de mât d'éolienne en rompant presque tous ses dispositifs d'arrimage. Lors de son éjection, la section touche et endommage l'aile avant droite du véhicule de protection arrière en cours de manœuvre.

4.3 - L'alerte et l'organisation des secours

Des passagers appellent les secours, le premier appel est reçu par le standard du SDIS à 19 h 22.

Le conducteur du train retourne dans sa cabine de conduite pour stopper les moteurs diesel et récupère son téléphone professionnel, tombé du pupitre mais en état de marche. Craignant de ne pas réussir à capter le réseau mobile s'il reste en mode GSM-GFU, il désactive cette fonctionnalité pour passer par les réseaux mobiles publics.

Il appelle l'agent circulation de la gare de Lure, dont il a le numéro en historique d'appel, pour qu'il lui donne le numéro de téléphone de l'AC de la gare d'Aillevillers. Il appelle ensuite ce dernier pour qu'il arrête les circulations sur la ligne dans le sens 2. L'AC ne confirme pas au conducteur, avant la fin de leur conversation téléphonique, que les mesures de protection d'obstacle sont prises. Immédiatement après cette conversation, l'AC met en œuvre la protection mais ne recontacte pas le conducteur pour confirmer la protection d'obstacle. Pour autant, le conducteur du train ne part pas assurer la couverture d'obstacle.

Le contrôleur du train appelle l'AC de la gare d'Épinal pour lui signaler l'accident. Celui-ci retransmet ensuite l'information au COGC de Lorraine.

L'un des passagers pense voir de la fumée à l'avant du train. Tous les passagers l'évacuent par la porte située du côté entrevoies, à l'arrière droit du train dans le sens de la marche, et se mettent en sécurité au bord de la route. Des voyageurs portent le contrôleur, blessé à la cheville.

Vers 19 h 35, le CRC de Lorraine confirme au conducteur du train que les circulations ferroviaires sont arrêtées et que son train est protégé.

Les premiers sapeurs-pompiers arrivent sur les lieux à 19 h 39. De nombreux personnels et véhicules seront mobilisés en raison du nombre de victimes à prendre en charge. Un sapeur-pompier accompagne le conducteur du train en cabine afin de couper la batterie du TER.

Le CRC de Lorraine appelle l'AC de la gare d'Aillevillers à deux reprises sans obtenir de réponse. Il ne parvient à le joindre que par un autre numéro de téléphone qu'il a dû demander à l'AC de la gare d'Épinal.

Après échanges avec les deux AC, le CRC de Lorraine adresse à 19 h 56 au CODIS un message lui indiquant que la protection pour intervention des sapeurs-pompiers est assurée.

Le chef d'incident local de l'astreinte SNCF Réseau arrive sur les lieux à 20 h 04 et reprend les mesures de protection à son compte à 20 h 15.

4.4 - Le bilan de l'accident

Les neuf blessés ainsi que le conducteur de l'ensemble routier ont été transportés à l'hôpital dans la soirée, ils ont pu le quitter le lendemain dans la matinée. L'intervention des sapeurs-pompiers s'est terminée à 23 h 18.

L'autorail, endommagé sur sa face avant et au niveau du poste de conduite, a pu néanmoins être rapatrié en gare de Bains-les-Bains en utilisant la cabine de conduite opposée, sans nécessiter de remorquage.

Une grue ainsi qu'un ensemble routier supplémentaire sont arrivés sur site en milieu de nuit pour permettre l'évacuation de la section de mât d'éolienne. Le tracteur et la semi-remorque impliqués dans l'accident ont été conduits, sans le chargement, jusqu'au lieu de remisage situé à une quarantaine de kilomètres du lieu de l'accident.

Le fût, le moteur du mécanisme et la demi-barrière endommagés ont été remplacés dans la nuit. La voie 1, supportant le train accidenté, a pu faire l'objet de premiers travaux permettant la reprise des circulations commerciales le lendemain matin à une vitesse maximale de 40 km/h. La voie 2, non endommagée, a pu être remise en service sans restriction.

5 - Analyse des causes et facteurs associés, orientations préventives

5.1 - Le schéma des causes et des facteurs associés

Les investigations conduites permettent d'établir les trois schémas ci-après, synthétisant le déroulement probable respectivement de l'approche du convoi exceptionnel, de la collision et de ses suites. Les causes et les facteurs associés sont identifiés.

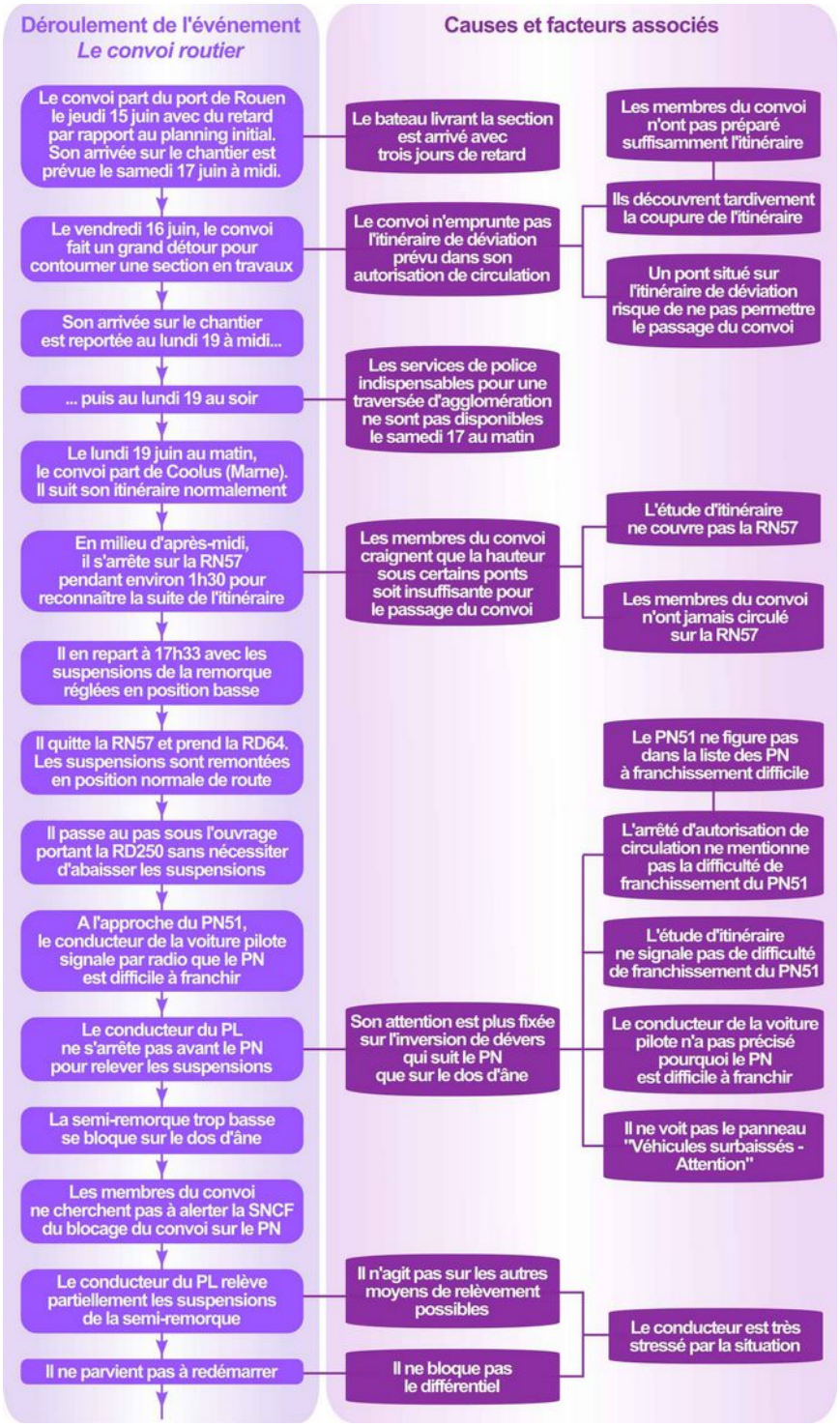

Figure 40 : Schéma des causes et des facteurs associés – L'approche du convoi exceptionnel

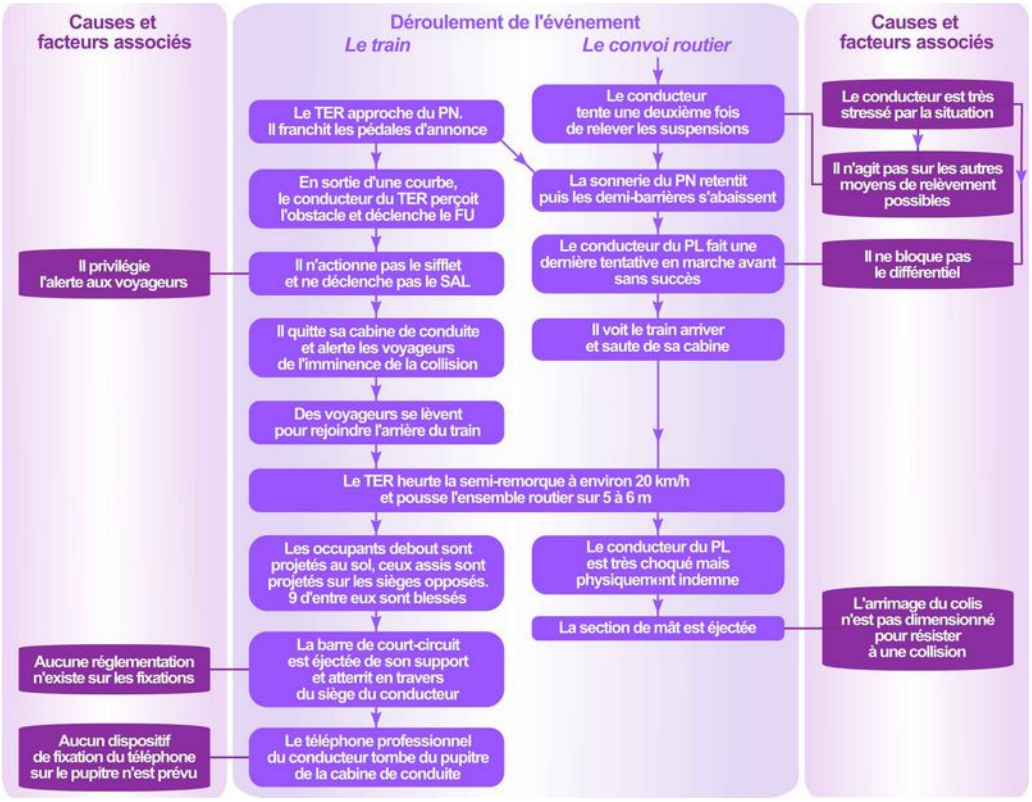

Figure 41 : Schéma des causes et des facteurs associés – La collision

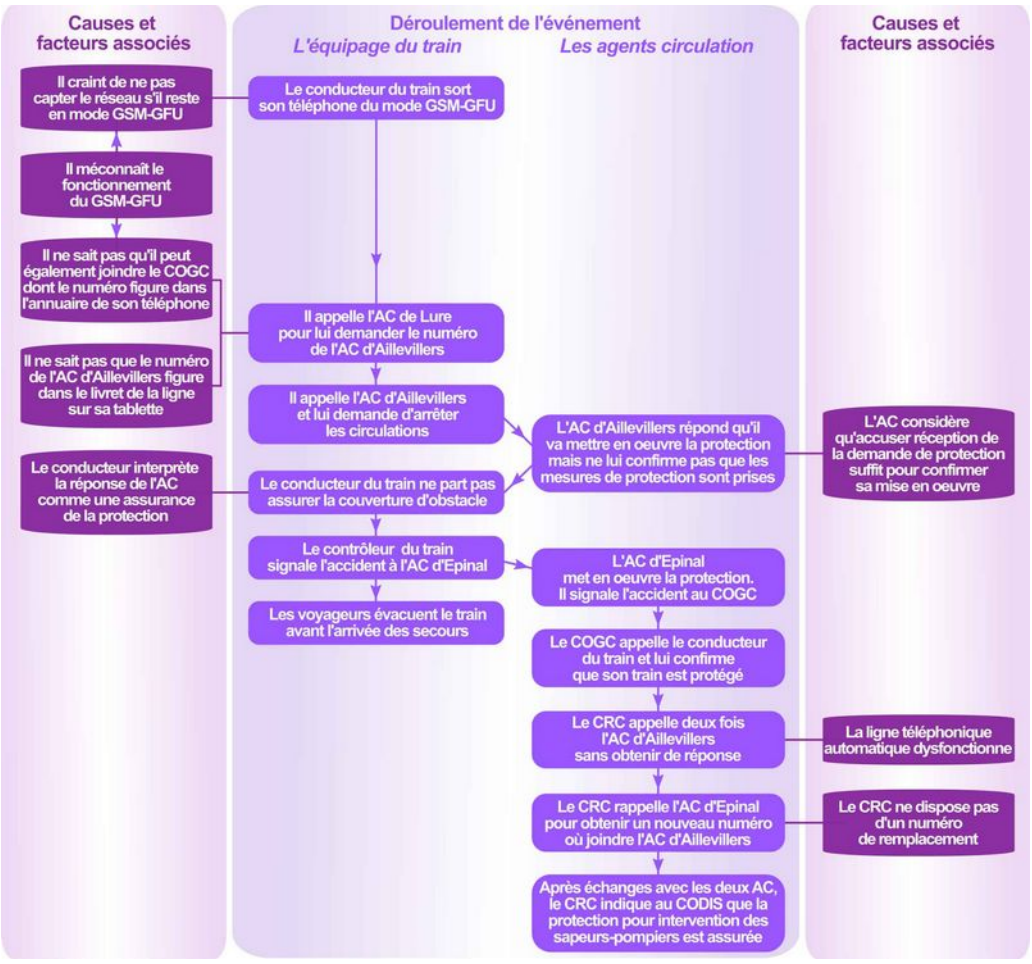

Figure 42 : Schéma des causes et des facteurs associés – Les suites de la collision

La cause directe de l'accident est le blocage de la semi-remorque sur le dos d'âne précédant le passage à niveau, peu de temps avant l'arrivée du train. Ce blocage résulte d'un manque d'attention porté à la sévérité du dos d'âne par le conducteur de l'ensemble routier, du fait :

- de la focalisation de son attention sur l'inversion de dévers qui suit le PN ;
- de l'absence de signalement de la difficulté de franchissement du PN dans l'étude d'itinéraire ;
- de l'absence de mention de cette difficulté de franchissement dans l'arrêté d'autorisation de circulation du convoi.

La vigilance du conducteur du train, qui a rempli son obligation d'observer la voie et ses abords pendant sa conduite et a déclenché le freinage d'urgence dès la détection de l'obstacle, a permis de limiter les conséquences de la collision dont la gravité aurait pu être beaucoup plus élevée en cas de moindre réactivité de sa part, ou par des conditions de moindre visibilité.

L'analyse des causes de l'accident, de son contexte et des suites données par les différents intervenants conduit le BEA-TT à rechercher des orientations préventives dans les domaines suivants :

- l'identification et la gestion des PN présentant des difficultés de franchissement ;
- les diagnostics de sécurité routière des passages à niveau ;
- les délais d'instruction des demandes d'autorisation relatives aux transports exceptionnels ;
- la préparation du trajet du convoi par le transporteur routier ;
- les actions des membres du convoi à l'approche et sur le PN ;
- la fixation des équipements dans la cabine de conduite du train ;
- les actions des conducteurs de trains suite à une collision ;
- les échanges téléphoniques des services en charge de la circulation ferroviaire ;
- la maintenance des téléphones d'alerte équipant les passages à niveau ;
- les modalités d'analyse de l'accident au sein de la SNCF.

5.2 - L'identification et la gestion des PN présentant des difficultés de franchissement

Le PN n° 51 présente un profil en long plus contraignant que les profils types de l'arrêté du 4 mai 2006 modifié relatif aux transports exceptionnels. Pour autant il ne figurait pas, à la date de l'accident, dans la liste des PN présentant des difficultés de franchissement adressée au service instructeur du département des Vosges. Cette absence a conduit le BEA-TT à adresser à SNCF Réseau la recommandation immédiate détaillée en partie 3.7.1, qui a donné lieu à l'envoi le 21 août 2023 par SNCF Réseau d'une mise à jour de la liste.

Au-delà du cas particulier du PN n° 51, cette omission et le contexte qui l'entoure suggèrent plusieurs pistes de progrès.

5.2.1 - L'existence de relevés topographiques du profil en long des PN

Selon les précisions apportées par SNCF Réseau, la décision antérieure de ne pas inscrire le PN 51 dans la liste des PN présentant des difficultés de franchissement était fondée sur un « relevé à la corde » (cf. partie 3.7.1). Cette procédure de relevé n'est pas

définie dans un document technique et ses résultats ne sont pas conservés, ce qui soulève des interrogations sur la rigueur de la démarche. À la date de l'accident, SNCF Réseau ne disposait pas d'un relevé topographique du profil en long de la RD 164 au droit du PN.

Une analyse interne de SNCF Réseau a conduit l'entreprise à estimer que le cas du PN 51 n'était pas isolé et à engager des actions destinées à combler les lacunes en matière de relevés de profil en long des PN. Il a ainsi été demandé aux Établissements Infrapôles de vérifier, lors des visites annuelles des PN conduites par les dirigeants locaux, la présence dans le dossier du PN d'un relevé de profil routier ainsi que son actualité, notamment sa bonne mise à jour après travaux, et de planifier dans le cas contraire une action corrective. Cette consigne aurait été transmise officieusement début 2024 mais n'a pas fait l'objet à notre connaissance d'un envoi formalisé à ce jour.

Le BEA-TT invite SNCF Réseau à officialiser les consignes de vérification de l'existence de relevés topographiques sur chaque PN, à mettre en place les conditions permettant de réaliser les relevés complémentaires nécessaires, et à compléter le dispositif par un rappel aux Infrapôles de la nécessaire traçabilité des relevés topographiques.

5.2.2 - Le principe de vérification du critère de difficulté de franchissement d'un PN

L'article 12 de l'arrêté du 4 mai 2006 définit trois profils types et dispose que le transporteur routier doit s'assurer que la garde au sol de son convoi est suffisante pour lui permettre de franchir ces trois profils. *« Lorsque le convoi répond à ces conditions, seuls les passages à niveau signalés sur l'application informatique dédiée aux itinéraires de transports exceptionnels et aux prescriptions comme présentant des difficultés de franchissement doivent faire l'objet d'un examen particulier par le transporteur. »*

L'arrêté ne fournit aucune définition précise d'un passage à niveau présentant des difficultés de franchissement. Seule la formulation rappelée ci-dessus peut être exploitée ; elle conduit à considérer implicitement qu'un PN présentant des difficultés de franchissement est un PN qu'un convoi capable de franchir les trois profils-types ne serait pas pour autant assuré de pouvoir franchir. C'est donc un PN présentant des dénivellations plus fortes que les trois profils types.

En pratique, pour vérifier si un PN doit être considéré à franchissement difficile, SNCF Réseau utilise l'outil informatique TIPULES, qui consiste à comparer le relevé du profil en long du PN à sept gabarits composés d'un empattement d'une valeur variant de 6 à 12 m, et de la garde au sol minimale associée lui permettant de franchir les profils types de l'arrêté (voir le détail en partie 3.7.1). Toutefois ces conditions de test résultent d'une interprétation des termes de l'arrêté :

- l'arrêté ne comporte aucune limitation relative aux valeurs d'empattement ;
- les deux profils types en arrondi y sont définis sans limite spatiale (contrairement au profil type dit « en dos d'âne », dont l'étendue est de 6 m et qui se trouve de ce fait entièrement couvert par les gabarits de TIPULES).

En outre, les valeurs d'empattement des convois exceptionnels peuvent usuellement dépasser 12 m[33]. La seule application des sept gabarits de TIPULES risque par conséquent de conduire à une liste incomplète des PN présentant des difficultés de franchissement. C'est pourquoi le BEA-TT suggère de compléter ces tests par une application directe de la définition implicite déduite ci-dessus.

33 À titre d'exemple, si la remorque impliquée dans l'accident est allongée à sa longueur maximale, l'empattement entre le dernier essieu du tracteur et le premier essieu de la remorque dépasse 26 m.

Le BEA-TT invite SNCF Réseau à compléter l'outil informatique TIPULES par une procédure comparant les dénivellations observées sur le relevé du profil en long du PN à celles associées aux profils-types en arrondi, sans appliquer de limite spatiale autre que celle imposée par les données topographiques disponibles.

Lorsque le profil en long du PN comporte un point haut, la comparaison peut notamment être opérée en superposant ce point haut à celui du profil-type en arrondi saillant, comme effectué pour le PN 51 sur la figure 39 (partie 3.7.1).

5.2.3 - Les mises à jour annuelles des listes des PN à franchissement difficile

L'article 12 de l'arrêté du 4 mai 2006 dispose que *« les exploitants ferroviaires actualisent et adressent chaque année aux services instructeurs la liste des passages à niveau présentant des difficultés de franchissement […] »*.

À la date de l'accident, le 19 juin 2023, la dernière liste des PN présentant des difficultés de franchissement réceptionnée par le service instructeur de la préfecture des Vosges datait de juin 2018. Elle comportait 39 PN. La mise à jour adressée fin septembre 2023 en réponse à la demande de la préfecture en comporte 59, ce qui souligne s'il en était besoin la nécessité des actualisations annuelles. Un rappel aux services préfectoraux de l'existence de cette obligation pourrait contribuer à améliorer son respect.

La notion de passage à niveau présentant des difficultés de franchissement n'est abordée dans l'ensemble du corpus réglementaire que dans l'arrêté du 4 mai 2006 modifié relatif aux transports exceptionnels de marchandises, d'engins ou de véhicules et ensembles de véhicules comportant plus d'une remorque. La mise en œuvre de la réglementation relative aux transports exceptionnels relève de la compétence de la Délégation à la Sécurité Routière au titre de la police de la circulation sur les voies[34]. En conséquence, le BEA-TT formule la recommandation suivante :

Recommandation R1 adressée à la Délégation à la Sécurité Routière (DSR) :

Rappeler aux préfets de départements l'obligation réglementaire pour les gestionnaires d'infrastructures ferroviaires de leur adresser chaque année la liste actualisée des passages à niveau présentant des difficultés de franchissement. Leur demander de vérifier l'existence de cette mise à jour annuelle et, en cas d'absence, de la réclamer auprès de ces gestionnaires.

5.2.4 - La publication des informations relatives aux PN à franchissement difficile

Selon l'article 12 de l'arrêté du 4 mai 2006, l'application informatique dédiée aux itinéraires de transports exceptionnels et aux prescriptions doit signaler les passages à niveau présentant des difficultés de franchissement. L'application en service, dénommée « Mon-transport-exceptionnel », a remplacé à l'automne 2023 l'outil TENet dont elle a repris les fonctionnalités. Elle comporte en outre un module cartographique permettant au pétitionnaire de sélectionner les tronçons successifs composant l'itinéraire souhaité. Pour répondre à l'obligation réglementaire, ce module devrait permettre aux transporteurs de visualiser les PN présentant des difficultés de franchissement.

À noter que le site internet Géoportail[35] permet d'afficher une carte localisant les passages à niveau et les ouvrages d'art situés sur les cinq réseaux routiers de transport exceptionnel à portée nationale[36] définis par l'article 9 bis de l'arrêté du 4 mai 2006, en

34 Article 2, § III, de l'arrêté du 27 avril 2017 modifié portant organisation interne de la délégation à la sécurité routière.

35 https://www.geoportail.gouv.fr/

36 Sur ces réseaux, la circulation de certains types de convois exceptionnels peut être autorisée sous un régime de déclaration préalable, sans nécessiter d'autorisation individuelle, ou d'autorisation individuelle permanente.

distinguant spécifiquement les PN présentant des difficultés de franchissement. Cependant ceci ne satisfait pas à l'exigence réglementaire, qui concerne l'ensemble des PN présentant des difficultés de franchissement, et non uniquement ceux situés sur les réseaux routiers de transport exceptionnel à portée nationale.

Le BEA-TT invite la Délégation à la Sécurité Routière (DSR) à étudier l'ajout, dans le module cartographique de l'application « Mon-transport-exceptionnel », d'une fonctionnalité permettant aux transporteurs de visualiser les passages à niveau présentant des difficultés de franchissement.

5.3 - Les diagnostics de sécurité routière des passages à niveau

5.3.1 - Le formulaire de diagnostic et le guide technique associé

Le PN n° 51 avait fait l'objet d'un diagnostic de sécurité routière réalisé conjointement par le conseil départemental des Vosges et SNCF Réseau le 7 septembre 2020. Le compte rendu d'inspection a signalé son *« profil difficile (véhicule frottant en sortie pour les grands gabarits) »* ainsi qu'une *« mauvaise perception du changement brusque du dévers »*. Pour autant, ce constat n'a pas conduit les participants à vérifier la bonne inscription du PN n° 51 dans la liste des PN présentant des difficultés de franchissement.

En accompagnement du nouveau dispositif réglementaire[37] instauré au printemps 2021, la Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités a publié une nouvelle version du formulaire de diagnostic[38]. Le formulaire comporte maintenant, en partie « Description du passage à niveau », une rubrique libellée « Profil difficile (Oui/Non) ».

Les enquêteurs du BEA-TT estiment que ce libellé peut être interprété de deux façons, soit que le PN présente un profil difficile, soit qu'il est inscrit dans la liste des PN présentant des difficultés de franchissement. Selon les explications qui leur ont été apportées, l'intention des rédacteurs du formulaire correspond à la deuxième interprétation, le profil réel étant décrit lors de la visite sur site dans la partie consacrée à la géométrie de la route.

Le BEA-TT estime que l'ajout de cette rubrique est bénéfique, dans la mesure où il offre aux inspecteurs la possibilité de vérifier l'adéquation entre les observations de terrain et le classement du PN, et de suggérer le cas échéant un contrôle plus approfondi en cas de possible contradiction. Il suggère toutefois de préciser l'intitulé de la rubrique afin de lever l'ambiguïté évoquée plus haut.

Le BEA-TT invite la Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités (DGITM) à préciser, dans le formulaire de diagnostic de sécurité routière des PN, l'intitulé de l'actuelle rubrique « Profil difficile » afin de mieux refléter le fait qu'elle vise à renseigner si le PN est inscrit ou non dans la liste des PN présentant des difficultés de franchissement.

37 Décret n° 2021-396 du 6 avril 2021 relatif aux diagnostics de sécurité routière des passages à niveau mentionnés à l'article L. 1614-1 du Code des transports, et arrêté du 3 mai 2021 relatif aux diagnostics de sécurité routière des passages à niveau.

38 Le formulaire est téléchargeable à l'adresse : https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/passages-niveau. Le nouveau diagnostic de sécurité routière du PN 51, reproduit en annexe 5, a suivi ce modèle.

Le Cerema a publié un guide technique d'aide à la réalisation des diagnostics dont la dernière mise à jour a été produite en 2023[39]. S'agissant de la rubrique « Profil difficile (Oui/Non) » du formulaire, le guide apporte dans son chapitre 2 les précisions suivantes :

*« **Profil difficile** : cette notion est définie par l'article 12 de l'arrêté du 4 mai 2006 modifié relatif aux transports exceptionnels de marchandises, d'engins ou de véhicules et ensembles de véhicules comportant plus d'une remorque qui oblige les transporteurs à avoir des engins en capacité de circuler avec des marges de hauteur de franchissement.*

Ces PN sont pré-signalés sur le terrain par le panneau A2a[40] et répertoriés dans les bases de données du gestionnaire de voirie et/ou ferroviaire. Il est difficile sur le terrain de vérifier l'article 12 sans instrument spécifique de mesures. En cas d'interrogation, et en l'absence de panneau annonçant cette difficulté, il faut demander aux gestionnaires si ce PN est classé comme PN à profil difficile. »

Cette rédaction n'est pas totalement en cohérence avec l'objet de la rubrique, à savoir l'inscription ou non du PN dans la liste des PN présentant des difficultés de franchissement. D'une part elle mentionne une éventuelle vérification sur le terrain qui n'est pas l'objet de la rubrique, d'autre part elle sous-entend que la présence d'une signalisation suffit à assurer du classement du PN, ce qui n'a bien entendu rien d'automatique. Il conviendrait donc de recentrer cette rédaction sur la seule définition de la notion visée et sur la source permettant de recueillir l'information.

Par ailleurs, dans la ligne de ce qui précède, le BEA-TT estime que le guide pourrait utilement être complété :

- au chapitre 3, consacré à la visite d'inspection, en incitant les inspecteurs à vérifier, lorsque le profil en long routier du PN est jugé contraignant, si celui-ci est inscrit dans la liste des PN présentant des difficultés de franchissement, et dans la négative si cette absence est justifiée ;
- au chapitre 4 et dans l'annexe 3, en ajoutant cette inscription à la liste des pistes d'action à la disposition des gestionnaires.

Le BEA-TT invite le Cerema à adapter la rédaction du guide technique « Diagnostic de sécurité routière des passages à niveau » afin de mieux préciser l'objet de la rubrique actuellement dénommée « Profil difficile » (chapitre 2), d'inciter les inspecteurs à vérifier l'adéquation entre le profil en long routier et le classement du PN (chapitre 3), et d'afficher comme une piste d'action supplémentaire l'inscription du PN dans la liste des PN présentant des difficultés de franchissement (chapitre 4 et annexe 3).

5.3.2 - La publication des diagnostics sur le site internet dédié

La démarche de diagnostic de sécurité routière des PN, initiée par voie de circulaire en 2008, a été inscrite par la Loi d'Orientation des Mobilités du 24 décembre 2019 dans l'article L.1614-1 du code des transports. Cet article dispose notamment que *« la structure ainsi que les modalités d'exécution et de mise à disposition de ces diagnostics sont déterminées par voie réglementaire. »*

S'agissant de leur mise à disposition, l'article R. 1614-5 du Code des transports, créé en 2021, dispose que *« le gestionnaire de voirie chargé de la réalisation du diagnostic transmet le document de diagnostic au préfet territorialement compétent dans un délai de*

39 *Diagnostic de sécurité routière des passages à niveau. Outils et aide à la réalisation du diagnostic*. Bron : Cerema, 2023.

40 [Note du BEA-TT :] Selon l'article 28 de l'Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière, le panneau A2a doit alors être complété par un panonceau d'indications diverses M9 portant la mention « VÉHICULES SURBAISSÉS ATTENTION ».

trente jours à compter de sa signature. Le préfet communique les documents de diagnostic à une personne morale de droit public désignée par arrêté du ministre chargé des transports, qui met en place, pour le compte de l'État, une base de données accessible au public. »

Le Cerema a été désigné à cet effet par un arrêté du 3 mai 2021 et a mis en place le site internet « Diagnostics des passages à niveau » (https://diagnostic-pn.cerema.fr/). Selon les éléments communiqués au BEA-TT, le nombre de diagnostics versés sur le site s'élevait fin août 2024 à environ 4 400, ce qui apparaît faible au regard du nombre total de 17 672 PN répertoriés sur le site et suggère des insuffisances dans la transmission de ces documents. À titre d'exemple, le diagnostic du PN 51 du Clerjus réalisé en juillet 2023 n'était pas consultable sur le site en novembre 2024. Une recherche plus générale de diagnostics, effectuée en août 2024 sur 38 PN répartis sur l'ensemble du département des Vosges, n'a d'ailleurs donné aucun résultat positif.

Les éléments dont dispose le BEA-TT ne lui permettent pas d'apprécier si ces insuffisances résultent essentiellement d'une absence de réalisation des diagnostics, de l'absence de transmission des diagnostics réalisés par les gestionnaires de voirie responsables aux préfets, ou de l'absence de transmission par les préfets au Cerema.

Par courrier électronique du 19 juillet 2024, la Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités (DGITM) a demandé à ses correspondants PN en Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) de rappeler aux Directions départementales des territoires (DDT) l'importance de transmettre au Cerema les diagnostics de sécurité routière reçus par les préfets. Compte tenu de ce qui précède, le BEA-TT estime que cette demande ne traite qu'une partie des causes potentielles des insuffisances de publication.

Le BEA-TT invite la Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités (DGITM) à demander aux préfets de départements de dénombrer, en lien avec les gestionnaires de voirie, les diagnostics de sécurité routière des PN réalisés, et de vérifier que les documents de diagnostic correspondants leur ont bien été transmis conformément à l'obligation réglementaire.

Par ailleurs, bien que l'article R. 1614-5 du Code des transports ait instauré *« une base de données »*, le site internet « Diagnostics des passages à niveau » ne permet qu'une consultation au cas par cas de chaque PN et de son document de diagnostic lorsqu'il est publié, sans aucune possibilité d'exploitation et d'analyse des données par le public. Le site n'apporte pas non plus de vision globale, à l'échelle nationale ou départementale, du nombre de diagnostics effectivement réalisés ou publiés. Bien que la loi n'ait explicitement fixé comme objectif que la mise à disposition des diagnostics au public, le BEA-TT estime, dans le cadre du devoir d'exemplarité de l'État, que le site internet devrait également apporter au public des éléments permettant d'apprécier l'avancement de la mise en œuvre de la décision du Parlement, tels que le nombre de diagnostics publiés et le pourcentage entre ce nombre et le nombre total de diagnostics à réaliser.

Il a été objecté, au cours des échanges relatifs au contenu du présent rapport, que le Cerema ne dispose pas d'une liste exhaustive de l'ensemble des PN éligibles au diagnostic, et n'a pas connaissance du nombre total de diagnostics à réaliser. Pour mémoire, doivent faire l'objet d'un diagnostic l'ensemble des *« passages à niveau ouverts à la circulation ferroviaire, routière ou piétonne »* (article L.1614-1 du Code des transports), avec les seules exceptions suivantes (article R.1614-2 du même Code) :

« 1° Les passages à niveau situés sur les lignes ou sections de lignes fermées à la circulation ferroviaire ou affectées exclusivement à la circulation des tramways ;

2° Les traversées routières, à l'intersection entre une route et une voie ferrée portuaire sur laquelle la priorité de passage n'appartient pas aux matériels circulant normalement sur cette voie ferrée. »

Les difficultés rencontrées pour connaître le nombre total de PN à diagnostiquer paraissent de nature différente selon le type de réseau ferré.

S'agissant du réseau ferré national, l'ensemble des PN a été saisi sur le site internet à partir d'éléments fournis par SNCF Réseau. Il s'agirait donc, sur ce périmètre, d'identifier les PN non éligibles au diagnostic, c'est-à-dire ceux situés sur des lignes hors service. L'identification par SNCF Réseau de ces PN non éligibles et la production d'une liste des PN éligibles ne devrait pas soulever de difficulté.

S'agissant des autres réseaux (lignes secondaires et touristiques, etc.), les PN ne sont saisis sur le site qu'à réception du diagnostic par le Cerema, les PN éligibles non documentés n'y figurent donc pas. Il n'est donc pas envisageable de connaître le nombre exact de PN éligibles au diagnostic sur ces réseaux. Toutefois ce nombre ne semble pas devoir dépasser quelques centaines, et sa méconnaissance ne semble pas de nature à remettre en cause la pertinence d'un indicateur général caractérisant l'avancement de la publication des diagnostics, tant que la part globale des diagnostics non publiés reste conséquente.

Ainsi, même en l'absence de connaissance du nombre exact des PN éligibles au diagnostic, les lacunes ne semblent pas d'une ampleur telle qu'elles retireraient toute pertinence à un indicateur exprimant le rapport entre le nombre de diagnostics publiés et le nombre total de diagnostics à réaliser. Ce rapport pourrait être calculé soit pour le seul RFN, dont les données présenteraient une meilleure fiabilité, soit pour l'ensemble des réseaux moyennant certaines approximations et le cas échéant une expression sous la forme d'une fourchette.

Le BEA-TT invite le Cerema à compléter le site internet « Diagnostics des passages à niveau » par une fonctionnalité permettant d'afficher, à l'échelle nationale et à l'échelle départementale, le nombre de diagnostics publiés et une estimation du pourcentage entre ce nombre et le nombre total de diagnostics à réaliser et à publier.

5.4 - Les délais d'instruction des demandes d'autorisation relatives aux transports exceptionnels

La demande d'autorisation de circulation du convoi impliqué dans l'accident a été déposée le 13 mars 2023 pour une période de 12 mois débutant le 31 mai 2023. L'arrêté d'autorisation de circulation a été signé le 14 juin 2023, soit un délai d'instruction de trois mois et un jour, pour un départ du premier convoi concerné le lendemain 15 juin 2023.

Selon l'article 8 de l'arrêté du 4 mai 2006, *« Les autorisations individuelles sur un itinéraire précis ou de raccordement sur d'autres départements que celui en charge de l'instruction de la demande doivent être délivrées dans un délai d'un mois. Toutefois, si des conditions particulières liées aux caractéristiques du transport ou de l'itinéraire nécessitent de nombreuses consultations, ce délai est porté à deux mois »*.

En l'espèce, l'itinéraire décrit dans la demande traversait dix départements. Huit des dix services instructeurs concernés ont émis un avis favorable entre le 16 mars et le 5 mai 2023, dans le délai réglementaire de deux mois. Deux départements ont rendu leur avis plus tardivement, l'un après réception de l'avis d'un concessionnaire autoroutier, l'autre du fait d'un manque de personnel lié à la vacance de deux postes d'instructeurs sur trois.

La planification et l'organisation de la circulation de ses convois routiers exceptionnels constitue une tâche complexe pour un transporteur, qui doit prendre en compte de multiples contraintes liées aux colis transportés, au matériel utilisé, aux caractéristiques des itinéraires empruntés, à la disponibilité de ses équipes et à celle des organismes (forces de l'ordre, gestionnaires d'infrastructures) dont l'assistance est indispensable pour le passage des convois sur certains points singuliers. Il est ainsi fréquemment amené à adapter ses plannings en fonction de l'évolution de certaines de ces contraintes. Dans ce contexte, l'attente de la délivrance de l'autorisation de circulation ne devrait pas constituer une contrainte supplémentaire dès lors que la demande en a été faite dans le délai imparti par la réglementation.

Les enquêteurs du BEA-TT ont interrogé les services de la Délégation à la Sécurité Routière à propos des délais effectifs d'instruction des demandes d'autorisation et de la fréquence des dépassements des délais réglementaires. Ceux-ci ont répondu ne pas disposer d'éléments en la matière. Il apparaît souhaitable que les services d'administration centrale disposent d'éléments d'appréciation du bon déroulement des procédures d'instruction des demandes, et d'éléments d'explication des écarts éventuels.

Le BEA-TT invite la Délégation à la Sécurité Routière (DSR) à réaliser un bilan des délais d'instruction des demandes d'autorisation de circulation des convois exceptionnels, afin d'évaluer notamment la fréquence de dépassement des délais réglementaires, ainsi qu'une analyse des principales causes de dépassement, susceptible d'orienter si nécessaire les éventuelles actions correctives.

5.5 - La préparation du trajet du convoi par le transporteur routier

5.5.1 - L'étude d'itinéraire

L'étude d'itinéraire réalisée par LASO, qui tient également lieu de carnet de route (« roadbook ») pour les membres du convoi, présente de nombreuses faiblesses.

La description détaillée de l'itinéraire ne couvre que sa partie terminale, à compter de la sortie de la RN 57 à Fougerolles-Saint-Valbert (Haute-Saône). LASO considère que le reste du parcours était suffisamment bien connu du fait que ses convois empruntent régulièrement les axes concernés et ne nécessitait donc pas de reconnaissance préalable. Cependant l'équipage du convoi a estimé nécessaire d'effectuer une reconnaissance sur la RN 57 afin de lever des doutes sur la hauteur disponible sous certains ponts, ce qui a induit pour le convoi une perte de temps de l'ordre d'une heure et demie.

L'étude d'itinéraire concerne les quatre types de composants transportés (sections, nacelles, moyeux et pales), dont les caractéristiques de masse et de dimensions, et donc les contraintes associées, sont très différentes. Cependant les commentaires portés sur la description détaillée ne précisent pas le type de composant concerné. La quasi-totalité de ces commentaires (contraintes de giration, nécessité d'élagage, de dépose de panneaux) semble concerner les transports de pales, de grande longueur.

S'agissant du PN n° 51 :

- l'étude porte comme seul commentaire *« OK pour le cassis du PN51 »* sans souligner la nécessité de prévoir une garde au sol suffisante ;
- elle ne mentionne pas le panneau routier avertissant les véhicules surbaissés, ni la sévérité du dos d'âne, ni l'inversion du dévers routier entre le PN et le virage en aval. Ces omissions ont pu contribuer au manque d'attention portée par le conducteur du poids lourd à la sévérité du dos d'âne ;

- elle comporte une mention générique (*« Consulter les gestionnaires de voirie pour l'éventuelle obtention d'une convention »*) qui, selon LASO, ne doit en pratique donner lieu à une action que si le convoi sort du cadre usuel (incapacité de traverser le PN dans le délai réglementaire de 7 secondes, hauteur du convoi en cas de ligne électrifiée, etc.). On pourrait penser qu'il relève justement de l'étude d'itinéraire d'effectuer ces vérifications et de ne pas laisser ces questions en suspens.

À cet égard, les enquêteurs du BEA-TT observent que la distance que l'ensemble routier doit parcourir pour traverser entièrement le passage à niveau s'élève à 36,60 m (la distance entre barrières étant de 12 m et la longueur de l'ensemble routier de 24,60 m), et qu'effectuer cette traversée en 7 secondes implique par conséquent une vitesse minimale de 5,2 m/s soit 19 km/h. Compte tenu de l'inversion du dévers de la route et des sollicitations transversales qu'elle induit sur le colis transporté, il est permis de douter qu'une vitesse de traversée aussi élevée soit appropriée. Rappelons que si l'étude avait conclu à l'incapacité de respecter le délai de 7 secondes, LASO aurait dû, aux termes de l'article 12 de l'arrêté du 4 mai 2006, se rapprocher de SNCF Réseau pour définir les modalités de passage du convoi. L'étude d'itinéraire ne comporte aucune mention qui puisse laisser penser que cette question ait été abordée.

L'analyse interne de l'accident conduite par LASO n'a mis en évidence aucun de ces défauts.

Le BEA-TT formule la recommandation suivante :

Recommandation R2 adressée à LASO France :

Étendre les études d'itinéraire à l'ensemble du trajet à parcourir par les convois. Formaliser une démarche d'étude en spécifiant notamment les points d'attention sur lesquels elle doit porter. Lorsque l'itinéraire traverse un passage à niveau, prévoir notamment une vérification de la capacité du convoi à franchir le PN en moins de sept secondes. Lorsque l'étude porte sur plusieurs types de colis ou de convois, imposer aux rédacteurs de préciser quels sont les types concernés par chacune des mentions de l'étude.

5.5.2 - L'appropriation par les membres du convoi des documents relatifs au trajet

Les membres du convoi ont été surpris de trouver sur leur trajet, le vendredi 16 juin, une coupure de la RD 951 pour cause de travaux dans l'agglomération de Saudoy (Marne), pourtant signalée dans leur arrêté d'autorisation de circulation. En outre ils n'avaient pas de certitude sur la capacité du convoi à pouvoir emprunter l'itinéraire de déviation figurant dans l'autorisation. Ceci laisse penser qu'ils n'ont pas pris suffisamment connaissance du détail de l'arrêté avant de parcourir cette portion de l'itinéraire.

Le BEA-TT invite LASO France à rappeler à ses chauffeurs de poids lourds et à ses accompagnateurs la nécessité impérative de préparer leurs trajets en prenant connaissance à l'avance et de manière approfondie du détail de leur arrêté d'autorisation de circulation.

5.6 - Les actions des membres du convoi à l'approche et sur le PN

5.6.1 - Les communications radio entre les membres du convoi

Selon ses propres termes lors de son audition par les enquêteurs judiciaires le lendemain de l'accident, le conducteur de la voiture pilote a constaté à l'approche du PN la présence du panneau « Véhicules surbaissés attention » et a annoncé mot pour mot par radio au conducteur du PL « attention passage à niveau difficile à franchir ». Bien que le

conducteur du PL ait cité des termes différents lors de son entretien avec le BEA-TT un an après l'accident, le court délai entre l'événement et l'audition de l'accompagnateur, ainsi que son utilisation de l'expression « mot pour mot », incitent à tenir pour exacte la formulation qu'il a rapportée.

Ce message radio a été induit par la vision du panneau A2a (Cassis ou dos d'âne) et du panonceau « Véhicules surbaissés attention » mais sa formulation (« attention passage à niveau difficile à franchir ») n'a pas rendu compte précisément des informations portées par la signalisation routière, à savoir la présence d'un dos d'âne. Le chauffeur du PL explique pour sa part ne pas avoir vu le panneau, avoir remarqué à l'approche du PN à la fois le dos d'âne et l'inversion de dévers, et s'être ensuite focalisé sur l'inversion de dévers et avoir négligé la sévérité du dos d'âne.

Un signalement du pilote plus fidèle aux informations portées par la signalisation aurait peut-être permis d'attirer l'attention du chauffeur du PL sur la sévérité du dos d'âne et l'aurait peut-être incité à relever ses suspensions avant de s'engager sur le PN. Le BEA-TT formule la recommandation suivante :

Recommandation R3 adressée à LASO France :

Insister auprès des accompagnateurs des convois et des conducteurs des PL sur la nécessité d'adopter, dans leurs échanges radio, des termes les plus clairs et les plus fidèles possibles aux observations à communiquer.

5.6.2 - L'absence d'alerte après l'immobilisation de l'ensemble routier

Une fois l'ensemble routier bloqué sur le dos d'âne, aucun des membres du convoi n'a eu le réflexe de donner l'alerte au moyen des téléphones d'alerte en cas d'urgence équipant le PN, qui portaient une affiche mentionnant un numéro de remplacement pour pallier leur dérangement. Les téléphones d'alerte en cas d'urgence des PN, ainsi que dans le cas présent le numéro de téléphone fourni en remplacement, permettent de joindre directement un agent circulation de SNCF Réseau en capacité de faire stopper les circulations ferroviaires.

Cette alerte devrait donc être la première action à conduire en cas d'arrêt d'un véhicule sur les voies, avant même toute tentative de déblocage, même si en l'espèce le délai avant l'arrivée du train était probablement trop court pour permettre de réceptionner l'alerte et de transmettre au TER un ordre d'arrêt d'urgence.

À noter que SNCF Réseau envisage, dans le cadre d'un projet dénommé GAMeC, d'abandonner à moyen terme une grande partie des postes téléphoniques d'alerte équipant les passages à niveau dont le moment de circulation est inférieur à 30 000 pour les remplacer par des pancartes indiquant un numéro téléphonique d'alerte en cas d'urgence[41].

Le BEA-TT formule la recommandation suivante :

Recommandation R4 adressée à LASO France :

Rappeler aux conducteurs de PL et aux accompagnateurs qu'en cas de blocage d'un véhicule sur les voies ferrées la priorité est de donner l'alerte au moyen des postes téléphoniques équipant le PN, ou le cas échéant du numéro qui sera indiqué en alternative, et qu'une tentative éventuelle de déblocage ne peut intervenir qu'en parallèle.

41 Cette possibilité est prévue pour les PN automatiques dont le moment de circulation est inférieur à 30 000 par l'article 12 de l'arrêté du 18 mars 1991 modifié relatif au classement, à la réglementation et à l'équipement des passages à niveau.

5.7 - La fixation des équipements dans la cabine de conduite du train

Lors de la collision, la barre de court-circuit installée dans la cabine de conduite du TER s'est détachée de son support et a atterri en travers du siège du conducteur, ce qui aurait pu blesser celui-ci s'il était resté dans la cabine. Sur les autorails de la série X73500, la barre de court-circuit est posée verticalement sur une cloison située derrière le siège du conducteur, du côté droit (figure 43).

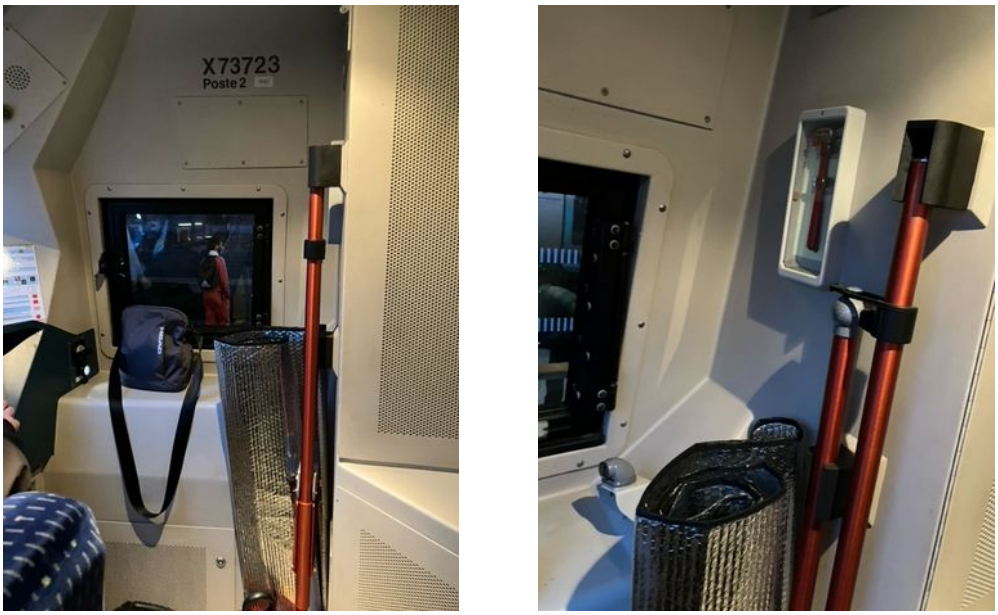

Figure 43 : Position de la barre de court-circuit en cabine d'un engin de la série X73500
Photographies SNCF Voyageurs

Les déficiences des fixations de certains équipements ont déjà été évoquées dans le rapport d'enquête technique du BEA-TT sur la collision entre un train de marchandises et un convoi routier exceptionnel survenue le 16 juin 2021 à Rumigny. Lors de cette collision, les deux extincteurs équipant la cabine de conduite se sont détachés de leur support et l'un d'eux a été projeté en frôlant la tête du conducteur ; la barre de court-circuit, posée dans le couloir reliant la cabine à l'espace moteur, a également quitté son logement et bloqué la porte de communication. Ces circonstances ont amené le BEA-TT à formuler la recommandation suivante, numérotée R4, adressée à l'établissement public de sécurité ferroviaire (EPSF) :

« Porter au niveau international tout l'intérêt qu'aurait une définition partagée des performances minimales attendues pour la fixation de certains équipements portatifs, comme la barre de court-circuit et les extincteurs, présents à l'intérieur des trains et pour certains d'entre eux à l'intérieur des cabines de conduite.

Dans l'attente d'une réglementation internationale harmonisée, organiser au niveau national un échange entre les constructeurs de matériels ferroviaires et les entreprises ferroviaires dans le but de faire émerger des bonnes pratiques et des solutions technologiques à court terme. »

L'EPSF a répondu en janvier 2024 :

- sur le premier point, qu'il proposerait que ce sujet soit intégré au prochain mandat de travail de la Commission européenne à l'Agence de l'Union européenne pour les chemins de fer dont les termes devraient être préparés au premier semestre de l'année 2024 ;

- sur le second point, qu'il proposait que soit porté à la connaissance des constructeurs de matériels ferroviaires et des entreprises ferroviaires le contenu du rapport d'enquête et les recommandations qui en découlent, avec l'objectif de faire émerger des bonnes pratiques ou solution technologiques idoines pour les partager au plus grand nombre.

En conséquence le BEA-TT ne formule pas de nouvelle recommandation visant à la définition de performances minimales pour les futurs matériels roulants. En revanche, il estime indispensable de corriger le matériel en service afin d'éviter que les équipements portatifs ne présentent un risque pour le conducteur en cas de collision.

La collision a également fait tomber au sol le téléphone professionnel du conducteur posé sur le pupitre, pour lequel il n'est pas prévu de dispositif de fixation. Si en l'espèce ce téléphone est resté en état de fonctionner, des circonstances différentes auraient probablement pu conduire à le rendre inutilisable et à retarder ainsi le lancement de l'alerte. Les enquêteurs du BEA-TT estiment ainsi souhaitable de prévoir sur le pupitre un système de fixation pour le téléphone professionnel du conducteur. La tablette devrait également être prise en compte vis-à-vis des risques qu'elle pourrait présenter pour le conducteur en cas de projection.

Le BEA-TT formule les deux recommandations suivantes :

Recommandation R5 adressée à SNCF Voyageurs :

Étudier et mettre en œuvre, sur les engins en service de la série X73500, le renforcement des fixations de la barre de court-circuit posée en cabine de conduite afin de favoriser son maintien en place en cas de collision. Étudier la nécessité d'un renforcement similaire pour les autres équipements portatifs situés en cabine (extincteurs, agrès de sécurité, etc.).

Recommandation R6 adressée à SNCF Voyageurs :

Pour tous types d'engins moteurs, étudier et installer sur les pupitres des cabines de conduite un dispositif de fixation pour le téléphone professionnel du conducteur, sur les matériels opérant sur les lignes équipées de la liaison GSM-GFU, ainsi que pour la tablette.

5.8 - Les actions des conducteurs de trains suite à une collision

5.8.1 - L'utilisation du GSM-GFU

Afin de donner l'alerte suite à la collision, le conducteur du train, craignant de ne pas réussir à capter le réseau mobile s'il restait en mode GSM-GFU, a désactivé l'application ARES avant de passer ses appels. Ne disposant pas du numéro de téléphone de l'agent circulation posté en gare d'Aillevillers, il a d'abord appelé l'agent circulation de la gare de Lure, dont il avait le numéro en historique d'appel ; il a ensuite appelé l'AC d'Aillevillers au numéro fourni par son collègue de Lure.

En pratique, selon les précisions apportées par SNCF Voyageurs aux enquêteurs du BEA-TT, il n'y avait pas lieu pour le conducteur de désactiver l'application ARES, son activation étant sans conséquences sur la capacité du téléphone à passer des appels. Par ailleurs, si l'annuaire de l'application ARES ne comportait pas le numéro de l'AC d'Aillevillers, il comportait en revanche le numéro d'urgence du COGC de Lorraine, que le conducteur aurait également pu joindre pour donner l'alerte.

On peut également rappeler que le livret de la ligne, consultable sur la tablette dont le conducteur était équipé, comporte les numéros de téléphone de l'ensemble des AC

concernés, dont celui d'Aillevillers. Il n'est cependant pas simple, dans une situation de stress consécutive à une collision, de réaliser une telle recherche, qui supposerait en outre que la tablette n'ait pas été endommagée lors du choc.

Ces circonstances révèlent une méconnaissance par le conducteur du train de l'outil GSM-GFU, et plus largement des ressources mobilisables en cas d'urgence. La Direction de la Sécurité de la Direction TER Bourgogne-France-Comté a décidé d'évaluer le niveau de connaissance de l'ensemble des conducteurs de la direction régionale quant à l'utilisation du GSM-GFU. En fonction des conclusions, des actions de formation pourraient ensuite être mises en place.

Le BEA-TT invite SNCF Voyageurs à généraliser à l'ensemble de ses conducteurs l'évaluation du niveau de connaissance du système GSM-GFU.

La procédure de SNCF Voyageurs traitant de la gestion par le conducteur d'un obstacle sur la voie est définie par le « Référentiel conducteur de ligne » dans son article « F 44.01 Obstacle ou danger pour les trains circulant sur ligne conventionnelle ». Un conducteur qui constate la présence sur la voie d'un obstacle non protégé ou d'un danger pour les circulations *« doit alerter par les moyens les plus rapides (radio, téléphone de pleine voie, de PN…) une gare ou un poste susceptible d'arrêter et de retenir les trains se dirigeant vers l'obstacle ou le point dangereux »*.

La procédure ne spécifie pas si le conducteur doit privilégier l'appel au COGC ou à l'AC compétent sur la zone considérée, le laissant implicitement libre de choisir, selon la situation, celui des deux qu'il estime le plus à même de mettre en œuvre rapidement l'arrêt et la rétention des circulations. Toutefois le conducteur devrait disposer pour ce faire des numéros de l'ensemble des agents circulation compétents sur sa ligne, ce qui n'est pas le cas dans la configuration actuelle de l'application ARES.

Le maître d'ouvrage de l'application ARES est SNCF Réseau, qui la met ensuite à disposition des entreprises ferroviaires opérant sur des lignes équipées de la liaison GSM-GFU.

Le BEA-TT invite SNCF Réseau à étudier la possibilité d'intégrer, dans l'annuaire téléphonique de l'application ARES, les numéros de l'ensemble des agents circulation du réseau, ou à défaut, les numéros des agents circulation compétents sur les lignes pratiquées par le conducteur utilisant le téléphone mobile pour le GSM-GFU.

5.8.2 - La procédure d'alerte par un conducteur en cas d'obstacle sur les voies

L'article F 44.01 du « Référentiel conducteur de ligne » de SNCF Voyageurs mentionne l'utilisation possible de téléphones fixes (téléphone de pleine voie ou de PN) mais n'envisage pas explicitement l'utilisation des moyens de téléphonie mobile, qui n'existaient pas à l'époque de sa rédaction. Ces moyens constituent maintenant une ressource supplémentaire qu'il serait utile de mettre en avant en l'absence de radio sol-train.

Le contenu de cet article est décliné du document « Mesures à prendre en cas de risque grave ou imminent pour la sécurité » de SNCF Réseau[42], dont il reprend certains passages. Cependant, dans sa version la plus récente (septembre 2022), ce document stipule que tout agent qui constate ou est informé de la présence sur la voie d'un obstacle non protégé ou d'un danger pour la circulation *« alerte par les moyens les plus rapides (radio, téléphone…) l'agent du SGC susceptible d'arrêter les trains se dirigeant vers l'obstacle ou la zone de danger. »* Cette rédaction envisage donc implicitement l'utilisation d'un téléphone mobile et ne nécessite pas d'évolution.

42 Texte RFN-IG-SE 02 B-00 n° 004 (OP00588).

Le BEA-TT invite SNCF Voyageurs à étudier un complément de la procédure traitant de la gestion par le conducteur d'un obstacle sur la voie, qui prévoirait explicitement l'utilisation par le conducteur de moyens téléphoniques (téléphone mobile GSM-GFU sur les lignes équipées, ou son téléphone portable professionnel) pour avertir le SGC sur les lignes non équipées de radio sol-train.

5.8.3 - Les échanges entre les agents de conduite et les agents circulation

Le conducteur du train a signalé l'accident à l'agent circulation de la gare d'Aillevillers et lui a demandé l'arrêt des circulations sur la ligne. L'AC n'a pas confirmé, avant la fin de leur conversation téléphonique, que les mesures de protection d'obstacle avaient été prises. Pour autant, le conducteur a considéré que la protection d'obstacle vis-à-vis des trains croiseurs était assurée et n'a donc pas jugé nécessaire d'assurer la couverture d'obstacle.

Pour sa part, une fois la protection d'obstacle mise en œuvre, l'agent circulation n'a pas rappelé le conducteur pour lui confirmer que celle-ci était effective, car il a considéré que le simple fait d'accuser réception de la demande signifiait que la protection serait en place, la manipulation nécessaire étant légère et immédiate.

Chacun des deux acteurs a donc considéré qu'accuser réception de la demande de protection d'obstacle équivalait à assurer de sa mise en œuvre, négligeant ainsi la possibilité qu'un facteur imprévu (malaise de l'opérateur, problème technique, perturbation externe, etc.) ne vienne empêcher la fermeture des signaux. Une telle interprétation n'est pas admissible au regard des règles de sécurité. Le BEA-TT formule la recommandation suivante :

Recommandation R7 adressée conjointement à SNCF Voyageurs et à SNCF Réseau :

Rappeler aux agents de conduite et aux agents circulation que l'assurance pour le conducteur de la mise en œuvre effective de la protection d'obstacle ne peut résulter que d'une confirmation explicite de la part de l'AC ; que cette confirmation est par conséquent impérative ; et qu'un simple accusé de réception d'une demande de protection d'obstacle n'implique aucunement sa mise en œuvre.

5.8.4 - La mise en œuvre des actions d'urgence par les conducteurs de trains

L'analyse des circonstances de l'accident a mis en évidence plusieurs écarts dans l'application de la règle par le conducteur :

- il n'a pas fait usage du sifflet avant la collision, ni déclenché le Signal d'Alerte Lumineux ; ces actions devraient être systématiques lors de ce type d'événement ;
- il n'a pas assuré la couverture d'obstacle alors qu'il n'avait pas reçu l'assurance formelle que la zone était protégée.

Le BEA-TT s'interroge sur la nécessité de renforcer l'entraînement des conducteurs sur ces thématiques et formule la recommandation suivante :

Recommandation R8 adressée à SNCF Voyageurs :

Identifier la fréquence la plus pertinente pour l'entraînement des agents de conduite aux gestes d'urgence, aux avis à lancer lors de la présence d'un obstacle sur la voie et à l'évaluation des situations nécessitant de mettre en œuvre la procédure de couverture d'obstacle, et introduire cette fréquence dans la programmation de leur formation continue.

Lors des accompagnements en ligne par l'encadrement de proximité, entraîner régulièrement les agents de conduite aux gestes d'urgence et aux avis à lancer lors de la présence d'un obstacle sur la voie, et à évaluer les situations nécessitant de mettre en œuvre la procédure de couverture d'obstacle.

5.8.5 - La dérogation introduite aux règles de sécurité

Suite au retour d'expérience interne sur l'accident, le responsable hiérarchique du conducteur impliqué a instauré dans son unité une règle selon laquelle, si un conducteur a demandé la mise en place de mesures de protection d'obstacle, et s'il ne reçoit pas dans un délai d'une minute la confirmation que la protection est effective, alors il doit partir avec les agrès pour assurer la couverture d'obstacle.

Cette consigne est contraire aux règles nationales de sécurité de SNCF Voyageurs (article F 44.01 du « Référentiel conducteur de ligne ») qui prescrivent au conducteur, s'il n'a pas l'assurance que la protection d'obstacle est assurée, d'*« allumer, s'il en dispose, une torche à flamme rouge »*, et de *« se porter dans les plus brefs délais au devant du premier train attendu en présentant la torche allumée, ou à défaut un signal d'arrêt à main »*.

Après échanges avec les enquêteurs du BEA-TT, qui lui ont fait part de leur étonnement, le Directeur de Lignes Franche-Comté a invalidé cette consigne dérogatoire. Le BEA-TT estime toutefois préoccupant qu'un responsable hiérarchique ait pu instaurer une telle consigne sans qu'un contrôle externe se soit exercé, et formule la recommandation suivante :

Recommandation R9 adressée à SNCF Voyageurs :

Mettre en place une veille sur l'ensemble de l'encadrement des conducteurs de trains pour garantir que les éventuelles déclinaisons locales des règles établies ne dégradent pas le niveau de sécurité garanti par les textes réglementaires.

Identifier la prise d'initiative locale modifiant une règle prescrite comme un danger dans le registre des dangers de l'entreprise, déterminer et mettre en œuvre des mesures de couverture du risque permettant de s'assurer de la non-dégradation du niveau de sécurité.

5.9 - Les échanges téléphoniques des services en charge de la circulation ferroviaire

Suite à la collision, le Coordonnateur régional des circulations (CRC) de Lorraine a tenté à deux reprises de joindre l'agent circulation d'Aillevillers par la ligne téléphonique dédiée de SNCF Réseau (dite « ligne automatique »), sans succès. Il a finalement réussi à le joindre par une autre ligne interne, via le réseau internet, à un autre numéro fourni par l'AC d'Épinal.

De l'avis de plusieurs des interlocuteurs rencontrés par les enquêteurs du BEA-TT, la ligne automatique présente fréquemment des dysfonctionnements. Les utilisateurs en viennent ainsi à privilégier d'autres réseaux téléphoniques (autre ligne interne via le réseau internet, ou numéro public de la gare pour joindre un AC) sans même prendre la peine de vérifier si la ligne automatique est disponible.

La plupart des appels téléphoniques passés entre le CRC, les agents circulation et le conducteur du train lors de cet accident ont ainsi été passés sur des réseaux alternatifs à la ligne automatique, ne faisant pas l'objet d'enregistrements vocaux. Le BEA-TT estime que la compréhension des circonstances de certains événements et de leur traitement pourrait nécessiter une analyse détaillée de la teneur des conversations téléphoniques

entre les différents acteurs, et que tous les appareils téléphoniques utilisés par les AC ou les COGC pour des conversations liées à des procédures de sécurité devraient faire l'objet d'un enregistrement systématique.

Ce besoin a déjà été identifié dans trois rapports d'enquêtes antérieurs[43] du BEA-TT, qui ont chacun émis une recommandation visant à assurer l'enregistrement et la traçabilité des communications téléphoniques de sécurité des régulateurs et des agents circulation. Le suivi de la mise en œuvre de chacune de ces recommandations a été clôturé par l'EPSF en 2022 avec un commentaire identique : *« L'avancement au 11/10/2022 du déploiement d'enregistreurs dans les postes était de 56 % des postes opérateurs programmés. L'action est clôturée compte tenu de l'état d'avancement global et de la fourniture d'un planning pour l'équipement des postes restant à échéance 2025. »* Toutefois le déroulement des échanges ayant fait suite à la collision du Clerjus montre qu'il est essentiel d'enregistrer l'ensemble des lignes téléphoniques équipant un poste de travail.

Enfin, il ressort du déroulement des échanges que le CRC de Lorraine ne disposait pas d'un numéro de téléphone de remplacement pour joindre l'AC d'Aillevillers par un moyen autre que la ligne automatique. La recherche d'un numéro alternatif l'a contraint à rappeler l'AC d'Épinal et à perdre ainsi un temps qui aurait pu s'avérer précieux dans d'autres circonstances. Il apparaît souhaitable que les COGC disposent de l'ensemble des numéros téléphoniques permettant de joindre les agents circulation.

Le BEA-TT invite SNCF Réseau :

- *à veiller à la disponibilité des lignes téléphoniques susceptibles d'être utilisées pour la mise en œuvre de procédures de sécurité ;*
- *à finaliser la mise en service des dispositifs d'enregistrement sur l'ensemble des lignes téléphoniques utilisées par les COGC et les AC pour des conversations liées à des procédures de sécurité ;*
- *à équiper les COGC d'un annuaire comportant l'ensemble des numéros téléphoniques permettant de joindre les agents circulation.*

5.10 - La maintenance des téléphones d'alerte équipant les passages à niveau

La chronologie de la maintenance des téléphones d'alerte en cas d'urgence équipant le PN 51 a été détaillée en partie 3.7.3 et peut être résumée comme suit :

1. Un défaut constaté sur une interface début avril 2023 n'a donné lieu qu'à la pose de deux affiches signalant le dérangement des téléphones, et la conduite d'un suivi mensuel à distance.
2. Les téléphones ont été à nouveau considérés comme opérationnels fin juillet après un test de suivi positif, sans qu'aucune réparation ait été effectuée.
3. Un défaut a de nouveau été signalé en septembre 2023, et n'a été réglé qu'en mars-avril 2024.

43 Rapport d'enquête technique sur le rattrapage de deux trains de marchandises survenu le 1er février 2012 à Maillé (37). BEA-TT, novembre 2012.
Rapport d'enquête technique sur le heurt d'un engin de travaux sur caténaires par un train de voyageurs survenu le 4 juillet 2012 à Lachapelle-Auzac (46). BEA-TT, juillet 2013.
Rapport d'enquête technique sur le heurt d'un Train Express Régional stationné à quai par un train de surveillance de l'Infrastructure survenu le 15 décembre 2014 en gare de Saint-Germain-des-Fossés (03). BEA-TT, mai 2016.

Le dysfonctionnement constaté début avril 2023 n'a pas été enregistré dans l'application informatique DIGITOP de suivi de la maintenance des équipements téléphoniques, et n'a fait l'objet d'aucune demande d'intervention. Dans la pratique antérieure, les tests de suivi mensuels ne donnaient lieu à aucun enregistrement et aucune trace des dates ni des résultats de ces essais n'était conservée. Ce n'est que lorsque les enquêteurs du BEA-TT ont interrogé l'Agence des Services Télécom et Informatique (ASTI) de Lorraine à ce sujet que le service a pris conscience de cette lacune et a décidé de conserver les journaux de bord rendant compte des résultats des tests.

Conformément à l'article 12 de l'arrêté du 18 mars 1991 modifié relatif au classement, à la réglementation et à l'équipement des passages à niveau, *« ces téléphones d'alerte en cas d'urgence permettent aux usagers de la route d'aviser les agents habilités par l'exploitant ferroviaire de toute situation anormale sur les passages à niveau, notamment la présence d'obstacles sur les voies ferrées et des dérangements des installations automatiques »*. Cette fonction d'alerte en cas notamment d'obstacle sur les voies ferrées a été introduite dans l'arrêté en 2017, sur recommandation du BEA-TT suite à son enquête technique relative à la collision survenue en 2015 à Nangis entre un train de voyageurs et un ensemble routier surbaissé.

Le BEA-TT estime par conséquent nécessaire de considérer les téléphones d'alerte équipant les PN comme des équipements concourant à la sécurité, et de leur maintenir un niveau élevé de disponibilité.

Il invite SNCF Réseau à sensibiliser les services ASTI au fait que les téléphones d'alerte des passages à niveau constituent des équipements de sécurité qu'il convient de réparer dans les meilleurs délais lorsqu'un dysfonctionnement est détecté, et pour lesquels il convient de tracer tous les dysfonctionnements constatés, contrôles et interventions de maintenance.

5.11 - Les modalités d'analyse de l'accident au sein de la SNCF

5.11.1 - Les analyses conduites par SNCF Réseau

Selon les procédures en vigueur au sein de SNCF Réseau, pour certains événements de sécurité, l'entité qui est responsable du périmètre dans lequel l'événement s'est produit doit soumettre au Directeur Général Adjoint Sécurité (DGAS) un rapport sur les mesures conservatoires ainsi que les actions immédiates prises ou à prendre pour éviter le retour d'un événement similaire sur le périmètre de l'entité. Cette présentation est réalisée lors d'une réunion dite « J+1 » qui s'est tenue, pour l'accident du PN 51, le 26 juin 2023.

Chaque fait sécurité portant des enjeux de sécurité de l'exploitation ferroviaire doit également faire l'objet d'un rapport d'analyse causale (RAC) dont la rédaction est confiée au Responsable Local Sécurité agissant sur le périmètre de la zone de production impliquée dans l'événement. Le RAC de l'accident du PN 51 a été produit le 5 juillet 2023.

Comme souligné en partie 3.8.2, l'analyse établie en vue de la réunion « J+1 » et le RAC présentent les mêmes faiblesses :

- Les deux documents mentionnent le profil difficile du PN 51, l'identification de cette difficulté lors du diagnostic de sécurité routière, la présence sur la RD du panneau « Véhicules Surbaissés Attention » et l'absence d'inscription du PN dans la liste des PN à franchissement difficile. Pour autant ils ne remettent pas en cause cette absence et concluent à l'unique responsabilité du transporteur routier dans la genèse de l'accident.

- Les deux documents ne mentionnent pas l'absence de mise en œuvre de la couverture d'obstacle par le conducteur du TER, et n'interrogent pas l'absence de déclenchement du signal d'alerte lumineux et d'utilisation du sifflet.
- Ils ne recherchent pas l'historique et les raisons du dérangement des postes téléphoniques du PN.

En synthèse, ces documents reflètent un regard parcellaire sur l'événement et son contexte, à charge pour le transporteur routier et à décharge pour les acteurs ferroviaires. Ils deviennent ainsi des freins à l'amélioration du système, à l'encontre de leur vocation initiale. Le BEA-TT estime que ce défaut tient en premier lieu au fait que leur rédaction est confiée aux établissements impliqués, et qu'il est indispensable d'apporter au DGAS un éclairage par une entité tierce, de nature à favoriser une meilleure prise en compte de l'ensemble des enjeux. Il formule la recommandation suivante :

Recommandation R10 adressée à SNCF Réseau :

Compte tenu des enjeux de sécurité, revoir l'organisation d'une part de l'établissement du document de préparation des réunions « J+1 », d'autre part de la validation du rapport d'analyse causale, pour faire en sorte qu'un regard extérieur non impliqué localement dans le contexte de l'événement puisse contribuer à dégager des pistes d'amélioration.

Pour les événements comportant la présence d'un obstacle à la circulation des trains, évaluer systématiquement, dans le cadre des réunions « J+1 » et des RAC, les mesures prises par les intervenants depuis la perception de la présence de l'obstacle jusqu'à l'obtention de l'assurance que l'obstacle est protégé.

5.11.2 - L'analyse conduite par SNCF Voyageurs

Le processus de validation du document de retour d'expérience établi au sein de SNCF Voyageurs est mis en œuvre via un outil informatique d'échanges dénommé « Portail DPX ». Le projet de document, rédigé par le responsable hiérarchique du conducteur impliqué dans l'événement, est soumis pour validation à l'expert régional traction puis, en cas d'avis favorable, transmis pour approbation au responsable hiérarchique du cadre rédacteur du document.

S'agissant de l'accident objet du présent rapport, une première version du document a fait l'objet d'un refus de l'expert régional traction (ERT), qui a notamment interrogé la mise en œuvre d'une couverture d'obstacle par le conducteur du train. La seconde version du document a cependant été approuvée par le Directeur de Lignes en août 2023 sans que cette interrogation y ait reçu une réponse. Cette anomalie s'explique par deux facteurs :

1. Les fonctionnalités de l'application « Portail DPX » ne permettent qu'une seule consultation de l'expert régional traction. En cas de refus d'une première version, la seconde version est directement soumise au supérieur du cadre rédacteur.
2. Les commentaires de l'ERT sur la version initiale restent disponibles dans l'application, mais leur consultation demande une recherche spécifique. Ainsi, s'il n'est pas particulièrement alerté sur l'existence d'un refus antérieur et ses motifs, le décideur risque, dans un contexte de charge de travail élevée, de valider la seconde version sans lui accorder toute l'attention requise.

Le BEA-TT estime nécessaire, dans une telle situation, que l'application assure une meilleure fonction d'aide à la décision pour le valideur.

Il apparaît par ailleurs que cet événement n'a pas fait l'objet d'un échange entre les cadres traction de l'entité, alors qu'un tel partage aurait très probablement permis d'interroger à nouveau l'absence de mise en œuvre de la couverture d'obstacle.

Le BEA-TT formule la recommandation suivante :

Recommandation R11 adressée à SNCF Voyageurs :

Amender l'application « Portail DPX » pour faire en sorte qu'un refus éventuel d'une première version du document de retour d'expérience par un expert sécurité soit explicitement signalé au décisionnaire dans cette application en accompagnement de la seconde version proposée à son approbation, et signalé en parallèle à la hiérarchie de l'expert sécurité.

Lorsque l'événement concerné présente un haut potentiel de gravité ou d'apprentissage, ou est de nature à intéresser l'encadrement, mettre en œuvre un partage du retour d'expérience avec l'ensemble de l'encadrement de l'entité dirigée par le décisionnaire.

5.12 - Le partage des enseignements de cet accident

Au-delà des acteurs directement impliqués dans cet accident, la prise en compte des enseignements de cette enquête par l'ensemble des entreprises de transport routier effectuant des transports exceptionnels, ainsi que par l'ensemble des entreprises ferroviaires, serait susceptible de faire progresser les pratiques.

Le BEA-TT invite les fédérations professionnelles du transport routier à partager avec leurs adhérents le retour d'expérience de cet accident pour insister notamment :

- *sur l'importance de conduire des études d'itinéraires exhaustives et exemptes d'ambiguïtés pour les membres des convois ;*
- *sur la nécessité que les membres des convois exceptionnels prennent connaissance de manière approfondie du détail de leur arrêté d'autorisation de circulation ;*
- *sur la priorité à donner au lancement de l'alerte par téléphone en cas de blocage d'un véhicule sur les voies ferrées.*

Le BEA-TT invite l'Établissement Public de Sécurité Ferroviaire (EPSF) à partager avec les entreprises ferroviaires le retour d'expérience de cet accident pour insister notamment :

- *sur l'intérêt d'évaluer le niveau de connaissance du système GSM-GFU par leurs conducteurs, pour les entreprises opérant sur des lignes équipées de ce système ;*
- *sur le caractère impératif de la confirmation par un agent circulation de la mise en œuvre effective de la protection d'obstacle ;*
- *sur l'entraînement régulier des agents de conduite au comportement à adopter en cas de présence d'un obstacle sur la voie ;*
- *sur la mise en place d'une veille sur l'encadrement des conducteurs pour garantir que les éventuelles déclinaisons locales des règles établies ne dégradent pas le niveau de sécurité garanti par les textes réglementaires.*

Analysis of causes and associated factors, preventive guidelines

The cause tree

The investigations carried out enabled the three following diagrams to be drawn up; they summarize the probable course of the approach of the oversized convoy, of the collision and of its aftermath, respectively. The causes of the collision and the associated factors have been identified.

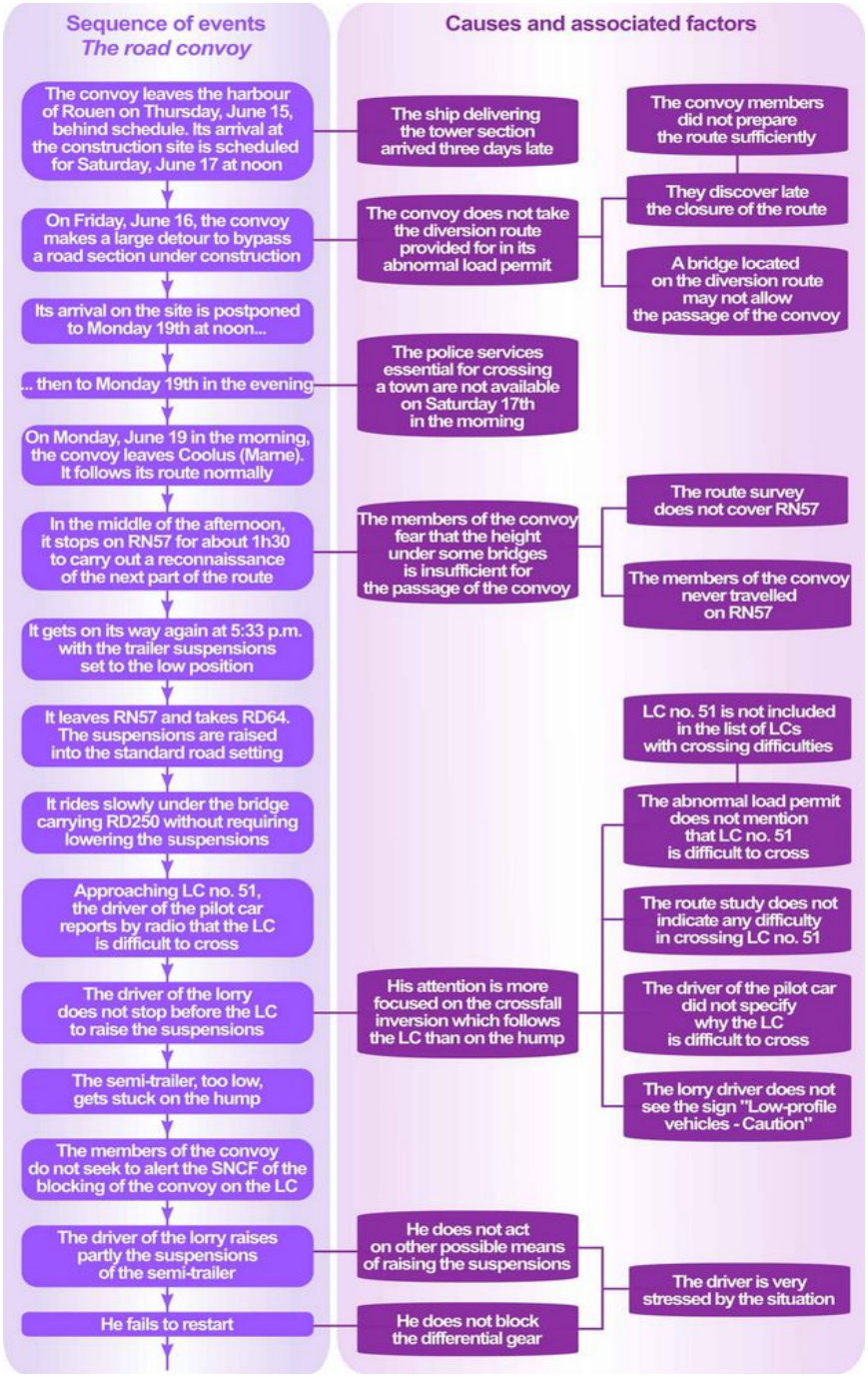

Figure 44: Diagram of causes and associated factors – The approach of the oversized convoy

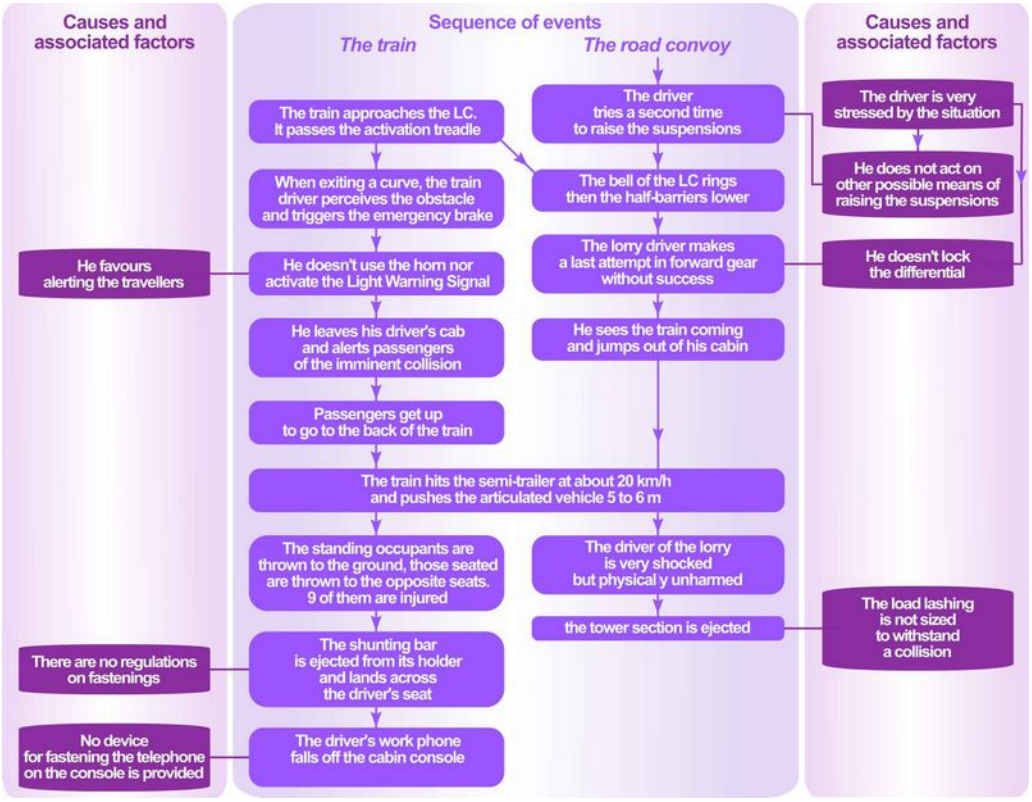

Figure 45: Diagram of causes and associated factors – The collision

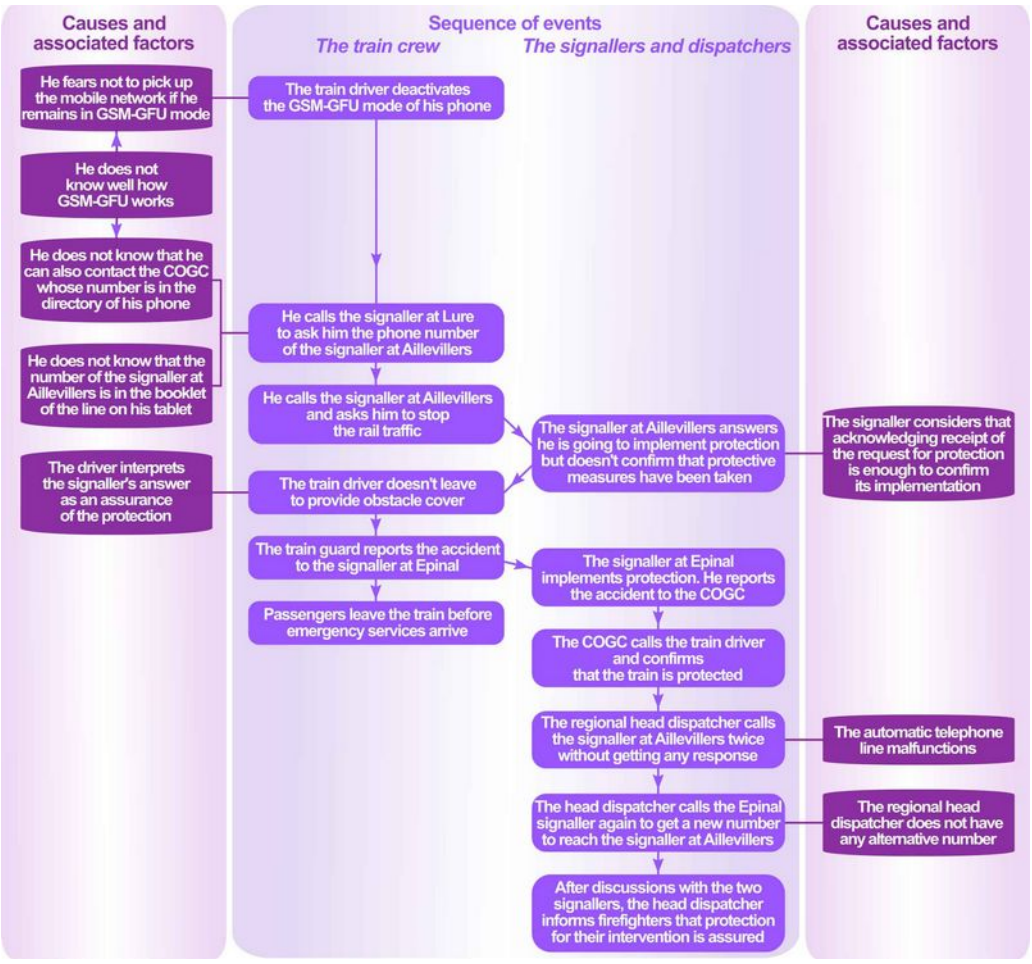

Figure 46: Diagram of causes and associated factors – After the collision

The direct cause of the accident is the semi-trailer getting stuck on the hump located before the crossing, shortly before the train arrived. This blockage resulted from a lack of attention paid to the severity of the hump by the lorry driver, due to:

- focusing his attention on the inversion of the crossfall following the level crossing (LC);
- the lack of reporting the difficulty in crossing the LC in the route survey;
- the absence of any mention of this difficulty in the convoy's abnormal load permit.

The vigilance of the train driver, who fulfilled his obligation to observe the track and its surroundings while driving and triggered emergency braking as soon as he detected the obstacle, made it possible to limit the consequences of the collision, the severity of which could have been much greater if he had reacted less quickly, or in conditions of lower visibility.

The analysis of the causes of the accident, of its context and of the follow-up given by the various stakeholders leads the BEA-TT to seek preventive guidelines in the following areas:

- Identification and management of level crossings with crossing difficulties;
- Road safety diagnostics of level crossings;
- The processing times for applications for abnormal load permits;
- The preparation of the route for the convoy by the road haulier;
- The actions of the members of the convoy on the approach and on the LC;
- The fastening of equipment in the train driver's cabin;
- The actions of train drivers following a collision;
- Telephone exchanges between the services in charge of rail traffic management;
- Maintenance of alarm telephones at level crossings;
- The procedures for analysing the accident within the SNCF.

Identification and management of level crossings with crossing difficulties

The longitudinal profile of LC no. 51 is more binding than the standard profiles of the amended decree of 4 May 2006 relating to oversized transport. However, on the date of the accident, it was not included in the list of LCs with crossing difficulties sent to the Vosges department's processing department. This absence led the BEA-TT to send SNCF Réseau on 17 August 2023, without waiting for the publication of the investigation report, the immediate recommendation copied hereunder:

Recommendation addressed to SNCF-Réseau:

- Check without delay the compliance of level crossing no. 51 to the various standard profiles defined in article 12 of the amended decree of 4 May 2006.

- In the event of non-compliance, immediately send to the Vosges prefecture's processing department an update of the list of level crossings with crossing difficulties, including level crossing no. 51.

SNCF Réseau confirmed the non-compliance of the road longitudinal profile to the various standard profiles defined in Article 12 of the amended decree of 4 May 2006 and consequently sent the Vosges prefecture on 21 August 2023 an update of the list of Lcs with crossing difficulties including LC no. 51.

Beyond the specific case of LC no. 51, this omission and the context surrounding it suggest several paths to improvement.

Existence of topographical surveys of the longitudinal profile of LCs

According to the details provided by SNCF Réseau, the previous decision not to include LC no. 51 in the list of LCs with crossing difficulties was based on a “rope survey” (see section 3.7.1). This study procedure is not defined in a technical document and its results are not recorded, which raises questions about the rigor of the approach. On the date of the accident, SNCF Réseau did not have a topographic survey of the longitudinal profile of the road RD 164 at the LC.

An internal analysis by SNCF Réseau led the company to consider that the case of LC no. 51 was not isolated and to initiate actions intended to fill the gaps in longitudinal profile surveys of LCs. The Infrapôles Establishments were thus asked to check, during the annual inspections of LCs conducted by local managers, the presence in the LC file of a road profile survey as well as its relevance, in particular its proper updating after works, and to plan corrective action if not. This instruction was reportedly transmitted unofficially at the beginning of 2024 but, to our knowledge, has not been the subject of a formalized sending to date.

The BEA-TT invites SNCF Réseau to formalize the instructions for verifying the existence of topographical surveys on each LC, to put in place the conditions for carrying out the necessary additional surveys, and to supplement the system by reminding the Infrapôles of the necessary traceability of the topographical surveys.

The principle of checking the criterion of crossing difficulty of a LC

Article 12 of the decree of 4 May 2006 defines three standard longitudinal profiles and requires that the road haulier ensure that the ground clearance of its convoy is sufficient to allow it to cross these three profiles. *"When the convoy meets these conditions, only the level crossings indicated on the computer application dedicated to abnormal load routes and requirements as presenting difficulties in crossing must be subject to a specific examination by the haulier."*

The decree does not provide any precise definition of a level crossing presenting difficulties in crossing. Only the wording recalled above can be used; it leads to implicitly considering that a LC presenting difficulties in crossing is a LC that a convoy capable of crossing the three standard profiles would not necessarily be able to cross. It is therefore a LC presenting greater differences in level than the three standard profiles.

In practice, to check whether a level crossing should be considered difficult to cross, SNCF Réseau uses the TIPULES computer tool, which compares the longitudinal profile survey of the level crossing with seven gauges composed of a wheelbase ranging from 6 to 12 m, and the associated minimum ground clearance allowing it to cross the standard profiles of the decree (see details in section 3.7.1). However, these test conditions result from an interpretation of the terms of the decree:

- the decree does not contain any limitation on wheelbase values;
- the two curved standard profiles are defined without spatial limit (unlike the so-called "humpback" standard profile, which has a span of 6 m and is therefore entirely covered by the TIPULES gauges).

In addition, the wheelbase values of oversized convoys can usually exceed 12 m[44]. The sole application of the seven TIPULES gauges therefore may therefore lead to an incomplete list of LCs presenting crossing difficulties. For this reason, the BEA-TT suggests supplementing these tests with a direct application of the implicit definition deduced above.

44 For example, if the trailer involved in the accident is extended to its maximum length, the wheelbase between the last axle of the tractor and the first axle of the trailer exceeds 26 m.

The BEA-TT invites SNCF Réseau to supplement the TIPULES computer tool with a procedure comparing the differences in level observed on the survey of the longitudinal profile of the LC with those associated with the curved standard profiles, without applying any spatial limit other than that imposed by the available topographic data.

When the longitudinal profile of the LC has a high point, the comparison can be made for instance by superimposing this high point on that of the convex curved standard profile, as done for LC no. 51 in figure 39 (section 3.7.1).

Annual updates of the lists of difficult-to-cross LCs

Article 12 of the decree of 4 May 2006 states that *"railway operators shall update and send each year to the processing departments the list of level crossings presenting difficulties in crossing […]"*.

On the date of the accident, 19 June 2023, the last list of LCs presenting difficulties in crossing received by the processing department of the Vosges prefecture was dated June 2018. It included 39 level crossings. The update sent at the end of September 2023 in response to the prefecture's request includes 59, which highlights, if need be, the need for annual updates. Reminding the prefectural services of this obligation could help improve compliance.

The concept of a level crossing with difficulties in crossing is only addressed in the entire body of regulations in the amended decree of 4 May 2006 on exceptional transport of goods, machinery or vehicles and vehicle combinations comprising more than one trailer. The implementation of the regulations on exceptional transport falls within the competence of the Road Safety Delegation in the field of traffic policing on the roads. Consequently, the BEA-TT makes the following recommendation:

Recommendation R1 addressed to the Road Safety Delegation (DSR):

Remind departmental prefects of the regulatory obligation for railway infrastructure managers to send them an updated list of grade crossings with crossing difficulties every year. Ask the prefects to check the existence of this annual update and, if it is not available, to request it from these managers.

Publication of information on difficult-to-cross LCs

According to article 12 of the decree of 4 May 2006, the computer application dedicated to abnormal load routes and requirements must indicate LCs presenting difficulties in crossing. The application in service, called "Mon-transport-exceptionnel", replaced the TENet tool in autumn 2023 and took over its functionalities. It also includes a mapping module allowing the petitioner to select the successive sections making up the desired route. To meet the regulatory obligation, this module should allow carriers to view LCs presenting difficulties in crossing.

Note that the Géoportail website[45] allows a map to be displayed, locating the level crossings and engineering structures located on the five abnormal load nationwide range road networks[46] defined by article 9 bis of the decree of 4 May 2006, specifically distinguishing the LCs presenting crossing difficulties. However, this does not fulfil the regulatory requirement, which covers all LCs presenting crossing difficulties, and not only those located on the abnormal load nationwide range road networks.

45 https://www.geoportail.gouv.fr/

46 On these networks, the circulation of certain types of abnormal load convoys may be authorized under a prior declaration regime, without requiring individual permit, or permanent individual permit.

The BEA-TT invites the Road Safety Delegation (DSR) to study the addition, in the mapping module of the "Mon-transport-exceptionnel" application, of a functionality allowing hauliers to view level crossings presenting difficulties in crossing.

Road safety diagnostics of level crossings

The diagnostic form

LC no. 51 was the subject of a road safety diagnostic carried out jointly by the Vosges Departmental Council and SNCF Réseau on September 7, 2020. The inspection report noted its *"difficult profile (vehicle rubbing on exit for large sizes)"* as well as a *"poor perception of the sudden change in the crossfall"*. However, this observation did not lead the participants to check the correct registration of LC no. 51 in the list of LCs with crossing difficulties.

In support of the new regulatory package[47] introduced in spring 2021, the General Directorate for Infrastructure, Transport and Mobility has published a new version of the diagnostic form[48]. The form now includes, in the *"Description of the level crossing"* section, an item entitled *"Difficult profile (Yes/No)"*.

The BEA-TT investigators consider that this wording can be interpreted in two ways, either that the LC has a difficult profile, or that it is included in the list of LCs with difficulties in crossing. As explained to them, the intention of the authors of the form corresponds to the second interpretation, the actual profile being described during the site visit in the section devoted to the road geometry.

The BEA-TT considers that the addition of this item is beneficial, insofar as it gives inspectors the opportunity to check the adequacy between the field observations and the classification of the LC, and to suggest, if necessary, a more thorough check in the event of a possible contradiction. It suggests, however, that the title of the item be clarified in order to remove the ambiguity mentioned above.

The BEA-TT invites the General Directorate for Infrastructure, Transport and Mobility (DGITM) to clarify, in the LC road safety diagnostic form, the title of the current item "Difficult profile" in order to better reflect the fact that it aims to provide information on whether or not the LC is included in the list of Lcs with crossing difficulties.

Cerema has published a technical guide to help carry out diagnostics, the last update of which was produced in 2023[49]. As regards the item *"Difficult profile (Yes/No)"* of the form, the guide provides the following details in Chapter 2:

*"**Difficult profile**: this concept is defined by article 12 of the amended decree of 4 May 2006 on abnormal load transport of goods, machinery or vehicles and vehicle combinations with more than one trailer, which requires hauliers to have vehicles capable of travelling with clearance height margins.*

These LCs are pre-signalled on site by the A2a sign and listed in the databases of the road and/or rail manager. It is difficult to verify article 12 on the ground without any specific measuring instrument. If questioned, and in the absence of a sign announcing this

47 Décret n° 2021-396 du 6 avril 2021 relatif aux diagnostics de sécurité routière des passages à niveau mentionnés à l'article L. 1614-1 du code des transports, et arrêté du 3 mai 2021 relatif aux diagnostics de sécurité routière des passages à niveau.

48 The form can be downloaded from: https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/passages-niveau. The new road safety diagnostic of LC no 51, reproduced in Appendix 5, used this template.

49 *Diagnostic de sécurité routière des passages à niveau. Outils et aide à la réalisation du diagnostic*. Bron : Cerema, 2023.

difficulty, managers should be asked whether this LC is classified as a LC with a difficult profile."

This wording is not entirely consistent with the purpose of the item, namely whether or not the LC is included in the list of LCs with crossing difficulties. On the one hand, it mentions a possible field check, which is not the subject of the item; on the other hand, it implies that the presence of signage is sufficient to ensure the classification of the LC, which is of course not automatic. It would therefore be appropriate to refocus this wording on the sole definition of the concept in question and on the source from which the information should be collected.

Furthermore, in line with the above, the BEA-TT considers that the guide could usefully be supplemented:

- in Chapter 3, devoted to the inspection visit, by encouraging inspectors to check, when the road longitudinal profile of the LC is deemed restrictive, whether the LC is included in the list of Lcs with crossing difficulties, and if not whether this absence is justified;
- in Chapter 4 and in Appendix 3, by adding this inclusion to the list of potential measures available to managers.

The BEA-TT invites Cerema to adapt the wording of the technical guide "Road safety diagnosis of level crossings" in order to better specify the purpose of the item currently labelled "Difficult profile" (chapter 2), to encourage inspectors to check the adequacy between the road longitudinal profile and the classification of the LC (chapter 3), and to display as an additional potential measure the inclusion of the LC in the list of LCs with crossing difficulties (chapter 4 and appendix 3).

Publication of diagnostics on the dedicated website

The LC road safety diagnostic process, initiated by means of a circular in 2008, was incorporated into article L.1614-1 of the Transport Code by the Mobility Orientation Act of 24 December 2019. This article states that *"the structure as well as the procedures for carrying out and making available these diagnostics shall be determined by regulation."*

With regard to their availability, article R. 1614-5 of the Transport Code, created in 2021, states that *"the road manager responsible for carrying out the diagnostic shall send the diagnostic document to the territorially competent prefect within thirty days of its signature. The prefect shall convey the diagnostic documents to a legal entity under public law designated by order of the Minister responsible for transport, who sets up, on behalf of the State, a database accessible to the public."*

Cerema was designated for this purpose by an order of 3 May 2021 and set up the website "Diagnostics des passages à niveau" (“Level Crossing Diagnostics”, https://diagnostic-pn.cerema.fr/). According to the information provided to the BEA-TT, the number of diagnostics posted on the website at the end of August 2024 was approximately 4,400, which appears low compared to the total number of 17,672 LCs listed on the site and suggests that there are deficiencies in the transmission of these documents. For example, the diagnostic of LC no. 51 of Le Clerjus carried out in July 2023 was not available on the website in November 2024. A more general search for diagnostics, carried out in August 2024 on 38 LCs spread across the whole of the Vosges department, did not give any positive result.

The information available to the BEA-TT does not enable it to assess whether these shortcomings result essentially from a failure to carry out the diagnostics, from the failure to transmit the diagnostics carried out by the responsible road managers to the prefects, or from the lack of transmission by the prefects to Cerema.

By email dated July 19, 2024, the General Directorate for Infrastructure, Transport and Mobility (DGITM) asked its LC correspondents in the Regional Directorates for the Environment, Planning and Housing (DREAL) to remind the Departmental Directorates of Territories (DDT) of the importance of transmitting to Cerema the road safety diagnostics received by the prefects. In view of the above, the BEA-TT considers that this request addresses only part of the potential causes of the publication deficiencies.

The BEA-TT invites the General Directorate for Infrastructure, Transport and Mobility (DGITM) to ask departmental prefects to count, in collaboration with road managers, the road safety diagnostics of level crossings carried out, and to check that the corresponding diagnostic documents have been sent to them in accordance with the regulatory obligation.

In addition, although article R. 1614-5 of the Transport Code has established *“a database”*, the website "Diagnostics des passages à niveau" only allows for case-by-case consultation of each LC and its diagnostic document when it is published, without any possibility of exploitation and analysis of the data by the public. The website also does not provide any overall view, at national or departmental level, of the number of diagnostics actually carried out or published. Although the Act has explicitly set as an objective only the making of diagnostics available to the public, the BEA-TT considers, as part of the State’s duty of exemplarity, that the website should also provide the public with elements enabling them to assess the progress made in implementing Parliament's decision, such as the number of diagnostics published and the percentage between this number and the total number of diagnostics to be carried out.

It was objected, during the discussions relating to the content of this report, that Cerema does not have an exhaustive list of all the level crossings eligible for the diagnostics, and is not aware of the total number of diagnostics to be carried out. As a reminder, all *"level crossings open to rail, road or pedestrian traffic"* must be subject to a diagnostic (article L.1614-1 of the Transport Code), with the following exceptions only (article R.1614-2 of the same Code):

"1° Level crossings located on lines or sections of lines closed to rail traffic or used exclusively for tram traffic;

2° Road crossings, at the intersection between a road and a port railway track on which priority of passage does not belong to machines normally running on this railway track."

The difficulties encountered in determining the total number of LCs to be diagnosed appear to be of a different nature depending on the type of rail network.

As regards the national rail network, all LCs were entered on the website based on information provided by SNCF Réseau. It would therefore be necessary, within this scope, to identify the LCs not eligible for diagnostic, i.e. those located on lines out of service. The identification by SNCF Réseau of these non-eligible LCs and the production of a list of eligible LCs should not raise any difficulties.

As regards the other networks (secondary and tourist lines, etc.), the LCs are only entered on the website when the diagnostic is received by Cerema, so the eligible LCs that are not documented are not included. It is therefore not possible to know the exact number of LCs eligible for diagnostic on these networks. However, this number does not seem to exceed a few hundred, and its ignorance does not seem likely to call into question the relevance of a general indicator characterizing the progress of the publication of diagnostics, as long as the overall share of unpublished diagnostics remains substantial.

Thus, even in the absence of knowledge of the exact number of LCs eligible for diagnostic, the gaps do not seem to be of such a magnitude that they would remove all

relevance from an indicator expressing the ratio between the number of diagnostics published and the total number of diagnostics to be carried out. This ratio could be calculated either for the national rail network alone, whose data would be more reliable, or for all networks using some approximations and being possibly expressed in the form of a range.

The BEA-TT invites Cerema to supplement the website "Diagnostics des passages à niveau" with a feature to display, at national and departmental level, the number of diagnostics published and an estimate of the ratio between this number and the total number of diagnostics to be carried out and published.

The processing times for applications for abnormal load permits

The application for an abnormal load permit for the convoy involved in the accident was submitted on 13 March 2023 for a period of 12 months starting on 31 May 2023. The permit was signed on 14 June 2023, i.e. a processing period of three months and one day, for the departure of the first convoy concerned the following day, 15 June 2023.

According to article 8 of the decree of 4 May 2006, *"Individual permits on a specific route or connection to departments other than the one responsible for processing the application must be issued within one month. However, if specific conditions related to the characteristics of the transport or the route require numerous consultations, this period is extended to two months."*

In this case, the route described in the application crossed ten departments. Eight of the ten processing services concerned issued a favourable opinion between 16 March and 5 May 2023, within the statutory period of two months. Two departments issued their opinions later, one after receiving the opinion of a motorway concessionaire, the other due to a lack of staff linked to the vacancy of two out of three positions in the department.

Planning and organising the movement of its abnormal load convoys is a complex task for a haulier, who must take into account multiple constraints related to the load transported, the equipment used, the characteristics of the routes taken, the availability of his teams and that of the organisations (police forces, infrastructure managers) whose assistance is indispensable for the passage of convoys at certain specific points. He is therefore frequently lead to adapt his schedules according to the evolution of some of these constraints. In this context, waiting for the issue of the permit should not constitute an additional constraint if the application has been submitted within the time limit set by the regulations.

BEA-TT investigators questioned the Road Safety Delegation services about the actual processing times for permit applications and the frequency of exceeding regulatory time limits. They replied that they did not have any information on the matter. It seems desirable that the central administration services have information to assess the proper running of the application processing procedures and information to explain any discrepancies.

The BEA-TT invites the Road Safety Delegation (DSR) to carry out a review of the processing times for abnormal load permits, in order to assess in particular the frequency of exceeding the regulatory time limits, as well as an analysis of the main causes of exceeding them, which may guide any corrective actions if necessary.

The preparation of the route for the convoy by the road haulier

The route survey

The route survey carried out by LASO, which also serves as a roadbook for the members of the convoy, has many weaknesses.

The detailed description of the route only covers its final part, from the exit of the RN 57 at Fougerolles-Saint-Valbert (Haute-Saône). LASO considers that the rest of the route was sufficiently well known because its convoys regularly use the roads concerned and therefore did not require prior reconnaissance. However, the convoy crew considered it necessary to carry out a reconnaissance on the RN 57 in order to remove doubts about the height available under some bridges, which resulted in a loss of time for the convoy of about an hour and a half.

The route survey deals with the four types of wind turbine components transported (tower sections, nacelles, hubs and blades), whose mass and dimensional characteristics, and therefore the associated constraints, are very different. However, the comments written in the detailed description do not specify the type of component concerned. Almost all of these comments (turning constraints, need for pruning, removal of road signs) seem to concern the transport of blades, of great length.

Regarding LC no. 51:

- the survey only states *"OK for the sag of LC51"* without emphasizing the need to provide sufficient ground clearance;
- it does not mention the road sign warning low-profile vehicles, nor the severity of the hump, nor the reversal of the road crossfall between the LC and the bend downstream. These omissions may have contributed to the lack of attention paid by the lorry driver to the severity of the hump;
- it includes a generic statement (*"Consult the road managers for the possible obtaining of an agreement"*) which, according to LASO, should in practice only give rise to action if the convoy does not fall within the usual framework (inability to cross the LC within the prescribed time limit of 7 seconds, height of the convoy in the case of an electrified line, etc.). One might think that it is precisely the responsibility of the route survey to carry out these checks and not to leave these questions unresolved.

In this respect, the BEA-TT investigators note that the distance that the articulated vehicle must travel to completely cross the level crossing is 36.60 m (the distance between barriers being 12 m and the length of the vehicle 24.60 m), and that completing this crossing in 7 seconds therefore implies a minimum speed of 5.2 m/s or 19 km/h. Given the inversion of the road crossfall and the transverse stresses that it induces on the transported load, it is doubtful whether such a high crossing speed is appropriate. It should be recalled that if the survey had concluded that the 7-second timme limit could not be met, LASO should have, under the terms of Article 12 of the decree of 4 May 2006, made contact with SNCF Réseau to define the conditions for the convoy's passage. There is no mention in the route survey that this issue has been addressed.

The internal analysis of the accident conducted by LASO did not highlight any of these defects.

The BEA-TT makes the following recommendation:

Recommendation R2 to LASO France:

Extend the route surveys to the entire journey to be covered by the convoys. Formalize a study process by specifying in particular the points of attention on

which it must focus. When the route crosses a level crossing, include in particular a check of the convoy's ability to cross the LC in less than seven seconds. When the survey covers several types of loads or convoys, require the writers to specify which types are concerned by each of the mentions of the survey.

Assimilation by members of the convoy of documents relating to the journey

The members of the convoy were surprised to find on their way, on Friday 16 June, a closure of the RD 951 due to roadworks in the town of Saudoy (Marne), although this had been indicated in their abnormal load permit. They were also uncertain as to whether the convoy would be able to follow the diversion route specified in the permit. This suggests that they had not read the details of the permit carefully enough before travelling this portion of the route.

The BEA-TT invites LASO France to remind its lorry drivers and their escorts of the imperative need to prepare their journeys by reading carefully in advance and in depth the details of their abnormal load permit.

The actions of the members of the convoy on the approach and on the LC

Radio communications between convoy members

In his own words during his hearing by the judicial investigators the day after the accident, the driver of the pilot car noticed the sign "Low-profile vehicles - Caution" as he approached the LC and announced word for word over the radio to the lorry driver "Be careful, level crossing difficult to cross". Although the driver of the lorry quoted different words during his interview with the BEA-TT a year after the accident, the short time between the event and the hearing of the accompanying driver, as well as his use of the expression "word for word", suggest that the wording he reported is correct.

This radio message was prompted by the sight of the A2a road sign (Sag or hump) and the "Low-profile vehicles - Caution" panel, but its wording ("Be careful, level crossing difficult to cross") did not accurately reflect the information provided by the road signs, namely the presence of a hump. The lorry driver explained that he had not seen the sign, that he had noticed both the hump and the inversion of the crossfall as he approached the level crossing, and that he then focused on the inversion of the crossfall and overlooked the severity of the hump.

A message from the escort reporting more accurately of the information provided by the signs might have drawn the lorry driver's attention to the severity of the hump and might have prompted him to raise his suspension before entering the level crossing. The BEA-TT issues the following recommendation:

Recommendation R3 to LASO France:

Insist with convoy escorts and lorry drivers on the need to adopt, in their radio exchanges, terms that are as clear and faithful as possible to the observations to be communicated.

The absence of an alarm after the articulated vehicle got stuck

Once the articulated vehicle was stuck on the hump, none of the members of the convoy had the reflex to raise the alarm using the emergency telephones of the LC, which bore a sign mentioning a replacement number to compensate for their disruption. The emergency telephones of the LC, as well as in this case the telephone number provided as a replacement, allow to directly reach a signaller of SNCF Réseau capable of stopping rail traffic.

This alert should therefore be the first action to be taken in the event of a vehicle stopping on the tracks, even before any attempt to unblock it, even if in this case the time before the train arrived was probably too short to allow the alert to be received and an emergency stop order to be sent to the train.

It should be noted that SNCF Réseau is considering, as part of a project called GAMeC, abandoning in the medium term a large number of the emergency telephones equipping level crossings with traffic momentum of less than 30,000 and replacing them with signs providing an emergency telephone number[50].

The BEA-TT issues the following recommendation:

Recommendation R4 to LASO France:

Remind HGV drivers and escorts that in the event of a vehicle being blocked on the railway tracks, the priority is to raise the alarm using the telephones fitted to the LC, or where appropriate the number which will be indicated as an alternative, and that any possible attempt to unblock the vehicle can only be made in parallel.

The fastening of equipment in the train driver's cabin

During the collision, the shunting bar installed in the driver's cab of the train came loose from its support and landed across the driver's seat, which could have injured the driver if he had remained in the cab. On the X73500 series railcars, the shunting bar is installed vertically on a partition located behind the driver's seat, on the right-hand side (Figure 43).

The deficiencies in the fastenings of certain equipment have already been mentioned in the BEA-TT technical investigation report on the collision between a freight train and an oversized road convoy occurred on 16 June 2021 in Rumigny. During this collision, the two fire extinguishers fitted to the driver's cab came loose from their support and one of them was thrown, brushing the driver's head; the shunting bar, placed in the corridor connecting the cab to the engine compartment, also came out of its housing and blocked the communication door. These circumstances led the BEA-TT to formulate the following recommendation, numbered R4, addressed to the public railway safety authority (EPSF):

"To bring to the international level all the interest that a shared definition of the minimum performances expected for the fastening of certain portable equipment, such as the shunting bar and the fire extinguishers, located inside the trains and for some of them inside the driver's cabs would have.

Pending a harmonized international regulation, to organize at the national level an exchange between rollong stock manufacturers and railway companies with the aim of bringing out good practices and technological solutions in the short term."

The EPSF responded in January 2024:

- on the first point, that it would propose that this subject be included into the next work mandate of the European Commission to the European Union Agency for Railways, the terms of which should be prepared in the first half of 2024;
- on the second point, that it proposed that the contents of the investigation report and the resulting recommendations be brought to the attention of rolling stock manufacturers and railway companies, with the aim of bringing out good practices or suitable technological solutions to share them with the greatest number.

50 This possibility is provided for automatic level crossings whose traffic momentum is less than 30,000 by article 12 of the amended decree of 18 March 1991 relating to the classification, regulation and equipment of level crossings.

Consequently, the BEA-TT does not issue a new recommendation aimed at defining minimum performance for future rolling stock. However, it considers it essential to correct the equipment in service so as to prevent portable equipment from presenting a risk to the driver in the event of a collision.

The collision also caused the driver's work phone, which was placed on the console, to fall to the ground, for which no fastening device is provided. Although in this case this phone remained in working order, different circumstances could probably have led to it being rendered unusable and thus delaying the launch of the alert. The BEA-TT investigators therefore consider it desirable to provide a system for fastening the driver's work phone to the console. The tablet should also be considered with regard to the risks it could present to the driver in the event of projection.

The BEA-TT issues the following recommendation:

Recommandation R5 to SNCF Voyageurs:

Study and implement, on the X73500 series machines in service, the reinforcement of the fixings of the shunting bar placed in the driver's cab in order to help it stay in place in the event of a collision. Consider the need for similar reinforcement for other portable equipment located in the cab (fire extinguishers, safety devices, etc.).

Recommandation R6 to SNCF Voyageurs:

For all types of locomotives, develop and install on the consoles of the driver's cabs a fastening device for the driver's work telephone, on equipment operating on lines equipped with the GSM-GFU link, as well as for the tablet.

The actions of train drivers following a collision

The use of GSM-GFU

In order to raise the alarm after the collision, the train driver, fearing that he would not be able to pick up the mobile network if he remained in GSM-GFU mode, deactivated the ARES application before making his calls. Not having the telephone number of the signaller posted at Aillevillers station, he first called the signaller at Lure station, whose number he had in his call history; he then called the signaller at Aillevillers at the number provided by his colleague from Lure.

In practice, according to the details provided by SNCF Voyageurs to the BEA-TT investigators, there was no need for the driver to deactivate the ARES application, as activating it had no impact on the phone's ability to make calls. Furthermore, although the ARES application directory did not include the number of the signaller at Aillevillers, it did include the emergency number of the Lorraine Traffic Management Operations Center (COGC), which the driver could also have called to raise the alarm.

It may also be recalled that the booklet of the line, which can be consulted on the tablet with which the driver was equipped, contains the telephone numbers of all the signallers concerned, including that of Aillevillers. However, it is not easy, in a stressful situation following a collision, to carry out such a search, which would also imply that the tablet was not damaged during the impact.

These circumstances reveal a lack of knowledge by the train driver of the GSM-GFU tool, and more broadly of the resources that can be mobilised in the event of an emergency. The Safety Department of the Bourgogne-Franche-Comté TER Directorate has decided to assess the level of knowledge of all drivers in the regional directorate regarding the use of GSM-GFU. Depending on the conclusions, training actions could then be implemented.

The BEA-TT invites SNCF Voyageurs to generalise the assessment of the level of knowledge of the GSM-GFU system to all its drivers.

The procedure of SNCF Voyageurs dealing with the management by the driver of an obstacle on the track is defined by the "Line Driver Reference Document" in its article "F 44.01 Obstacle or danger for trains operating on conventional lines". A driver who notices the presence of an unprotected obstacle or a danger to traffic on the track *"must alert by the fastest means (radio, track telephone, LC telephone, etc.) a station or post capable of stopping and holding trains heading towards the obstacle or dangerous point"*.

The procedure does not specify whether the driver should prioritise calling the COGC or the appropriate signaller on the area, implicitly leaving him free to choose, depending on the situation, which of the two he considers most likely to quickly implement the stopping and holding of traffic. However, to do this, the driver should have the numbers of all the signallers competent on his line, which is not the case in the current configuration of the ARES application.

The project owner of the ARES application is SNCF Réseau, which then makes it available to railway companies operating on lines equipped with the GSM-GFU link.

The BEA-TT invites SNCF Réseau to study the possibility of integrating, in the telephone directory of the ARES application, the numbers of all the signallers of the network or, if not feasible, the numbers of the signallers competent on the lines used by the driver using the mobile telephone for GSM-GFU.

The procedure for alerting by a driver in the event of an obstacle on the tracks

Article F 44.01 of the “Line Driver Reference Document” of SNCF Voyageurs mentions the possible use of landline telephones (track or level crossing telephone) but does not explicitly consider the use of mobile telephony, which did not exist at the time of its writing. These resources now constitute an additional resource that it would be useful to highlight in the absence of ground-to-train radio.

The content of this article is derived from the document "Measures to be taken in the event of a serious or imminent risk to safety" by SNCF Réseau[51], from which it reproduces certain passages. However, in its most recent version (September 2022), this document stipulates that any agent who notices or is informed of the presence on the track of an unprotected obstacle or a danger to traffic *"shall alert by the fastest means (radio, telephone, etc.) the traffic management agent capable of stopping trains heading towards the obstacle or danger zone."* This wording therefore implicitly envisages the use of a mobile phone and does not require any change.

The BEA-TT invites SNCF Voyageurs to study a supplement to the procedure dealing with the management of an obstacle on the track by the driver, which would explicitly provide for the use by the driver of telephone means (GSM-GFU mobile phone on the equipped lines, or his professional mobile telephone) to alert the Traffic Management Service on lines not equipped with ground-to-train radio.

Exchanges between drivers and signallers

The train driver reported the accident to the signaller at Aillevillers station and asked him to stop traffic on the line. The signaller did not confirm, before the end of their telephone conversation, that the protective measures had been taken. However, the driver considered that protection for passing trains was ensured and therefore did not consider it necessary to provide obstacle cover.

51 Document RFN-IG-SE 02 B-00 n°004 (OP00588).

As for him, once the protection against obstacle had been implemented, the signaller did not call the driver back to confirm that it was effective, because he considered that simply acknowledging receipt of the request meant that the protection would be in place, the handling required being light and immediate.

Each of the two parties therefore considered that acknowledging receipt of the protection request was equivalent to ensuring its implementation, thus ignoring the possibility that an unforeseen factor (operator fainting, technical problem, external disturbance, etc.) could prevent the closure of the signals. Such an interpretation is not admissible according to the safety rules. The BEA-TT makes the following recommendation:

Recommendation R7 addressed jointly to SNCF Voyageurs and SNCF Réseau:

Remind drivers and signallers that the assurance for the driver of effective implementation of the protection against obstacle can only result from an explicit confirmation by the signaller; that this confirmation is therefore imperative; and that a simple acknowledgement of receipt of a request for protection against obstacle does not in any way imply its implementation.

Implementation of emergency actions by train drivers

The analysis of the circumstances of the accident highlighted several deviations in the application of the rule by the driver:

- he did not use the horn before the collision, nor activate the Light Warning Signal; these actions should be systematic in this type of event;
- he failed to provide obstacle cover even though he had not received formal assurance that the area was protected.

The BEA-TT questions the need to strengthen driver training on these topics and issues the following recommendation:

Recommendation R8 addressed to SNCF Voyageurs:

Identify the most relevant frequency for training drivers on emergency actions, on the warnings to be issued when an obstacle is present on the track, and on assessing situations requiring the implementation of the obstacle cover procedure, and introduce this frequency into the planning of their in-service training.

When accompanied by local managers while driving, regularly train drivers on emergency actions, on the warnings to be issued when an obstacle is present on the track, and on assessing situations requiring the implementation of the obstacle cover procedure.

The amendment introduced to the safety rules

Following the internal feedback on the accident, the supervisor of the driver involved has introduced in his unit a rule according to which, if a driver has requested the implementation of protective measures against obstacle, and if he does not receive confirmation within one minute that the protection is effective, then he must leave with the equipment to provide obstacle cover.

This instruction is contrary to the national safety rules of SNCF Voyageurs (article F 44.01 of the “Line driver reference guide”) which prescribe that the driver, if he does not have the assurance that protection against obstacle is provided, must *“light, if he has one, a red flame torch”*, and to *“proceed as soon as possible to meet the first expected train, presenting the lit torch or, if not available, a hand stop signal”*.

After discussions with the BEA-TT investigators, who expressed their surprise, the Franche-Comté Lines Director invalidated this derogatory instruction. However, the

BEA-TT considers it worrying that a supervisor could have introduced such an instruction without any external control being carried out, and makes the following recommendation:

Recommendation R9 addressed to SNCF Voyageurs:

Set up a monitoring of all train drivers' management to ensure that any local variations of the established rules do not degrade the level of safety guaranteed by the regulatory texts.

Identify local initiative to amend a prescribed rule as a hazard in the company's hazard register, determine and implement risk coverage measures to ensure that the safety level does not deteriorate.

Telephone exchanges between the services in charge of rail traffic management

Following the collision, the Regional Head Dispatcher (CRC) of Lorraine tried twice to reach the Aillevillers signaller via the dedicated SNCF Réseau telephone line (known as the "automatic line"), without success. He finally managed to reach him via another internal line, via the internet network, at another number provided by the signaller at Épinal.

In the opinion of several of the interlocutors met by the BEA-TT investigators, the automatic line frequently malfunctions. Users therefore end up favouring other telephone networks (another internal line via the internet network, or the station's public number to contact a signaller) without even bothering to check whether the automatic line is available.

Most of the telephone calls made between the CRC, the signallers and the train driver during this accident were made on alternative networks to the automatic line, which were not subject to voice recordings. The BEA-TT considers that understanding the circumstances of certain events and how they were handled might require a detailed analysis of the content of the telephone conversations between the various parties involved, and that all telephone devices used by signallers or Traffic Management Operations Centers (COGCs) for conversations related to safety procedures should be systematically recorded.

This need has already been identified in three previous investigation reports[52] by the BEA-TT, each of which issued a recommendation aimed at ensuring the recording and traceability of safety telephone communications by regulators and signallers. The monitoring of the implementation of each of these recommendations was closed by the Public Railway Safety Authority (EPSF) in 2022 with an identical comment: "The progress as of 11/10/2022 of the deployment of recorders in the stations was 56% of the scheduled operator stations. The action is closed given the overall progress and the provision of a schedule for the equipment of the remaining stations by 2025." However, the course of the exchanges following the collision at Le Clerjus shows that it is essential to record all the telephone lines equipping a workstation.

Finally, it emerges from the course of the discussions that the Lorraine CRC did not have an alternative telephone number to reach the signaller at Aillevillers by any means other than the automatic line. The search for an alternative number has forced him to call the

52 Rapport d'enquête technique sur le rattrapage de deux trains de marchandises survenu le 1er février 2012 à Maillé (37). BEA-TT, novembre 2012.
Rapport d'enquête technique sur le heurt d'un engin de travaux sur caténaires par un train de voyageurs survenu le 4 juillet 2012 à Lachapelle-Auzac (46). BEA-TT, juillet 2013.
Rapport d'enquête technique sur le heurt d'un Train Express Régional stationné à quai par un train de surveillance de l'Infrastructure survenu le 15 décembre 2014 en gare de Saint-Germain-des-Fossés (03). BEA-TT, mai 2016.

Épina signaller again and thus waste time that could have been valuable in other circumstances. It seems desirable that the COGCs have all the telephone numbers useful to contact the signallers.

The BEA-TT invites SNCF Réseau:

- *to ensure the availability of telephone lines that may be used for implementing safety procedures;*
- *to finalize the setting up of recording devices on all telephone lines used by COGCs and signallers for conversations related to safety procedures;*
- *to equip COGCs with a directory containing all telephone numbers for contacting signallers.*

Maintenance of alarm telephones at level crossings

The maintenance timeline of the emergency alert telephones on LC no. 51 has been detailed in section 3.7.3 and can be summarised as follows:

1. A fault noted on an interface in early April 2023 only resulted in the posting of two posters indicating that the telephones were out of order, and in carrying out a monthly remote monitoring.
2. The telephones were considered operational again at the end of July after a positive follow-up test, without any repairs having been made.
3. A fault was reported again in September 2023, and was not resolved until March-April 2024.

The malfunction observed at the beginning of April 2023 was not recorded in the DIGITOP computer application for monitoring maintenance of telephone equipment, and was not the subject of any request for intervention. In previous practice, the monthly monitoring tests did not lead to recording and no trace of the dates or results of these tests was kept. It was only when the BEA-TT investigators questioned the Lorraine Telecom and Computer Services Agency (ASTI) on this subject that the department became aware of this shortcoming and decided to keep the logbooks reporting the test results.

In accordance with Article 12 of the amended decree of 18 March 1991 relating to the classification, regulation and equipment of level crossings, *"these emergency alert telephones enable road users to notify agents authorised by the railway operator of any abnormal situation at level crossings, in particular the presence of obstacles on the railway tracks and malfunctions of automatic installations"*. This alert function, in particular in the event of an obstacle on the railway tracks, was introduced into the decree in 2017, on the recommendation of the BEA-TT following its technical investigation on the collision which occurred in 2015 in Nangis between a passenger train and a low-profile articulated vehicle.

The BEA-TT therefore considers it necessary to consider the emergency alert telephones fitted to Lcs as equipment contributing to safety, and to maintain a high level of availability for them.

It invites SNCF Réseau to raise awareness among ASTI departments that level crossing emergency alert telephones are safety equipment that should be repaired as soon as possible when a malfunction is detected, and for which all malfunctions noted, checks and maintenance interventions should be recorded.

The procedures for analysing the accident within the SNCF

Analyses carried out by SNCF Réseau

According to the procedures in force within SNCF Réseau, for certain safety events, the entity responsible for the area in which the event occurred must submit to the Deputy Director General for Safety (DGAS) a report on the precautionary measures as well as the immediate actions taken or to be taken to prevent the return of a similar event within the entity's area. This presentation is made during a meeting called "J+1" which was held, for the accident on LC no. 51, on 26 June 26 2023.

Each safety event involving safety issues in railway operations must also be the subject of a causal analysis report (RAC), the drafting of which is entrusted to the Local Safety Manager acting on the scope of the production area involved in the event. The RAC for the accident on LC no. 51 was produced on 5 July 5 2023.

As highlighted in section 3.8.2, the analysis prepared for the "J+1" meeting and the RAC share the same weaknesses:

- Both documents mention the difficult profile of LC no. 51, the identification of this difficulty during the road safety diagnostic, the presence on the road of the sign “Low-profile vehicles - Caution” and the lack of inclusion of the LC in the list of difficult-to-cross LCs. However, they do not question this absence and they conclude that the road haulier is solely responsible for the genesis of the accident;
- Both documents do not mention the failure of the train driver to provide obstacle cover, nor do they question the failure to activate the warning light signal and use the horn;
- They do not look for the history and reasons for the malfunction of the telephones of the LC.

In summary, these documents reflect a fragmentary view of the event and its context, which is incriminating for the road haulier and exonerating for the railway actors. They thus become obstacles to improving the system, contrary to their initial purpose. The BEA-TT considers that this defect is due primarily to the fact that their drafting is entrusted to the establishments involved, and that it is essential to provide the DGAS with insight from a third party entity, which would promote better consideration of all the issues. It makes the following recommendation:

Recommendation R10 addressed to SNCF Réseau:

Given the safety issues, review the organization of, on the one hand, the drafting of the document preparing the “J+1” meetings, and on the other hand, the validation of the causal analysis report, to ensure that an outside point of view by somebody not locally involved in the context of the event can contribute to identifying avenues for improvement.

For events involving the presence of an obstacle to train traffic, systematically assess, as part of “J+1” meetings and RACs, the measures taken by those involved from the perception of the presence of the obstacle to obtaining assurance that the obstacle is protected.

The analysis carried out by SNCF Voyageurs

The validation process for the feedback document established within SNCF Voyageurs is implemented via a computer exchange tool called "Portail DPX". The draft document, drawn up by the supervisor of the driver involved in the event, is submitted for validation to the regional traction expert and then, if his opinion is favorable, forwarded for approval to the line manager of the supervisor who wrote the document.

With regard to the accident that is the subject of this report, a first version of the document was rejected by the regional traction expert (ERT), who in particular questioned the implementation of obstacle cover by the train driver. However, the second version of the document was approved by the Line Director in August 2023 without this question having received a response. This anomaly is due to two factors:

1. The functionalities of the "Portail DPX" tool allow only one consultation of the regional traction expert. In the event of a first version being rejected, the second version is directly submitted to the manager of the drafting supervisor.
2. The traction expert's comments on the initial version remain available in the application, but their consultation requires a specific search. Thus, if the decision-maker is not particularly alerted to the existence of a previous refusal and its reasons, he may, in a context of high workload, validating the second version without giving it all the attention required.

The BEA-TT considers it necessary, in such a situation, that the application provides a better decision support function for the validator.

It also appears that this event was not the subject of an exchange between the entity's traction managers, whereas such a sharing would most likely have led to question again the lack of implementation of obstacle coverage.

The BEA-TT issues the following recommendation:

Recommendation R11 addressed to SNCF Voyageurs:

Amend the "Portail DPX" application to ensure that any refusal of a first version of the feedback document by a safety expert is explicitly reported to the decision-maker in this application along with the second version proposed for approval, and reported in parallel to the safety expert's hierarchy.

When the event in question has a high potential for seriousness or learning, or is of interest to the supervisory staff, implement sharing of feedback with all the managers within the entity headed by the decision-maker.

Sharing the lessons from this accident

Beyond the actors directly involved in this accident, taking into account the lessons of this investigation by all road transport companies performing abnormal load transport, as well as by all railway companies, would be likely to improve practices.

The BEA-TT invites professional road transport federations to share with their members the feedback from this accident to insist in particular on:

- *the importance of carrying out route surveys that are comprehensive and unambiguous for convoy members;*
- *the need for members of abnormal load convoys to be thoroughly familiar with the details of their permit;*
- *the priority to be given to launching the alert by telephone in the event of a vehicle being blocked on the railway tracks.*

The BEA-TT invites the Public Railway Safety Authority (EPSF) to share the feedback from this accident with the railway companies to insist in particular on:

- *the interest of assessing their drivers' level of knowledge of the GSM-GFU system, for companies operating on lines fitted with this system;*
- *the imperative nature of confirmation by a signaller of the effective implementation of protection against obstacle;*

- *the regular training of train drivers in the behavior to adopt in the event of an obstacle on the track;*
- *the implementation of a monitoring on driver supervisors to ensure that any local variations in the established rules do not degrade the level of safety guaranteed by the regulatory texts.*

ANNEXES

Annexe 1 : Décision d’ouverture d’enquête

Annexe 2 : Le système GSM-GFU

Annexe 3 : La vitesse de l’ensemble routier enregistrée par le chronotachygraphe

Annexe 4 : Estimation de la vitesse du TER à l’instant de la collision

Annexe 5 : Nouveau diagnostic de sécurité routière du PN 51 (25 juillet 2023)

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

BEATT
Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre

Le Directeur

La Défense, le 12 JUIL. 2023

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 de la collision entre un train de voyageurs et un poids lourd transportant une partie d'un mât d'éolienne survenue le 19 juin 2023 sur le passage à niveau n° 51 au Clerjus (88) ;

décide

Article 1 : Une enquête technique est ouverte en application des articles L. 1621-1 et R. 1621-22 concernant la collision entre un train de voyageurs et un poids lourd transportant une partie d'un mât d'éolienne survenue le 19 juin 2023 sur le passage à niveau n° 51 sur la commune du Clerjus dans les Vosges.

Jean-Damien PONCET

Grande Arche – Paroi Sud 92055 – LA DEFENSE CEDEX
Tél. : 01 40 81 21 83 – Mél : bea-tt@developpement-durable.gouv.fr
http://www.bea-tt.developpement-durable.gouv.fr

Annexe 2 : Le système GSM-GFU

Le GSM-GFU est un système de communication téléphonique entre le conducteur d'un train et les agents chargés de la gestion des circulations. Il utilise, avec un accès prioritaire, les réseaux de téléphonie mobile GSM (Global System for Mobile) publics exploités en groupe fermé d'utilisateurs (GFU).

Le conducteur du train est doté d'un téléphone portable spécifique qui peut recevoir une alerte de sécurité lui intimant un arrêt immédiat. Au début de chaque mission, il doit activer l'application ARES (Amateur Radio Emergency Service) et saisir le numéro de son train. Cette activation a pour effet de passer le téléphone en « mode pro » et de n'accepter en réception qu'un éventuel appel d'arrêt d'urgence, en bloquant les appels vocaux entrants et la réception des SMS. Le téléphone doit être accessible en toute circonstance, à proximité du poste de conduite[53], et sa sonnerie doit être réglée au niveau maximum. Le conducteur doit désactiver ARES dès la fin de la mission, et la réactiver avec le numéro de train adéquat s'il repart pour une nouvelle mission.

Un appel pour arrêt d'urgence est caractérisé par une sonnerie particulière. Dès réception de cette sonnerie, le conducteur doit provoquer l'arrêt d'urgence de son train, émettre le signal d'alerte lumineux puis rappeler (par appui sur un bouton dédié) l'opérateur au sol qui a émis l'appel d'arrêt d'urgence pour instructions.

L'application ARES permet également au conducteur d'appeler tout numéro interne SNCF ou externe depuis le « mode pro ». Le numéro peut être composé manuellement ou sélectionné dans un annuaire interne comportant 93 contacts dont l'ensemble des COGC et les agents circulation de certaines gares. Cet annuaire est également disponible lorsque ARES est désactivée. Cette liste est nationale et identique pour tous les postes téléphoniques. Par défaut les entrées du répertoire sont classées par ordre alphabétique mais l'utilisateur peut en modifier l'ordre pour placer en tête de liste les numéros qui lui seront les plus utiles, par exemple les COGC compétents sur sa ligne. En revanche il ne peut pas ajouter ou retirer de numéro de la liste.

Étant établi au plan national, l'annuaire ne comporte pas l'ensemble des gares. Pour le cas particulier de l'accident du Clerjus, par exemple, l'annuaire comporte les numéros des gares d'Épinal et de Lure, mais pas de celle d'Aillevillers. Toutefois les numéros interne et externe de tous les agents circulation de la ligne figurent dans le livret de ligne consultable sur la tablette dont le conducteur est équipé. À défaut, le conducteur peut également joindre le COGC compétent, dont le numéro figure dans l'annuaire ARES ainsi que dans le livret de ligne.

Parmi les évolutions de l'application ARES envisagées figurent notamment :

- une fonctionnalité de détection de choc avec, en cas de choc important, l'envoi sans action du conducteur d'un appel d'urgence au COGC concerné, accompagné des coordonnées GPS du smartphone ;
- une fonctionnalité « bouton d'urgence » qui adresserait automatiquement une alerte au COGC ;
- la possibilité pour le conducteur, en cas de fait de sûreté, d'appeler le Poste de Commandement National Sûreté. L'application routera l'appel automatiquement vers le plateau concerné en utilisant la géolocalisation du smartphone ;
- la possibilité de mettre en relation le conducteur et le contrôleur lorsque les deux utilisateurs sont activés sur le même train, afin de pallier une défaillance de l'interphonie ou son absence.

53 C'est le seul cas où le conducteur est autorisé à poser un téléphone allumé sur son pupitre.

Annexe 3 : La vitesse de l'ensemble routier enregistrée par le chronotachygraphe

Les figures ci-après représentent, à titre d'exemples, la vitesse pratiquée sur l'intégralité des deux journées du vendredi 16 juin et du lundi 19 juin. Les lignes bleues horizontales correspondent aux seuils de 50 km/h (vitesse maximale autorisée sur les routes pour un convoi de 3ème catégorie) et 80 km/h.

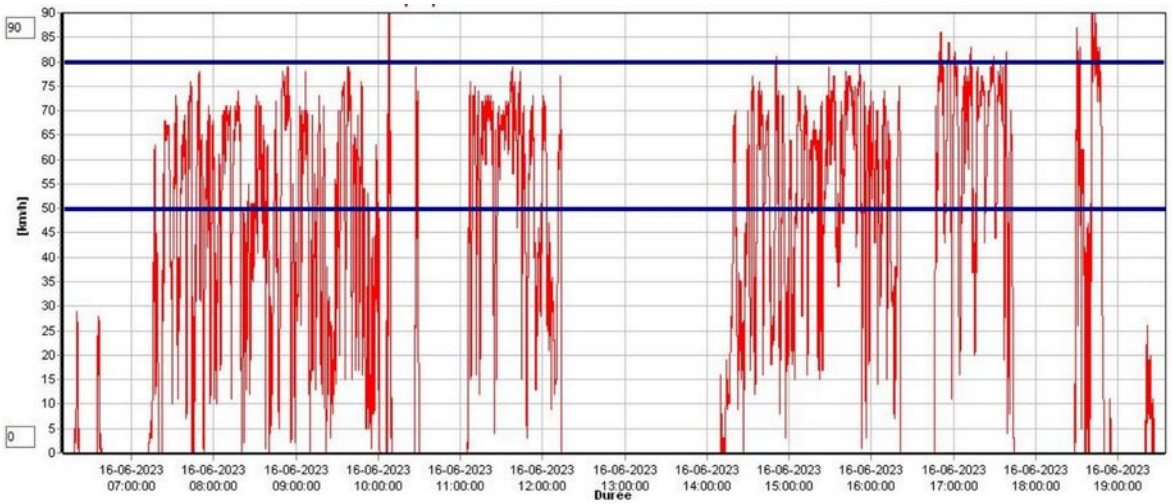

Figure 47 : Vitesse pratiquée par le PL le vendredi 16 juin
Données du chronotachygraphe légendées BEA-TT

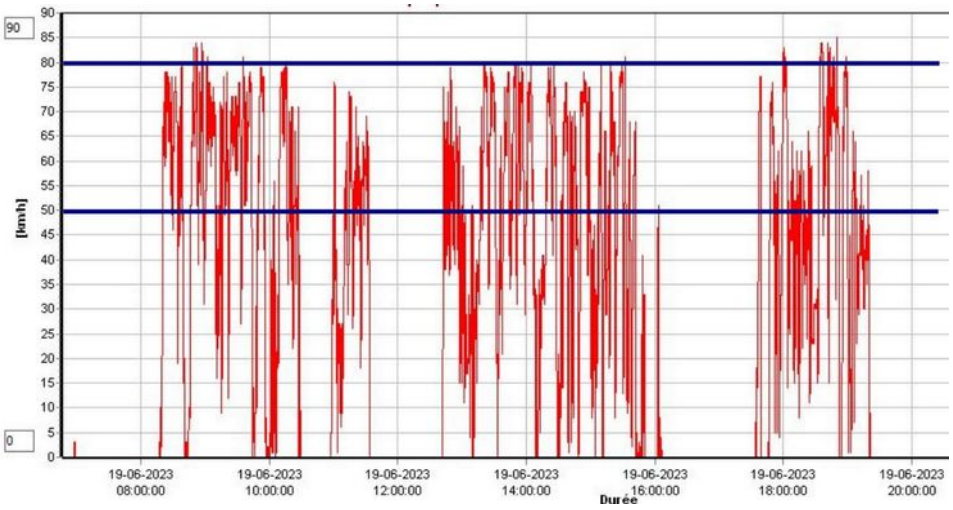

Figure 48 : Vitesse pratiquée par le PL le lundi 19 juin
Données du chronotachygraphe légendées BEA-TT

Annexe 4 : Estimation de la vitesse du TER à l'instant de la collision

Outre les actions de conduite, le dispositif ATESS génère également un enregistrement lorsque la vitesse du train, en phase d'accélération ou de décélération, atteint certaines valeurs de vitesse prédéfinies. Ces seuils de vitesse sont espacés de 2 ou 3 km/h en dessous de 45 km/h, et espacés de 5 km/h au-delà. Ces événements sont associés à une distance parcourue mais ne sont pas horodatés, contrairement aux actions de conduite.

Le tableau suivant reproduit les dernières lignes de l'enregistrement ATESS du TER précédant l'arrêt du train. Pour mémoire, la distance parcourue est donnée avec une résolution de 10 m. Les lignes sont mises en couleur de façon à grouper visuellement celles associées à une même valeur de la distance parcourue.

Distance parcourue (km)	***Seuil vitesse (km/h)***
138,34	30
138,35	27
138,35	25
138,36	22
138,36	20
138,37	17
138,37	15
138,37	12
138,37	10
138,37	7
138,37	5
138,37	2
138,37	0

La collision entre le train et la remorque a eu lieu 5 à 6 m avant le point d'arrêt du train. Compte tenu de la résolution de 10 m, la valeur de la distance parcourue associée au point de collision est donc égale soit à celle associée au point d'arrêt, soit à 10 m de moins ; le point de collision est ainsi associé à une valeur affichée de la distance parcourue de 138,36 km ou de 138,37 km.

La vitesse du train lors de la collision est donc mécaniquement inférieure à la valeur de 25 km/h associée à la distance parcourue affichée de 138,35 km.

Annexe 5 : Nouveau diagnostic de sécurité routière du PN 51 (25 juillet 2023)

Description du passage à niveau

Pour plus d'informations, consulter la note d'accompagnement «Diagnostic de sécurité de passages à niveau »

Caractéristiques		Caractéristiques		Caractéristiques		Caractéristiques	

Classe voirie :	Route départementale	
64		
Nbre de voies		2
Trafic moy. / jour	20/3/22	960
Part de poids lourds (%)		8
Vitesse réglementaire km/h		80km/h
Vitesse pratiquée km/h		60km/h
Pt singulier à proximité	oui	non
Distance de visibilité sur le feu de droite du PN (m)	sens 1	150
	sens 2	100
Présence piétons	oui	non
Cyclistes	~~oui~~	non
Bus, autocars	~~oui~~	non
Transpt except. Ou gros engins agric.	oui	~~non~~
Voie orientée est-ouest (soleil rasant)	~~oui~~	~~non~~

Ligne ferroviaire :	042000
Ligne de Blainville-Damelevières à Lure	
Nbre de voies ferrées	2
Nbre de trains moy. / jour	4
Période d'exploitation (horaires de début et de fin)	
Vitesse limite de ligne au PN km/h	100
Si ligne électrifiée, type :	
Moment	3 840

Collisions et heurts
Sur les 10 dernières années

Nbre de collisions avec un train	1
Nbre de heurts sur installations	0
Nbre de tués	0
Nbre de collisions et heurts de nuit	0

PN n°	**51**	**PK :**	082+0602			
En agglomération				Non		
Type de PN	Véhicules SAL2 public					
Largeur chaussée au PN (m)				7 m		
Longueur du PN entre barrières (m)				15 m		
Angle voie ferrée / route (degrés)				132 °		
Profil difficile				Non		
Fermetures prolongées (gare à proximité….)			oui	non		

Environnement

Nature de l'environnement autour du PN : ~~Urbain ou~~ ~~Périurbain ou~~ Rase campagne

Description :

Activités à proximité du PN	~~oui~~	non	Projets en cours pouvant impacter le PN :	~~oui~~	non	si « oui », listez :
Panneaux publicitaires	~~oui~~	non				
Si urbain, éclairage public	~~oui~~	non				

Commentaires :

Schéma du PN **(d'après une vue aérienne, un plan ou dessiné à la main) :**

État d'avancement du diagnostic (date)	Visite	Pistes	Validé
Documents annexes ajoutés			

Document de diagnostic de sécurité routière
des passages à niveau

Grille d' Evaluation et Pistes d' Actions

Inscrit au PSN : Non Inscrit

PN n° 51

Commune : Trémonzey Dép. Vosges

Classe de la voirie : Route départementale 64

Ligne ferroviaire, nom et n° 042000 Ligne de Blainville-Damelevières à Lure

Date 25/07/2023 / Heures 09H30

Classement PN : 1ère Catégorie

Grille d'évaluation

Pour plus d'informations, consulter la note d'accompagnement « Diagnostic de sécurité de passages à niveau »

Inspection | Inspection | | Inspection | Inspection

Pistes d'actions

Pour plus d'informations, consulter la note d'accompagnement « Diagnostic de sécurité de passages à niveau »

Actions | Actions | | Validation | Validation

Questions		Sens 1 vers :			Sens 2 vers :			Commentaires	Pistes d'actions	Suite donnée 1 – piste d'action retenue 2 – date estimée de réalisation de la piste d'action retenue 3 – le(s) gestionnaire(s) qui prend en charge la réalisation de l'action retenue s'identifie par R (routier) et/ ou F (ferroviaire)			
PN 51 - 042000 082+0602		Haute Saone->La Voge les Bains			La Voge les Bains-> Haute Saone								
Date :	25/07/2023	Oui	**Non**	NC	Oui	**Non**	NC	Si réponse « non », décrivez le défaut	les numéroter si plusieurs pistes pour la validation	1	2	3	
GÉOMÉTRIE	**I1 :** Les caractéristiques géométriques du passage à niveau permettent un bon franchissement pour tous les types de véhicules	X			X								GÉOMÉTRIE
	I2 : Le passage à niveau est suffisamment éloigné de tout point singulier (carrefour, tourne à gauche, virage serré, rétrécissement de chaussée, etc.)		X			X		Présence d'un virage à proximité immédiate du PN. Les profils en long et en travers imposés par le PN ne sont pas en cohérence avec le virage.	Renforcement de la signalisation du virage avec la mise en place de balises J4 trichevrons.		01/09/2023	R	
	I3 : Si un point singulier existe, son mode de gestion permet d'éviter que des véhicules se retrouvent bloqués au niveau du PN	X			X								
VISIBILITÉ	**II1 :** La visibilité en approche(1) sur le PN est correcte : à la vitesse réglementaire, la distance de visibilité sur le feu de droite ou la Croix de St André est supérieure à la distance d'arrêt(2)	X			X			Elagage des arbres à prévoir à proximité du PN pour augmenter la perception de loin.	Elagage des arbres à prévoir à proximité du PN pour augmenter la perception de loin.		01/11/2023	R	VISIBILITÉ
	II2 : La signalisation avancée annonçant le PN est réglementaire et bien visible sur toutes les voies en approche	X			X								
	II3 : La signalisation de position annonçant le PN est réglementaire et bien visible sur toutes les voies en approche	X			X								
LISIBILITÉ	**III1 :** Le type et le mode d'exploitation de la route sont compatibles avec une bonne perception du passage à niveau pour l'usager (pas d'effet de surprise)	X			X			Les Profils en long et en travers à proximité du PN peuvent surprendre.					LISIBILITÉ
	III2 : La signalisation verticale et les barrières sont facilement identifiables de jour comme de nuit (pas de pollution visuelle)	X			X								
	III3 : La perception des feux R24, du platelage du passage à niveau, des barrières en cours de fermeture permettent de bien situer l'endroit où l'usager doit s'arrêter	X			X								
	III4 : De nuit, le passage à niveau (feux et barrières notamment) est perceptible malgré les feux des autres véhicules												
MODES ACTIFS	**IV1 :** Les aménagements prennent en compte la circulation des vélos et piétons , l'accessibilité est développée au maximum pour les personnes à mobilité réduite			X			X						MODES ACTIFS
	IV2 : Le guidage des piétons vers le PN et la perception de l'endroit où ils peuvent traverser la voie ferrée est suffisant (y compris dissuasion des cheminements interdits)			X			X						
	IV3 : En cas de proximité d'une gare, le cheminement des piétons le long de la voie ferrée est dissuadé et il existe un cheminement satisfaisant			X			X						
AUTRE	**V :** En cas de fermeture prolongée, le passage en chicane est dissuadé par l'aménagement et les équipements du passage à niveau		X			X							AUTRE

NC : Non concerné *(1) la voie concernée est la voie routière principale, voie qui coupe la voie ferrée* *(2) voir rapport « Proposition pour le diagnostic de sécurité de passages à niveau » partie 2.2.1 et 2.5*

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 prédéfinie 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@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 directeur du BEA-TT
Grande Arche - Paroi Sud, 29e 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@developpement-durable.gouv.fr
www.bea-tt.developpement-durable.gouv.fr