

Rapport d'Enquête de Sécurité

Collision entre un train de voyageurs à vide
et une grue rail-route
Belsele - 12/03/2024

TABLE DES VERSIONS DU RAPPORT

Numéro de la version	Sujet de révision	Date
1.0	Première version	13/06/2025

Toute utilisation de ce rapport dans une perspective différente de celle de la prévention des accidents - par exemple celle de définir des responsabilités, et a fortiori des culpabilités individuelles ou collectives - serait effectuée en distorsion totale avec les objectifs de ce rapport, les méthodes utilisées pour le bâtir, la sélection des faits recueillis, la nature des questions posées, et les concepts qu'il mobilise, auxquels la notion de responsabilité est étrangère. Les conclusions qui pourraient alors en être déduites seraient donc abusives au sens littéral du terme. En cas d'incohérence entre certains mots et termes, la version en néerlandais fait foi.

Glossarium	4
1. RÉSUMÉ	6
2. L'ENQUÊTE ET SON CONTEXTE	10
2.1. La décision d'ouvrir une enquête	10
2.2. Composition de l'équipe d'enquête	10
2.3. Parties concernées	10
2.4. Processus de communication	11
2.5. Conduite de l'enquête	11
3. DESCRIPTION DU FAIT SURVENU	12
3.1. Fait survenu et informations générales	12
3.1.1. Description de l'événement	12
3.1.2. Description du site	12
3.1.3. Travaux réalisés sur le site ou à proximité de l'accident	13
3.1.4. Pertes humaines, blessés et dommages matériels	13
3.1.5. Entreprises et personnels concernés	17
3.1.6. Matériel roulant	18
3.1.7. Description de l'infrastructure	20
3.1.8. Description du système de signalisation	21
3.1.9. Description de l'infrastructure routière	22
3.2. Facteurs humains et organisationnels	25
3.2.1. Caractéristiques humaines et individuelles	25
3.2.2. Facteurs liés au poste	27
3.2.3. Facteurs organisationnels	28
3.3. Description factuelle des événements	34
3.4. Faits survenus antérieurs de nature comparable	35
4. ANALYSE DU FAIT SURVENU ET DES FACTEURS CONTRIBUTIFS	36
4.1. Analyse du fonctionnement et des dysfonctionnements des principes de sécurité / barrières associées à la situation opérationnelle	36
4.1.1. Méthode de la dynamique des systèmes	36
4.1.2. Identification des principes de sécurité	37
4.2. Constatation supplémentaire	40
5. CONCLUSIONS	42
5.1. Résumé de l'analyse et des conclusions	42
5.1.1. Facteur causal	42
5.1.2. Facteurs contributifs	42
5.1.3. Facteurs systémiques	43
5.2. Mesures prises depuis les événements	43
5.2.1. E. De Vuyst nv	43
5.2.2. Infrabel	43
5.3. Constatation supplémentaire	43
6. RECOMMANDATIONS	44

AM	Automotrice
AR	Analyse des risques
ARET	Agent Responsable de l'Exécution des Travaux
AT	Aarding-Terre
BK	Borne kilométrique
BNX	Bulletin Notification eXtra
CIS	Carte d'instructions de sécurité
DUR	Salle de données et de téléchargement (<i>data- en uitleesruimte</i>)
EM	Engin moteur électrique (autre que locomotive) du train ...
EPI	Équipement de Protection Individuelle
ETCS	European Train Control System
EVC	European Vital Computer
EVR	Registre Européen des Véhicules
GF	(attelage) Georg Fischer
GSM-R	GSM for Railways
HLE	Locomotive électrique
HLT	Handboek Livret Treinbestuurders

ILT	Instructions Locales Temporaires
kV	Kilovolt
L	Ligne (de chemin de fer)
nv	Société anonyme (<i>naamloze vennootschap</i>)
OEAlF	Organisme d'Enquête (sur les Accidents et Incidents Ferroviaires)
OTW(-RR)	Opérateur Travaux Werken (- engin Rail Route)
PN	Passage à niveau
PS&S	Plan de Santé et de Sécurité
PSS	Plan Schématique de Signalisation
SNCB	Société Nationale des Chemins de fer Belges
SSICF	Service de Sécurité et d'Interopérabilité des Chemins de Fer
TRU	Train Recording Unit
(Répartiteur) ES	(Répartiteur) Elektrische Spanning
WIT	Instruction de Travail



1. RÉSUMÉ

Le mardi 12 mars 2024 vers 23 h 21, un train de voyageurs à vide (EM2772) entre en collision avec une grue rail-route à Belsele, sur la voie A de la ligne 59 entre Sint-Niklaas et Lokeren. La collision provoque le déraillement de quatre bogies du train. Le train parcourt encore environ 300 mètres en position déraillée, ce qui entraîne des dégâts importants au matériel roulant, à l'infrastructure ferroviaire et à la caténaire. Le conducteur de la grue rail-route avait pu quitter son poste de conduite avant la collision et est indemne. Le conducteur du train EM2772 et un collègue présent dans le poste de conduite sont légèrement blessés. La deuxième voiture du train, déraillée, se trouve dans l'entrevoie à quelques dizaines de centimètres du gabarit de la voie B.

Le train de voyageurs E1822 arrive en sens inverse sur la voie B. Le conducteur du train aperçoit des étincelles au niveau de la caténaire et effectue un freinage d'urgence. Pendant le freinage, le train passe à quelques dizaines de centimètres à côté de la deuxième voiture du train EM2772.

La circulation des trains entre Sint-Niklaas et Lokeren sur la ligne 59 sera complètement interrompue pendant six jours.



Quelques dizaines de centimètres séparent les deux trains

Après les premières constatations sur place et une réunion d'échange avec les parties concernées, l'OEAIF décide d'ouvrir une enquête de sécurité sur cet accident significatif.

Des travaux de renouvellement de rails sont prévus à hauteur du passage à niveau 35 (PN35) sur la ligne 59 dans la nuit du 12 au 13 mars. Ces travaux sont effectués depuis la voie B par deux grues rail-route. Une de ces grues a été livrée le 12 mars du côté de la voie A au PN35. En raison de travaux antérieurs, les dalles « Strail » ont été enlevées du PN35, empêchant le passage direct d'une grue rail-route d'un côté du PN35 (côté voie A) vers l'autre côté (côté voie B) avant l'autorisation des travaux.



Des dalles « Strail » se trouvent à côté de la voie A au passage à niveau 35 et empêchent la grue rail-route de franchir le passage à niveau avant la mise hors service de la voie.

Un facteur contributif est le déplacement de la grue rail-route avant le pre-job briefing et avant l'autorisation du gestionnaire de l'infrastructure de démarrer les travaux.

Le conducteur de la grue rail-route arrive au PN35 avant la mise hors service planifiée. Il constate que sa grue ne se trouve pas du côté de la voie B et décide de la déplacer avant les heures officielles de travail (l'arrêt de la circulation des trains), sans en informer le chef de chantier.

Un facteur contributif est le rétrécissement de la largeur et la stabilité de l'assise de la piste cyclable.

Pour se rendre de l'autre côté du PN35, le conducteur de la grue rail-route choisit de se rendre jusqu'au PN38 en empruntant la piste cyclable F4, qui longe la ligne 59. La piste cyclable en béton est à priori suffisamment large pour permettre le passage de la grue rail-route. Plus loin cependant, la piste cyclable se rétrécit et une haie limite la largeur du passage : les roues droites de la grue ne roulent plus sur le béton et se retrouvent dans la berme herbacée. Les conditions météorologiques pluvieuses ont rendu l'assise de cette berme humide et insuffisamment stable pour supporter le poids important de la grue : le sol se dérobe sous la grue, qui dévale et atterrit dans le gabarit de la voie A. Peu après, le train de voyageurs à vide EM2772 heurte la grue.



En raison d'un rétrécissement de la piste cyclable, la grue rail-route se déporte vers la berme humide et glisse ensuite vers la voie.



La cause directe de la collision entre le train et la grue rail-route est le glissement de la grue rail-route dans le gabarit de la voie, à la suite de l'affaissement de l'assise de la piste cyclable sur laquelle la grue rail-route circulait.

Le train de voyageurs à vide déraille à la suite de cette collision.



Bogies déraillés du train EM2772.

Un facteur contributif est le fait que, après le glissement de la grue rail-route sur les voies, le Central Dispatching n'en est pas immédiatement informé.

Bien que les grutiers possèdent le numéro de téléphone du Central Dispatching dans leur GSM, ils n'ont pas (contrairement aux conducteurs de train) de bouton d'alarme à leur disposition dans la cabine de la grue railroute qui leur permette de joindre directement le Central Dispatching. Ils doivent prendre le GSM et composer le numéro de téléphone du Central Dispatching.

Vu le déroulement rapide de l'événement, le grutier n'a pas eu le temps de contacter le Central Dispatching, ce qui a retardé la mise en œuvre des mesures de sécurité par le gestionnaire de l'infrastructure.

Dans l'intervalle, le gestionnaire de l'infrastructure Infrabel conseille aux entrepreneurs d'apposer l'autocollant 1711 à un endroit bien visible dans la cabine des grues rail-route.

Le facteur systémique est une prise de conscience insuffisante des risques liés au « démarrage prématuré des travaux » et à la « préparation du travail », ce qui est susceptible d'être interprétés différemment par les travailleurs.

Avant le début de chaque prestation, un pre-job briefing et l'autorisation du gestionnaire de l'infrastructure sont requis. La description des travaux et l'autorisation sont une condition essentielle pour garantir la sécurité sur et aux abords des voies.

Bien que la direction des différentes entreprises concernées soit convaincue de l'importance du respect des mesures de planification et de sécurité, il est essentiel qu'elle en assure la surveillance et le contrôle.

L'OEAIF recommande au SSICF de s'assurer qu'Infrabel vérifie que ses sous-traitants ont sensibilisé leur personnel aux risques et à l'interdiction de préparer et de commencer des travaux sur les chantiers ferroviaires avant les heures de travail.

Constatation annexe : la piste cyclable F4 peut être empruntée par des véhicules agricoles. Avec une piste cyclable étroite et une assise instable, ces véhicules agricoles risquent de s'enfoncer et de glisser ou de basculer vers la ligne ferroviaire adjacente.



2. L'ENQUÊTE ET SON CONTEXTE

2.1. LA DÉCISION D'OUVRIR UNE ENQUÊTE

L'événement ne répond pas à la définition d'accident grave selon la loi du 30 août 2013 portant le Code ferroviaire.

Conformément à l'article 111 (alinéa 2) de cette loi, « *l'organisme d'enquête, en plus des accidents graves, peut effectuer des enquêtes sur les accidents et incidents qui, dans des circonstances légèrement différentes, auraient pu conduire à des accidents graves, y compris les défaillances techniques au niveau des sous-systèmes structurels ou des constituants d'interopérabilité du système ferroviaire de l'Union. [...].* »

Étant donné les implications potentielles sur la sécurité ferroviaire, et conformément à l'article 111 (alinéa 2) précité, l'Organisme d'Enquête sur les Accidents et Incidents Ferroviaires (OEaIF) a décidé d'ouvrir une enquête sur cet accident significatif et en a informé les parties concernées.

Conformément au point 1.1 de l'Appendice de l'Annexe 4 (Indicateurs de sécurité communs) du Code ferroviaire, un accident significatif est défini comme étant « *tout accident impliquant au moins un véhicule ferroviaire en mouvement et provoquant la mort ou des blessures graves pour au moins une personne ou des dommages significatifs au matériel, aux voies, à d'autres installations ou à l'environnement, ou des interruptions importantes de la circulation, à l'exception des accidents dans les ateliers, les entrepôts et les dépôts* ».

Le point 1.3 définit : « *interruptions importantes de la circulation* » : *la suspension des services ferroviaires sur une ligne de chemin de fer principale pendant six heures ou plus*. Dans le cas présent, il s'agit d'une interruption importante de la circulation vu que les services ferroviaires sur la ligne principale ont été interrompus pendant plus de six heures.

2.2. COMPOSITION DE L'ÉQUIPE D'ENQUÊTE

Organisme d'Enquête	Rôle
Enquêteur principal	Relecture, soutien, validation, ...
Enquêteurs	Recherche, interview, analyse, rédaction, relecture, ...

2.3. PARTIES CONCERNÉES

Organisme d'appartenance	Rôle
Infrabel	Assistance documentaire, logistique, technique
SNCB	Assistance documentaire, logistique, technique
Algemene Ondernemingen E. De Vuyst nv	Assistance documentaire, logistique, technique
SSICF	Expertise technique et réglementaire, assistance documentaire

2.4. PROCESSUS DE COMMUNICATION

L'enquêteur de garde de l'OEAIF a été informé de l'accident via un appel du Central Dispatch du gestionnaire de l'infrastructure Infrabel et s'est rendu sur les lieux de l'accident pour procéder aux premières constatations et recueillir les premières informations.

Le 18 mars 2024, l'OEAIF organise une réunion d'échange avec le gestionnaire d'infrastructure Infrabel, l'entreprise ferroviaire SNCB et la société « Algemene Ondernemingen E. De Vuyst nv »¹. L'objectif de cette réunion est de recueillir et d'échanger les premières informations connues sur les circonstances de l'accident. Après cette réunion d'échange, Infrabel, la SNCB et E. De Vuyst nv fournissent des informations complémentaires.

En plus de cela, plusieurs personnes, dont des grutiers, ont été interviewées.

Dans un premier temps, le projet de ce rapport est soumis à la relecture des parties concernées afin de leur permettre de formuler des remarques. Cette consultation n'a pas pour but de modifier le rapport produit par l'OEAIF mais de permettre aux parties concernées de réagir et de commenter le projet de rapport, notamment en relevant des inexactitudes ou des erreurs factuelles. Les parties concernées sont ensuite informées de la suite donnée à leurs observations.

2.5. CONDUITE DE L'ENQUÊTE

L'OEAIF mène une enquête de sécurité dans le but d'améliorer la sécurité ferroviaire et ainsi de prévenir de futurs accidents ferroviaires ou d'en atténuer les conséquences. L'enquête est menée indépendamment de toutes les autres enquêtes, y compris les enquêtes menées par la police, le Parquet, le secteur ferroviaire, ...

Cette enquête de sécurité reprend les aspects suivants :

- le déroulement de l'accident et les conditions opérationnelles ;
- les interviews ;
- les instructions, les procédures et la documentation d'Infrabel, de la SNCB et de E. De Vuyst nv ;
- l'organisation de la préparation des travaux ;
- l'analyse des facteurs qui ont contribué à l'événement.

L'enquête de sécurité est menée dans le respect de la vie privée : les informations obtenues sont traitées de manière confidentielle et, afin de protéger la vie privée des personnes concernées, ni les noms ni les transcriptions des déclarations ne sont mentionnés dans le rapport de sécurité.

¹ Dans la suite du présent rapport, l'appellation abrégée « E. De Vuyst nv » est utilisée pour désigner la société « Algemene Ondernemingen E. De Vuyst nv ».

3. DESCRIPTION DU FAIT SURVENU

3.1. FAIT SURVENU ET INFORMATIONS GÉNÉRALES

3.1.1. DESCRIPTION DE L'ÉVÉNEMENT

Sur la ligne 59 (L59), à hauteur du passage à niveau 35 (PN35), des travaux de renouvellement des rails sont planifiés pour la nuit du mardi 12 mars au mercredi 13 mars 2024. Ces travaux sont à effectuer à hauteur du PN35 par deux grues rail-route depuis la voie B. Pour se rendre à cet endroit, l'une des deux grues rail-route suit, le mardi 12 mars au soir, la piste cyclable F4 qui longe la voie A de la L59.

Vers 23h20, la grue rail-route, à hauteur de la BK 27.662 de la L59, dévale la pente et atterrit dans le gabarit de la voie A de la L59.

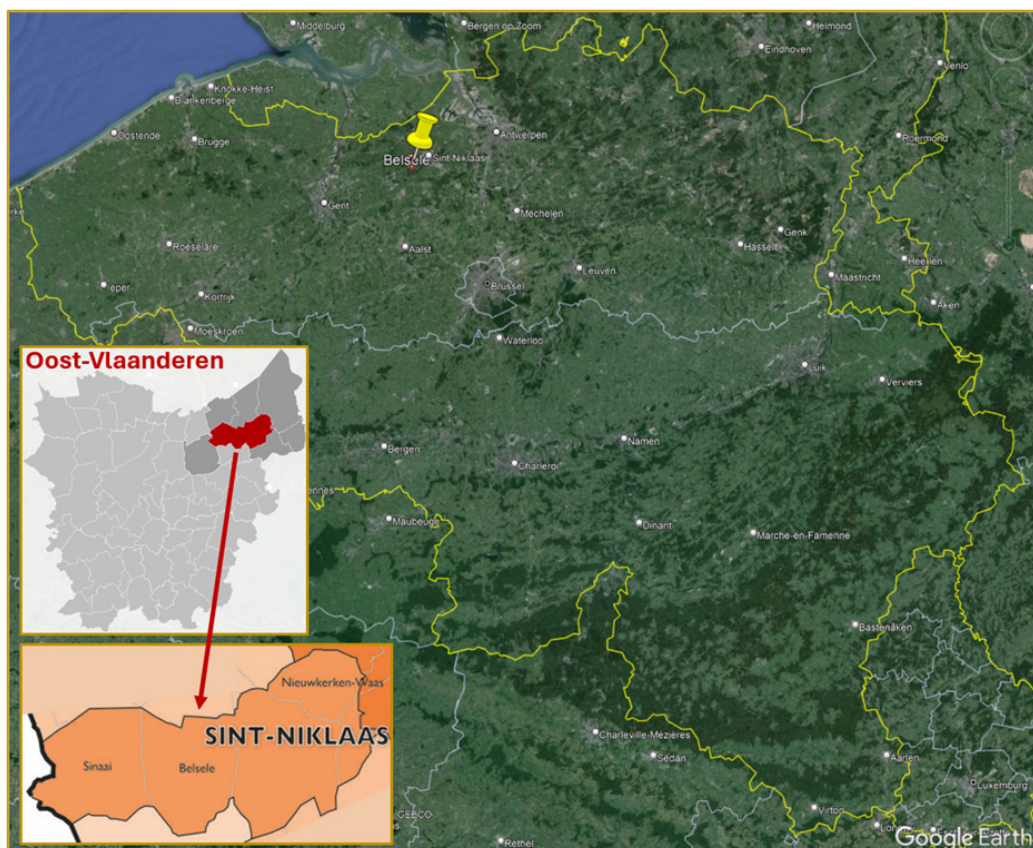
Vers 23h21, le train de voyageurs à vide EM2772 heurte la grue rail-route, provoquant le déraillement de quatre bogies. Le train EM2772 parcourt encore environ 300 mètres en position déraillée et s'immobilise en amont du PN38. La deuxième voiture, déraillée, se trouve dans l'entrevoie à quelques dizaines de centimètres seulement du gabarit de la voie B de la L59.

Au même moment, le conducteur du train de voyageurs E1822, circulant en direction opposée sur la voie B, aperçoit des étincelles au niveau de la caténaire et effectue un freinage d'urgence. Pendant le freinage, le train E1822 passe à quelques dizaines de centimètres de la deuxième voiture du train EM2772.

3.1.2. DESCRIPTION DU SITE

3.1.2.1. RÉFÉRENCES GÉOGRAPHIQUES

Belsele est situé dans la province de Flandre orientale et est une localité de la commune de Sint-Niklaas.



3.1.2.2. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Il fait nuit au moment de l'accident et le temps est pluvieux.

3.1.3. TRAVAUX RÉALISÉS SUR LE SITE OU À PROXIMITÉ DE L'ACCIDENT

À environ 1,4 kilomètre de l'accident, des travaux de renouvellement des rails doivent être exécutés au PN35 durant la nuit du mardi 12 au mercredi 13 mars. La grue rail-route accidentée aurait dû être utilisée pour ces travaux.

3.1.4. PERTES HUMAINES, BLESSÉS ET DOMMAGES MATÉRIELS

3.1.4.1. VICTIMES

Le conducteur de la grue rail-route a pu quitter son poste de conduite avant la collision. Il est indemne.

Le conducteur du train EM2772 et un autre conducteur de train présent dans le poste de conduite de l'EM2772 se retrouvent tous les deux piégés dans ce poste de conduite. Ils ont dû être transportés à l'hôpital, légèrement blessés.

Le personnel de bord et les 48 voyageurs à bord de l'E1822 sont sains et saufs.

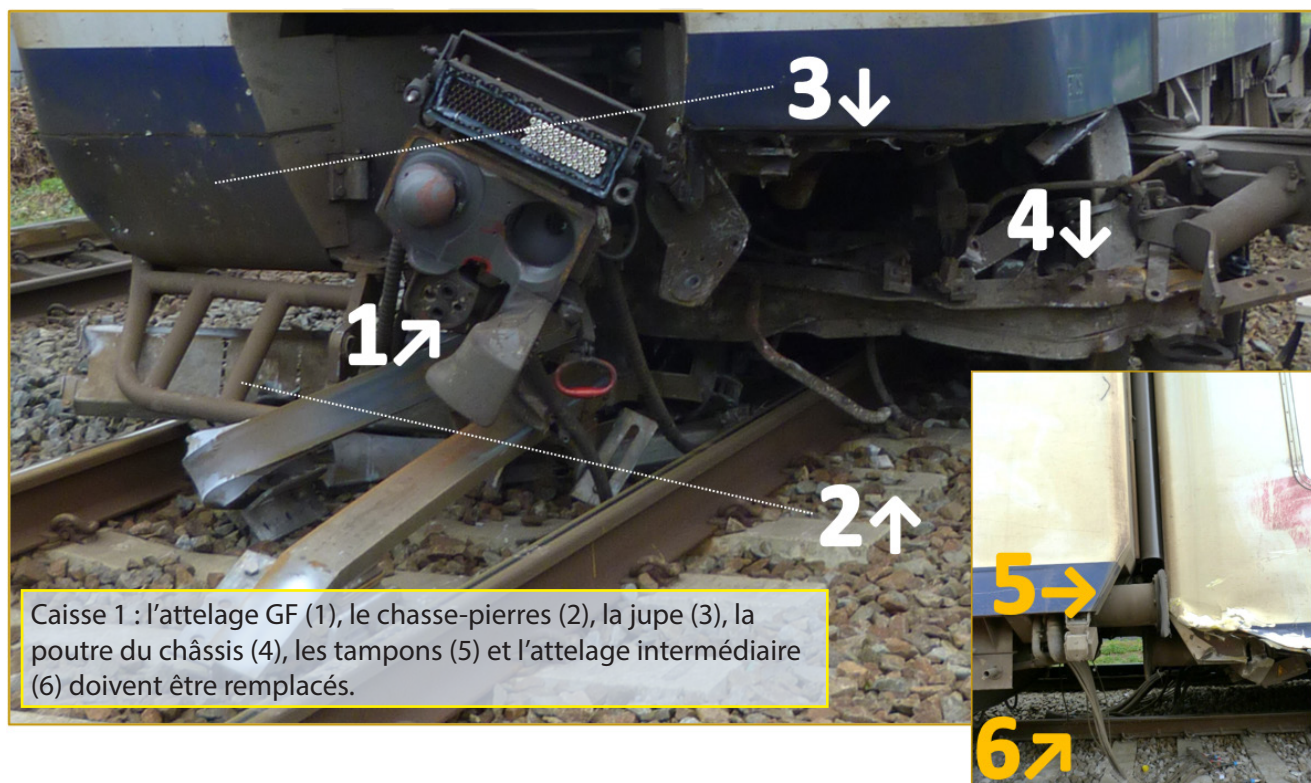
3.1.4.2. DÉGÂTS AU MATÉRIEL ROULANT

• EM2772

La gravité des dommages causés à l'automotrice est classée dans la catégorie 4 (critique = *l'utilisation de ce véhicule ne serait pas légitime*). Les caisses des wagons sont toutes les trois endommagées. Aperçu non exhaustif :

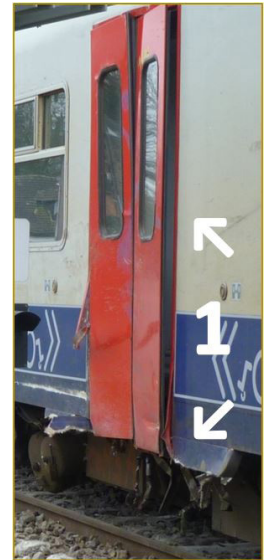
• Caisse 1

- Une réparation et/ou un remplacement sont nécessaires pour l'attelage GF, le chasse-pierres, la jupe, les conduites d'air et de frein, les supports, les robinets, une poutre du châssis, les marchepieds mobiles, la soute à bagages techniques élargie, les tampons, l'attelage intermédiaire, le guidage de porte SAS, les pivots de châssis et la suspension secondaire, les réservoirs d'air, le boîtier du chauffage, les antennes ETCS, le conteneur de bobines, les hacheurs 1 et 2 (et leur groupe moto-ventilateur), le boîtier de résistance, la conduite d'air et les pivots de châssis des bogies 1 et 2.
- Des travaux de soudure, de meulage et de peinture sont nécessaires à l'extérieur.
- Sur le toit, il faut entre autres réinstaller le spoiler, l'air conditionné, les ailettes du toit et les boîtes à filtres.



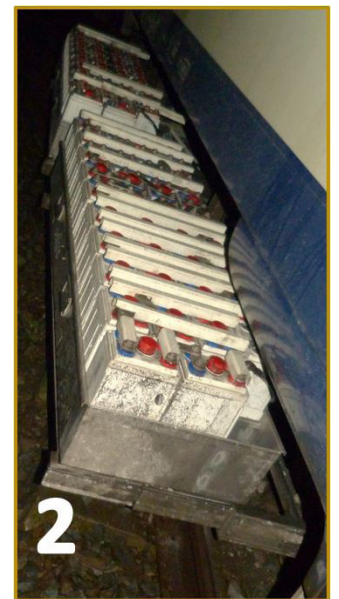
- Caisse 2

- Une réparation et/ou un remplacement sont nécessaires pour les portes SAS, les tampons, l'attelage intermédiaire, les marchepieds, le boîtier du chauffage, (le cadre de fixation pour) le réservoir d'air (2), les vantaux, bras et cadre de porte (1), le support et le câblage pour l'indicateur de vitesse ETCS, le réservoir de déchets WC, le réservoir d'eau WC.
- Des travaux de soudure, de meulage et de peinture sont nécessaires à l'extérieur.
- Sur le toit, les supports des antennes ETCS-GPS et les ailettes de toit (3) doivent notamment être renouvelés.



- Caisse 3

- Une réparation et/ou un remplacement sont nécessaires pour les tampons, l'attelage intermédiaire, les marchepieds, les vantaux de porte, le convertisseur (1), le frein à main et l'indicateur de freinage, l'antenne ETCS, le dessiccateur d'air, le compresseur, les boîtiers de batterie (2) et les batteries (une cellule de batterie endommagée était en surchauffe et était encore chaud), l'attelage de secours.
- Des travaux de soudure, de meulage et de peinture sont nécessaires à l'extérieur.
- Sur le toit, la réparation et/ou le remplacement est nécessaire pour la climatisation de la cabine de conduite, les ailettes du toit, le pantographe et la pompe, les isolateurs, le paratonnerre, les résistances de toit (3), la boîte à soufflage et la cabine DUR (salle de données et de téléchargement).



Le premier bogie est irréparable ; les autres bogies seront démontés pour vérification et réparation à l'atelier des bogies (par exemple, la suspension secondaire, les indicateurs de desserrage des freins, les essieux de roue, les amortisseurs, la barre stabilisatrice, les soufflets d'air, etc.).



• E1822

Sur le toit de la locomotive, le pantographe 3kV présente de légers dommages et il y a des traces de court-circuit sur le pantographe 25kV, dues à la caténaire arrachée.

Les deux voitures suivantes présentent également des dommages dus au contact avec la caténaire arrachée (par exemple, un trou foré par la chaleur dans le toit).



3.1.4.3. DÉGÂTS À L'INFRASTRUCTURE

Divers travaux de réparation sont nécessaires :

- Voies :

- Entre la BK 27.640 et la BK 27.960, les traverses sont endommagées : 533 traverses de type M41 et 2132 crapauds Pandrol de type e2032 doivent être remplacées.
- À la hauteur des BK 27.640, BK 27.740 et BK 27.640, les rails sont endommagés : trois rails de 18 mètres, de type 60E1, doivent être remplacés.
- 110 tonnes de ballast de type 31.5/50 doivent être reconstituées.

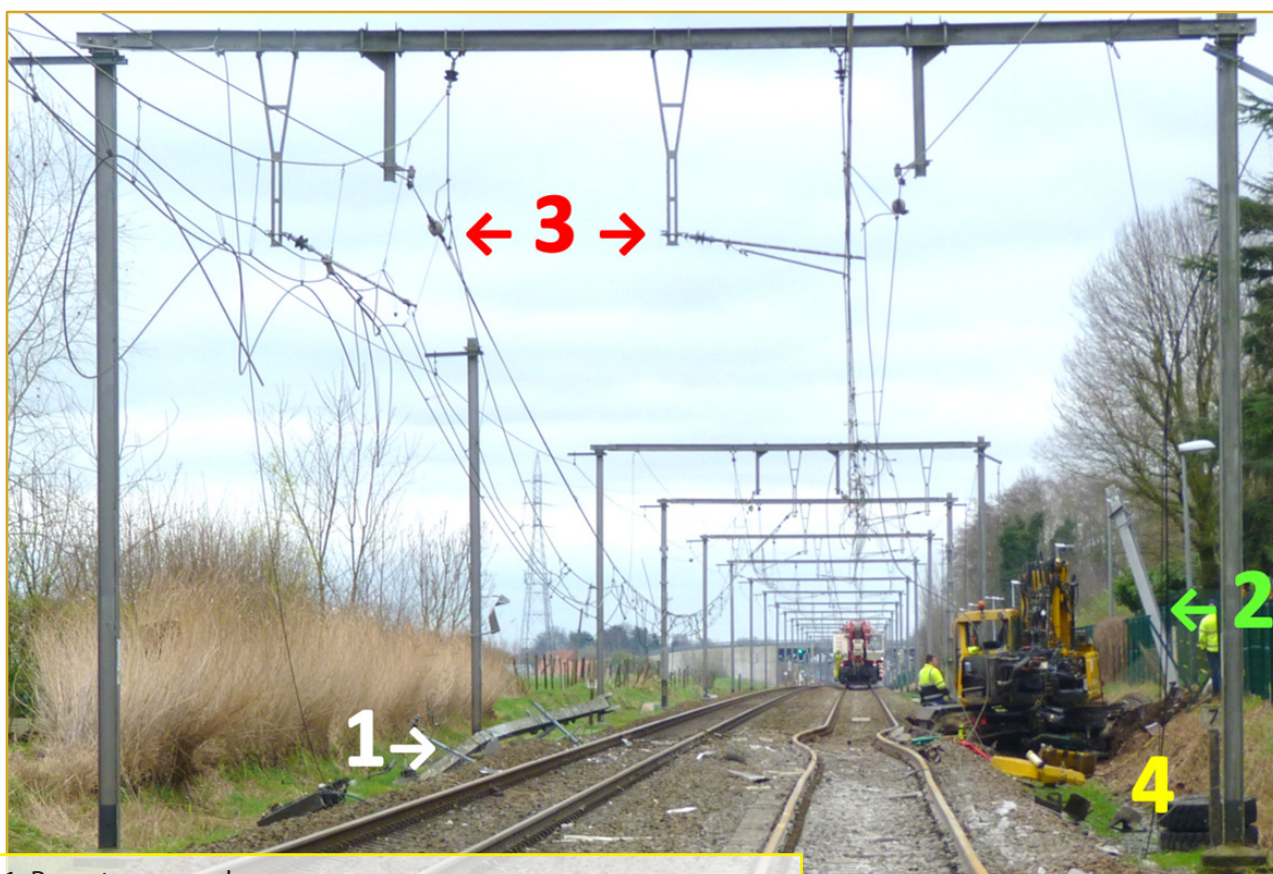


→ Sur le lieu de l'accident, il y a eu un « serpentage de voie » après la collision. Les traverses sont endommagées et les crapauds Pandrol ont été arrachés.

- Caténaire :

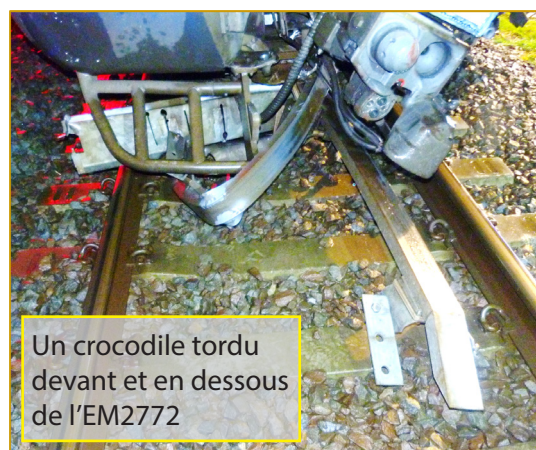
- La barre transversale entre le poteau caténaire 27/21 (voie A) et le poteau caténaire 27/22 (voie B) doit être remplacée.
- Voie A :
 - Poteau caténaire 27/21 à remplacer.
 - Nouveaux fils de contact entre les poteaux caténaires 27/23 et 27/17 (deux fois 170 m).
 - Nouvelles connexions équipotentielle.
 - Nouvel appareil tendeur à fixer aux poteaux caténaires 27/17 et 27/25.
 - Réparation du câble de terre.
 - Réparation des câbles porteurs principal et secondaire.
- Voie B :
 - Nouveaux fils de contact entre les poteaux caténaires 27/18 et 27/28 (deux fois 300 m).
 - Nouvelles connexions équipotentielle.
 - Nouvel appareil tendeur à fixer aux poteaux caténaires 27/18 et 27/26.
 - Réparation du câble de terre.
 - Nouveau câble porteur principal entre les poteaux caténaires 27/20 et 27/24 (120 m).
 - Nouveau câble porteur secondaire entre les poteaux caténaires 27/20 et 27/24 (120 m).

- Environs immédiats de la voie :
 - Le talus, le fossé et la clôture où la grue rail-route est tombée doivent être réparés.



1. Barre transversale
2. Poteau caténaire 27/21
3. Fils de contact, câbles porteurs, liaisons équipotentiels, ...
4. Talus/fossé

- Signalisation :
 - Deux nouveaux crocodiles doivent être placés.
 - Deux nouvelles balises doivent être installées : une balise commutable et une balise fixe avec codage de lieu.
- Télécommunication :
 - Un câble en fibre optique² F.59.1 a été endommagé sur une longueur de 1.557 mètres, du poteau caténaire 26/19 au poteau caténaire 28/3.



Un crocodile tordu devant et en dessous de l'EM2772

3.1.4.4. AUTRES CONSÉQUENCES

La circulation des trains entre Sint-Niklaas et Lokeren sur la L59 (voies A et B) reste interrompue jusqu'au 18 mars 2024 - 16h.

La grue rail-route accidentée ne pourra plus être remise en service.

² Les câbles en fibre optique sont utilisés pour les connexions téléphoniques, la signalisation et la commande à distance de la caténaire.

3.1.5. ENTREPRISES ET PERSONNELS CONCERNÉS

3.1.5.1. LE GESTIONNAIRE DE L'INFRASTRUCTURE INFRABEL

Infrabel est le gestionnaire d'infrastructure du réseau ferroviaire belge. Infrabel assure l'entretien, la modernisation et l'extension de l'infrastructure ferroviaire, dont les signaux, les aiguillages et les passages à niveau. En tant qu'exploitant du réseau ferroviaire belge, Infrabel répartit la capacité ferroviaire disponible et coordonne tous les parcours de train sur le réseau. La coordination implique notamment l'aménagement d'itinéraires pour les trains et le contrôle de la circulation.

La zone où s'est produit l'accident est gérée par la cabine de signalisation de Dendermonde, bloc 19.

La direction Asset Management, zone Nord-Ouest, est le pouvoir adjudicateur du contrat-cadre en 2021, avec le numéro de cahier des charges 57/52/3/21/010, décrit comme suit :

« Prestations d'outils :

- une ou plusieurs grues hydrauliques rail-route ;
- un camion avec bras de grue hydraulique et benne basculante ;
- une remorque de camion avec tracteur pour le transport d'objets longs et de tous les autres accessoires, avec grutier, pour le chargement et le déchargement de matériel ferroviaire, de ballast, d'objets en béton et prévu pour toutes sortes de travaux sur les voies principales et accessoires. »

L'accord-cadre est conclu pour une période de quatre ans. Pendant cette période, il est fait appel à des marchés subséquents, dont les modalités précises d'exécution sont définies dans un bon de commande. Le cahier des charges comprend un modèle de bon de commande qui permet de demander la prestation d'un outil.

3.1.5.2. L'ENTREPRISE FERROVIAIRE SNCB

En tant que transporteur ou opérateur, la Société Nationale des Chemins de fer Belges (SNCB) organise et commercialise le trafic ferroviaire pour les voyageurs. En 2023, cela concernait en moyenne 3 757 trains par jour ouvrable. Elle est également responsable de l'entretien et de la rénovation des trains et des gares.

3.1.5.3. ALGEMENE ONDERNEMINGEN E. DE VUYST NV

Cette société anonyme (nv, en français SA) est née d'une entreprise unipersonnelle créée en 1974. Fondée en 1992, l'actuelle SA est principalement spécialisée dans les travaux ferroviaires (démantèlement, pose, réparation, entretien des rails) pour trains, trams et attractions dans toute la Belgique. Elle fournit également du matériel ferroviaire, notamment des rails, des traverses, des aiguillages et des attaches.

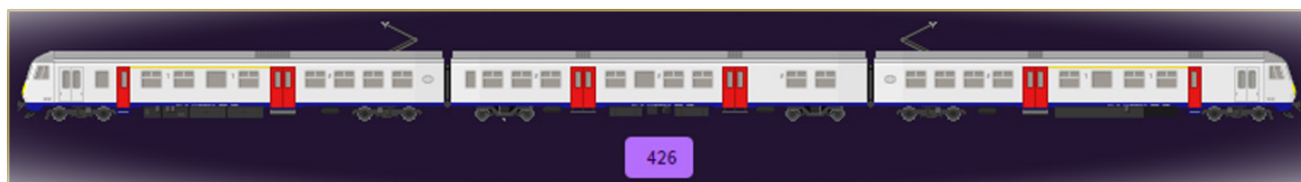
Son siège social et son siège d'exploitation sont situés à Zottegem. L'entreprise emploie environ 30 personnes.

Le 10 janvier 2022, E. De Vuyst nv reçoit l'approbation d'Infrabel pour l'accord-cadre avec le cahier des charges n° 57/52/3/21/010.

3.1.6. MATÉRIEL ROULANT

3.1.6.1. TRAIN EM2772

Le matériel roulant EM2772³ est une automotrice électrique (AM) de type 80, connue sous le nom de Break. L'automotrice en question est l'AM 426 avec numéro EVR 94 88 080 426 3-4 B-B.

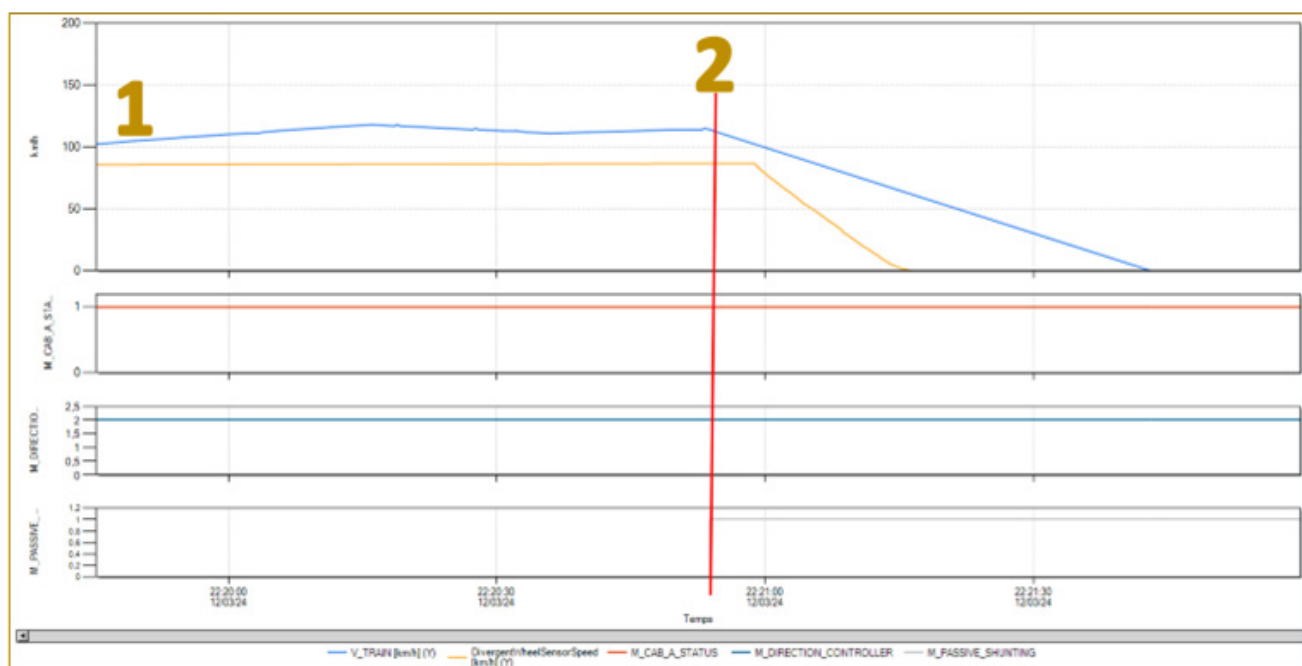


Le trajet de l'EM2772 début à Sint-Niklaas, à 23h17, et a pour but d'amener le matériel roulant à vide à Dendermonde.

• Données enregistrées à bord du train EM2772

Bien que l'enregistreur de données de l'AM 426 ait été récupéré, toutes les données n'ont pas pu être collectées. Par exemple, les données TRU (Train Recording Unit) ne sont pas disponibles car l'impact de la collision a provoqué un dysfonctionnement de la carte qui gère les entrées TRU.

Sur la base des données disponibles, il a pu être établi que le conducteur du train a effectué un freinage d'urgence à 23:20:54. Au moment de ce freinage (2), le train roulait à une vitesse de 114 km/h (courbe bleue (1)⁴).



L'impact avec la grue rail-route se produit à 23:20:56, au moment où l'EVC⁵ s'arrête.

³ EM: « Engin moteur électrique (autre que locomotive) du train ... ». Infrabel. (11/06/2023). RGE 511 – Dispositions communes à toutes les catégories de trains.

⁴ Après la collision, les données de vitesse ne sont plus disponibles (cf. ligne bleue droite).

⁵ EVC = European Vital Computer (également appelé On Board Unit). Il s'agit là du cerveau de l'équipement de bord ETCS, où toutes les connexions avec l'odométrie, la radio et l'interface dans le poste de conduite sont réunies.

3.1.6.2. TRAIN E1822



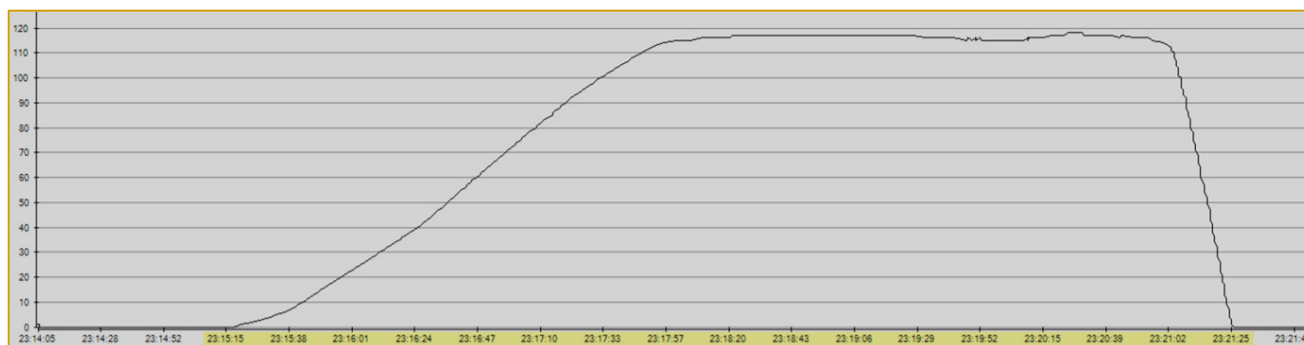
Le matériel roulant E1822 est composé d'une locomotive électrique HLE 1861 et de sept voitures à deux étages M6.

Le mouvement prévu du train de voyageurs E1822 est le trajet allant d'Oostende (départ prévu à 22h09) à Antwerpen-Centraal (arrivée prévue à 00h10).

• Données enregistrées à bord du train E1822

Le train de voyageurs E1822 quitte la gare de Lokeren en direction de la gare de Sint-Niklaas vers 23h15. Au cours de ce mouvement, il a été constaté, chronologiquement, que :

- 23:20:34 : à la BK 29.038, l'E1822 franchit le grand signal d'arrêt non desservi B291. La vitesse est de 117 km/h.
- 23:21:01 : le conducteur du train E1822 effectue un freinage d'urgence à 115 km/h.
- 23:21:09 : à la BK 27.943, l'E1822 franchit le grand signal d'arrêt non desservi B279. La vitesse est de 88 km/h.
- 23:21:25 : l'E1822 s'est complètement arrêté. L'E1822 couvre 418 mètres à partir du freinage d'urgence.
- 23:21:35 (selon les données du tableau de l'enregistrement de trajet) : le pantographe de l'E1822 est abaissé.



3.1.6.3. GRUE RAIL-ROUTE

Une grue rail-route est un engin qui peut circuler à la fois sur route et sur rail. À l'avant et à l'arrière se trouve un châssis mobile avec un essieu qui peut être levé et abaissé hydrauliquement. En position basse, la grue rail-route peut rouler sur la voie.



Les deux grues hydrauliques rail-route en fonction du renouvellement du rail au PN35 à Belsele sont des excavatrices à fourches de type 1604ZW et ont comme année de construction 2005. Le constructeur est Atlas-Terex GmbH. La largeur totale de cette grue est de 2,490 mètres. En tant que machine de base (sans équipement supplémentaire ou spécial), la grue pèse environ 18 tonnes ; en fonctionnement, elle atteint plus de 20 tonnes. La vitesse maximale de la grue rail-route est de 20 km/h.

La grue rail-route percutée a fait l'objet, chez Infrabel, d'un *contrôle technique pour équipement n'utilisant pas de sillons*. Le certificat sous le numéro W.0933.K donne l'autorisation à la grue rail-route de fonctionner (dans les conditions décrites) sur les lignes d'Infrabel. Le certificat est valable jusqu'au 6 janvier 2026. L'autocollant du contrôle technique est apposé sur la grue.

Le 22 janvier 2024, cette grue rail-route a subi le contrôle trimestriel des appareils de levage et accessoires chez Normec BTv. Dans ce cadre, rien d'anormal n'a été trouvé et la grue rail-route a pu continuer à être utilisée.

Cette grue rail-route possède une carte internationale d'assurance automobile valable du 10 mars 2024 au 8 avril 2025.

Constatation : la grue rail-route percutée par l'EM2772 a pu être utilisée tant pour le routier que pour le ferroviaire.

3.1.7. DESCRIPTION DE L'INFRASTRUCTURE

3.1.7.1. LIGNE 59

La L59 est la ligne électrifiée à deux voies entre Antwerpen-Berchem et Gent-Dampoort. La vitesse de référence de cette ligne est de 140 km/h.

À la BK 26.290 de la L59 se trouve le PN35 (n° 1 sur l'image), où des travaux de renouvellement des rails doivent être effectués. Ce passage à niveau fait partie de la Moortelhoekstraat à Belsele.

Le PN38 qui suit (n° 2 sur l'image) est situé en amont du quai de Belsele à la BK 28.007. Le train de voyageurs vide qui a déraillé (cf. ligne blanche en pointillés) s'arrête en amont du PN38.

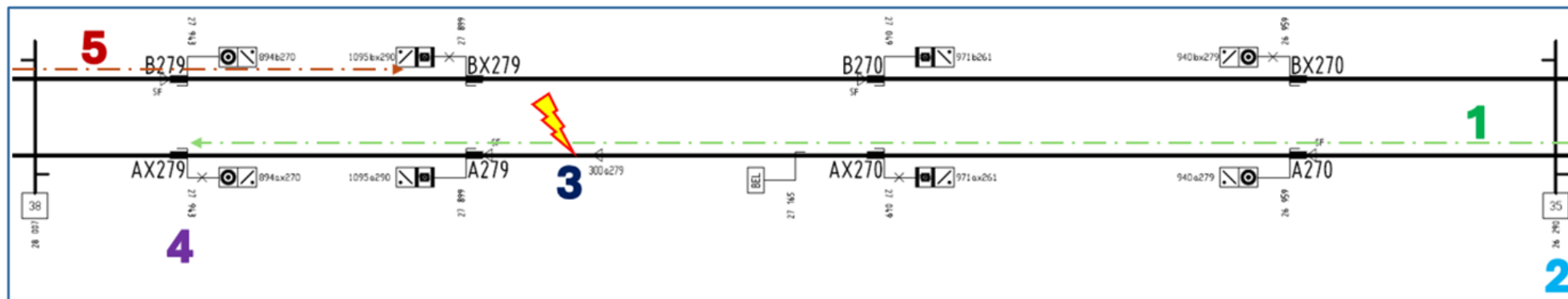


3.1.8. DESCRIPTION DU SYSTÈME DE SIGNALISATION

3.1.8.1. PANNEAU DE FIN DE ZONE JAUNE À BORD VERT PERMANENT

Entre les gares de Lokeren et Sint-Niklaas, à la BK 33.850 et à la BK 24.625 se trouve un panneau jaune à bord vert, panneau de fin de zone indiquant une reprise de vitesse à une vitesse inférieure à la vitesse de référence de la ligne. Le panneau affiche le nombre 12 : la vitesse à respecter pour les trains de voyageurs EM2772 et E1822 est inférieure à la vitesse de référence, qui est de 120 km/h.

3.1.8.2. PSS



(1) Sens de la marche du train de voyageurs à vide EM2772.

(2) PN35 : lieu où se déroulent les travaux de renouvellement des rails.

(3) Lieu de la collision entre la grue rail-route et le train de voyageurs à vide EM2772.

(4) Lieu (en amont du signal AX279, cf. image ci-contre) où s'arrête l'avant du train de voyageurs à vide EM2772.

(5) Sens de la marche du train de voyageurs E1822.

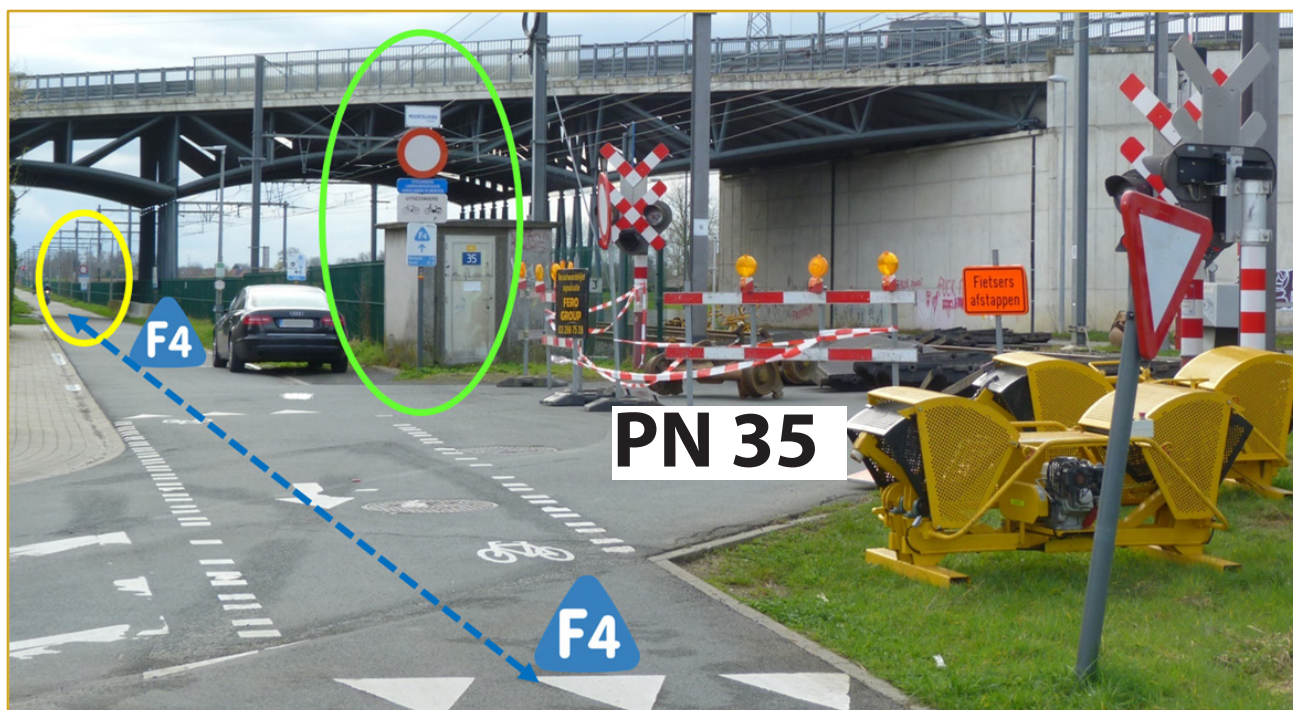


3.1.9. DESCRIPTION DE L'INFRASTRUCTURE ROUTIÈRE

3.1.9.1. CYCLOSTRADE F4

La cyclostrade F4 longe la L59. « La cyclostrade n'a pas actuellement son propre statut légal. Le type d'infrastructure sur lequel la cyclostrade court détermine le statut légal et la conception de sa circulation. Grâce à la signalisation routière installée, vous pouvez connaître le statut d'une section de la cyclostrade, et vous savez ce que vous pouvez (et ne pouvez pas) faire sur cette section de la route. »⁶

Sur la piste cyclable (cyclostrade) F4, de la signalisation routière a été installée au niveau du PN35 (cf. cercle vert sur l'image), ce qui se répète environ 110 mètres plus loin (cf. cercle jaune).



Le panneau additionnel le plus bas de cette signalisation (n° 4 sur l'image) indique que ce chemin est une piste cyclable en direction de Belsele et de Gent. Juste avant la gare de Belsele (à environ 1,8 kilomètre du PN35) se trouve le PN38. Le conducteur de la grue rail-route, qui est impliqué dans l'accident, veut emprunter ce PN38 pour se rendre de l'autre côté de la voie ferrée.

Le signal routier en haut (n°1 sur l'image) est catalogué dans l'art. 68 du code de la route en tant que signal C3 : « Accès interdit, dans les deux sens, à tout conducteur. »⁷

L'article 65.2, alinéa 1er du code de la route stipule : « La signification d'un signal routier peut être complétée, précisée ou limitée par une inscription ou un symbole en blanc figurant sur un panneau additionnel rectangulaire à fond bleu qui est fixé en dessous du signal. »

Le panneau additionnel bleu (n° 2 sur l'image) spécifie : « *uitgezonderd landbouwwoertuigen en diensten* » (traduction : excepté véhicules agricoles et services).

- L'article 2.67 du code de la route définit un véhicule agricole comme : « tout véhicule agricole ou forestier à roues ou à chenilles, à moteur, ayant au moins deux essieux et une vitesse maximale par construction égale ou supérieure à 6 km/h, dont la fonction réside essentiellement dans sa puissance de traction et qui est spécialement conçu pour tirer, pousser, porter ou actionner certains équipements interchangeables destinés à des usages agricoles ou forestiers, ou tracter des remorques ou engins agricoles ou forestiers; il peut être aménagé pour



⁶ <https://fietssnelwegen.be/fr/questions-frequentes#quest-ce-qu'une-cyclostrade-ou-une-autoroute-cyclable-ou-une-piste-cyclable-rapide>

⁷ Arrêté royal du 1er décembre 1975 portant règlement général sur la police de la circulation routière et de l'usage de la voie publique.

transporter une charge dans un contexte agricole ou forestier et/ou peut être équipé d'un ou de plusieurs sièges passagers. »

- Par « services », le code de la route fait référence aux différents types de véhicules d'intervention d'urgence prioritaires et aux services publics qui ont certains privilèges et responsabilités dans la circulation, tels que, par exemple, les véhicules de police, les camions de pompiers et les ambulances.

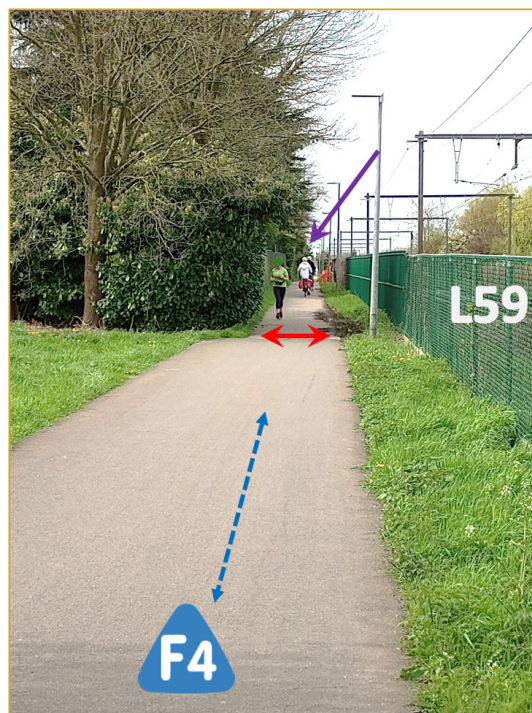
Le panneau additionnel blanc avec inscriptions et symboles en noir (n° 3 sur l'image) signifie que le signal routier C3 ne s'applique pas aux cyclistes et aux conducteurs de speed pedelecs.⁸

L'éclairage public éclaire la piste cyclable et un mât d'éclairage est situé à hauteur de l'endroit de la collision (cf. image).

L'éclairage public est bien allumé durant la nuit du 12 au 13 mars 2024.

L'éclairage de la piste cyclable n'est pas prévu pour éclairer la L59.

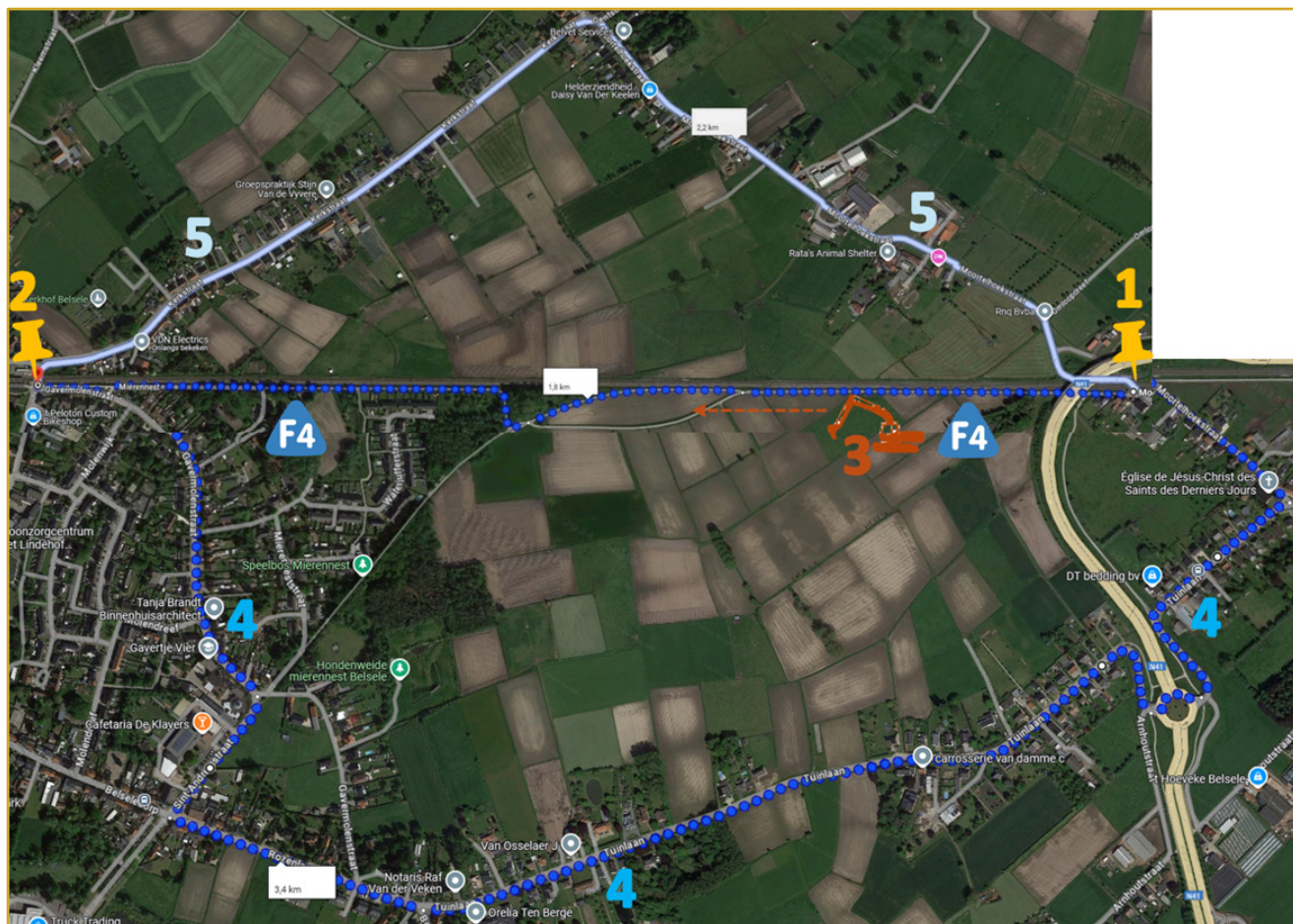
La piste cyclable se rétrécit en direction du lieu de l'accident (cf. flèche rouge) et plus loin, à proximité du lieu de l'accident, le passage devient encore plus étroit en raison de la berme herbacée (cf. flèche violette).



Constatation : la piste cyclable F4 est destinée aux cyclistes et aux conducteurs de speed pedelecs, mais est également autorisée aux véhicules agricoles et aux services.

⁸ Art. 65.2, alinéa 2 et art. 68.4, alinéa 2 du code de la route.

Lorsque qu'il faut franchir la distance entre le PN35 et le PN38 par des voies accessibles au trafic routier public, cette distance est presque doublée, soit environ 3,4 kilomètres (4). Calculée à la vitesse maximale de 20 km/h d'une grue rail-route, la piste cyclable F4 est plus rapide d'environ cinq minutes. L'itinéraire du retour, pour rejoindre l'autre côté du PN35 est d'environ 2,2 kilomètres (5).



24

3.2. FACTEURS HUMAINS ET ORGANISATIONNELS

3.2.1. CARACTÉRISTIQUES HUMAINES ET INDIVIDUELLES

3.2.1.1. FORMATION ET DÉVELOPPEMENT CONDUCTEURS DE TRAIN ENTREPRISE FERROVIAIRE

• Conducteur du train EM2772

La licence du conducteur du train EM2772 de l'entreprise ferroviaire SNCB est valable jusqu'au 18 mai 2033 inclus.

L'attestation complémentaire est valable jusqu'au 17 janvier 2025 inclus. Le conducteur de train est autorisé à rouler avec le matériel roulant AM80m et sur la L59 à partir du 18 janvier 2022.

• Conducteur du train E1822

La licence du conducteur du train E1822 de l'entreprise ferroviaire SNCB est valable jusqu'au 22 février 2031 inclus.

L'attestation complémentaire est valable jusqu'au 15 décembre 2024 inclus. Le conducteur de train est autorisé à rouler avec la HLE 18 à partir du 24 mai 2023 et sur la L59 à partir du 15 février 2022.

3.2.1.2. FORMATION ET DÉVELOPPEMENT CONDUCTEUR GRUE RAIL-ROUTE

Pour les travaux de renouvellement des rails au PN35, E. De Vuyst nv a planifié le recours à des grutiers. Un premier grutier a été planifié pour ces travaux au PN35 pour toute la semaine. Un deuxième grutier a été planifié pour la nuit du 12 au 13 mars 2024. C'est ce grutier qui s'est retrouvé impliqué dans la collision.

Dans le cadre de travaux ferroviaires, le grutier concerné est titulaire des certificats suivants :

▪ Sécurité de base travaux ferroviaires

Le certificat « Sécurité de base travaux ferroviaires » atteste que son titulaire possède une connaissance minimale des risques liés aux travaux d'Infrabel et à l'infrastructure ferroviaire en particulier, ainsi que des mesures de sécurité correspondantes. Ce certificat est délivré au personnel de l'entrepreneur/prestataire de services après réussite d'une évaluation portant sur ses connaissances en lien avec les risques ferroviaires génériques et les mesures de sécurité d'application.

Le grutier a été certifié par Constructiv⁹ le 1er décembre 2023 pour « Sécurité de base travaux ferroviaires ». Le certificat est valable pour une période de 3 ans. L'épreuve théorique porte sur les sujets suivants : connaissance du domaine ferroviaire, EPI et vêtements de signalisation, organisation des travaux, risques provoqués par les véhicules ferroviaires en mouvement, situations d'urgence, accidents et incidents.

En ce qui concerne les règles à respecter lorsqu'on se déplace avec un véhicule (motorisé) le long de la voie, les connaissances suivantes sont demandées :

- « Respect de la limitation de vitesse (vous pouvez la connaître via un schéma) »
- Adaptation de votre vitesse à votre environnement (sol et conditions météorologiques) »

En ce qui concerne l'organisation des travaux, la connaissance du pre-job briefing est requise : « Connaissance du déroulement et du contenu du pre-job briefing, du moment où ce briefing est donné et du fait qu'aucun travail ne peut être effectué sans ce briefing. »

Par exemple, un pre-job briefing doit avoir lieu avant le début des travaux. Les sujets suivants doivent être abordés :

- « Nature des travaux : quels travaux ? Quel matériel ? Quels risques ? Quelles mesures de sécurité ? »
- Examen des documents : schémas, fiches de travail, méthodes de travail, procédures.
- Connaissance du terrain : où se trouve le chantier ? Comment s'y rendre ? Quelles sont les mesures de sécurité spécifiques ?
- Rôle et responsabilité de chacun : qui est responsable de la sécurité (Infrabel/entrepreneur) ? Qui est le vigie/l'annonceur/le garde-frontière ? Qui envoie soit l'appel d'alarme, soit l'autorisation de travailler ? Mise en place et vérification de l'équipement.
- Résumé et questions : vérifier les connaissances de chacun. Questions »

Il est également stipulé qu'on doit « attendre l'autorisation de commencer les travaux » et que le pre-job briefing détermine quelle personne est habilitée à donner l'autorisation de commencer les travaux et de quelle manière.

⁹ Constructiv est une organisation de services du et pour le secteur de la Construction et reconnue par Infrabel comme organisme de certification indépendant pour l'organisation des évaluations des connaissances et la délivrance des certificats « Sécurité de base travaux ferroviaires ».

En ce qui concerne les risques induits par les véhicules ferroviaires en mouvement, on donne une énumération hiérarchique des mesures de sécurité pour le travail avec risque d'empiètement de la zone dangereuse. Les deux premières mesures sont appelées « *coupure totale de la ligne* » et « *voie hors service* ».

- Le badge personnel

Le certificat « Sécurité de base travaux ferroviaires » est une exigence pour la délivrance du badge personnel qui démontre que le titulaire est autorisé et enregistré pour travailler sur le réseau ferroviaire d'Infrabel.¹⁰ Le badge enregistre la présence sur le site et vérifie si le travailleur satisfait aux normes de sécurité requises.

- L'Opérateur Travaux Werken (OTW)

« *L'Opérateur Travaux Werken effectue des tâches critiques de sécurité impliquant la desserte et conduite des engins moteurs sur les voies temporairement fermées à la circulation normale.* »¹¹ Le certificat OTW atteste que le titulaire dispose d'une attestation de connaissances professionnelles spécifiques d'Opérateur Travaux Werken.

Il y a deux catégories de conduite possibles en tant qu'OTW. La première catégorie de conduite est « *engin Rail-Route ou assimilés* » (RR). Ce OTW-RR peut conduire et desservir des véhicules de travaux autonomes (auto-) déraillables qui ne sont pas équipés pour manœuvrer d'autres véhicules ferroviaires (à l'exception d'un seul wagonnet sur lorries).

Le conducteur de la grue est en possession d'un certificat OTW-RR depuis 2020. Le certificat actuel a été délivré le 11 janvier 2024 et est valable jusqu'au 18 septembre 2026 inclus.

Constatacion : le conducteur de la grue rail-route accidentée est titulaire du badge personnel, du certificat « Sécurité de base travaux ferroviaires » et du certificat OTW-RR.

3.2.1.3. COMPÉTENCES ET EXPÉRIENCE CONDUCTEUR GRUE RAIL-ROUTE

Le conducteur de la grue rail-route accidentée était diplômé en tant que machiniste de chantier et a d'abord travaillé dans le secteur de la construction en tant que conducteur de grue à tour. Il a été en service chez E. De Vuyst nv du 15 mai 2018 au 23 juin 2023, et à nouveau à partir du 8 janvier 2024 sous contrat à durée indéterminée.

Le conducteur de la grue rail-route a déjà effectué des travaux ferroviaires (comme le renouvellement des rails) sur la L59. Le mois précédant l'accident, il a déchargé les nouveaux rails sur la L59 à hauteur du PN35 à l'aide d'une grue rail-route. Il l'a fait avec son collègue, qui a été prévu par E. De Vuyst nv comme grutier pour une semaine entière, en l'occurrence la semaine du 11 mars, pour les travaux au PN35.

3.2.1.4. CONDITIONS MÉDICALES ET PERSONNELLES CONDUCTEUR GRUE RAIL-ROUTE

Dans le cadre de la visite médicale d'un travailleur chargé d'une fonction de sécurité, le grutier a été jugé suffisamment apte à cette activité le 12 décembre 2022.

Le 15 décembre 2023, il a obtenu un certificat médical en tant que personnel ferroviaire, ce qui détermine qu'il est apte à exercer l'emploi « *personnel effectuant d'autres tâches critiques pour la sécurité* ».

¹⁰ « Tout tiers venant effectuer des travaux ou des activités dans des installations d'Infrabel dans le cadre de l'exécution d'un accord avec Infrabel doit être préalablement en possession d'un badge, [...], avant d'avoir accès aux installations d'Infrabel et à l'infrastructure ferroviaire en particulier. Ce badge atteste que l'entrepreneur/prestataire de service, en sa qualité d'employer, d'une part, en remplissant ses obligations légales et contractuelles en matière de fourniture d'information et de formation en matière de sécurité et de bien-être au travail, a vérifié que le travailleur - titulaire du badge - dispose des connaissances effectives nécessaires pour travailler en toute sécurité sur le site/lieu de travail concerné dans les installations d'Infrabel, conformément aux informations nécessaires fournies par Infrabel [...] » Infrabel. (7 juillet 2023). Fascicule 63 : mesures de sécurité et de santé lors de l'exécution de marchés de travaux, de fournitures et de services. Version 2.2.

¹¹ Infrabel. (6 décembre 2023). WIT VA N° 1 – 2023 – Opérateur Travaux Werken. Version 3.1.

3.2.2. FACTEURS LIÉS AU POSTE

3.2.2.1. HORAIRE DE TRAVAIL CONDUCTEURS DE TRAIN

Le service du conducteur du train EM2772 du dépôt de Sint-Niklaas commence à 17h00 le 12 mars et dure jusqu'à 00h30.

Le service du conducteur du train E1822 du dépôt d'Antwerpen commence à 19h45 le 12 mars et dure jusqu'à 4h45.

3.2.2.2. HORAIRE DE TRAVAIL CONDUCTEUR GRUE RAIL-ROUTE

Le conducteur de la grue rail-route travaille par services de huit heures du lundi 4 mars au vendredi 8 mars 2024. Le week-end, il ne travaille pas. Le lundi 11 mars, il effectue un service de huit heures (pour un travail autre que celui de Belsele).

Le mardi 12 mars, il est prévu, pour les travaux de renouvellement des rails au PN35, que son service commence à 23h00. La fin de ces travaux signifie également la fin de son service.

3.2.2.3. CONDUITE D'UNE GRUE

E. De Vuyst nv, en collaboration avec le service externe pour la prévention et la protection au travail IDEWE, a préparé une carte d'instructions de sécurité concernant la conduite d'une grue, datée du 15 décembre 2021. L'objectif de ce manuel est de donner, à la personne qui conduit la grue, une vue d'ensemble des directives relatives à une utilisation sûre et responsable de la grue avant et pendant sa mise en service (par exemple, vérification des défauts/dommages, stabilisation de la grue, éclairage suffisant du lieu de travail, etc.) Le manuel indique qu'il faut faire attention à l'assise, qui doit être stable.

3.2.2.4. INSTRUCTION DE TRAVAIL PRE-JOB BRIEFING

Le gestionnaire de l'infrastructure a préparé la WIT-1020 pour identifier les réunions de concertation et pour expliquer les lignes directrices et les bonnes pratiques en matière de concertation sur les chantiers de construction. Quatre réunions de concertation y sont prévues, dont le pre-job briefing.

« L'objectif d'un pre-job briefing du chef de travail est d'informer tous les membres de l'équipe sur les activités, les risques et les mesures de sécurité associées, l'accès aux voies, ... Ce briefing doit avoir lieu avant chaque prestation de travail ainsi que chaque fois qu'il y a un changement concernant les mesures de sécurité, la méthode d'exécution et les conditions de travail. »

L'équipe complète se compose de travailleurs d'Infrabel et de travailleurs d'un prestataire de services (par exemple, un grutier avec une grue rail-route).

La WIT-1020 indique qu'un pre-job briefing efficace se déroule en cinq étapes : présentation des travaux, présentation des documents, connaissance terrain, rôle et responsabilité de chacun et récapitulatif et questions. Lors de l'étape « connaissance terrain », le chef de travail est censé présenter les accès aux voies pour les véhicules indétectables.

Il est important que le pre-job briefing ait lieu non seulement avant le début de chaque prestation, mais aussi avant que le gestionnaire de l'infrastructure ne donne l'autorisation de commencer effectivement le travail. Cette autorisation est une condition essentielle pour garantir la sécurité sur et aux abords des voies.

Après avoir expliqué ces cinq étapes, la WIT-1020 stipule : « La prestation ne doit jamais commencer si tous les éléments ne sont pas clairs pour chaque membre de l'équipe ! Un membre de l'équipe ne doit jamais commencer à travailler sans un pre-job briefing ! »

Constatation : un pre-job briefing est obligatoire non seulement avant le début de chaque prestation, mais aussi avant que le gestionnaire de l'infrastructure ne donne l'autorisation de commencer effectivement le travail.

3.2.2.5. INSTRUCTION DE TRAVAIL - MESURES DE SÉCURITÉ LORS DES TRAVAUX AVEC DES GRUES RAIL-ROUTE SANS EMPÎÈTEMENT PRÉVU

Le gestionnaire de l'infrastructure a établi l'instruction de travail (WIT) 1004 pour déterminer les mesures de sécurité qui doivent être prises lors de travaux avec des Grues Rail-Route afin de maîtriser le risque d'empiètement de type II.¹²

Un accompagnement de la grue par un « certifié ARET – Agent d'accompagnement » n'est requis que dans les cas suivants :

- « lors des opérations de mise sur rails/mise hors rails de l'engin ;
- lors du franchissement d'un passage à niveau présent dans les limites de la voie hors service (sauf si ce passage à niveau est gardienné ou hors service) ;
- lors des parcours selon la procédure S432¹³. »

La WIT-1004 précise des directives pour les opérateurs de grues rail-route. Celles-ci s'appliquent aux travaux effectués avec une ou plusieurs grues rail-route sur une voie mise hors service. Ici, il n'y a pas d'empiètement de type II prévu dans le gabarit d'une voie adjacente encore en service. Ces directives sont là pour maîtriser tout risque d'empiètement, que ce soit par le personnel ou par les équipements, véhicules ou charges manipulées lors des opérations.

- « les opérateurs sont formés aux risques liés aux véhicules ferroviaires en mouvement, et plus particulièrement aux conséquences d'une collision entre un véhicule ferroviaire et un engin au travail ;
- les opérateurs ont connaissance, des distances de sécurité à respecter lors des travaux et des déplacements des engins le long des voies ;
- les opérateurs ont connaissance, des mesures de sécurité à respecter lors de l'exécution des travaux (respect des limites de la zone de chantier, arrêt des activités présentant un risque d'empiètement de type II,...) ;
- les opérateurs doivent interrompre toute activité lorsque la stabilité des engins et/ou des charges manutentionnées n'est plus garantie ;
- les opérateurs doivent informer le chef de travail et/ou l'agent chargé de la supervision des activités, lorsque les conditions d'exécution du travail occasionnent ou risquent d'occasionner un empiètement de type II ;
- les opérateurs ne peuvent déverrouiller un système de séparation technique, sans en avoir reçu formellement l'autorisation du chef de travail (agent Infrabel). »

3.2.3. FACTEURS ORGANISATIONNELS

3.2.3.1. PLAN DE SÉCURITÉ ET DE SANTÉ ET ANALYSE DES RISQUES

Dans le cadre des travaux, E. De Vuyst nv a élaboré un plan de sécurité et de santé (PS&S). L'objectif défini par le management est le suivant : « Si toutes les mesures de sécurité susmentionnées sont appliquées aux chantiers situés sur les voies ou à proximité de celles-ci, les risques suivants doivent être ramenés à un minimum :

1. les risques encourus par le personnel de l'entrepreneur du fait de ses propres travaux ;
2. les risques encourus par le personnel d'Infrabel du fait des travaux effectués par l'entrepreneur ,
3. les risques encourus par le personnel de l'entrepreneur du fait des travaux ou du trafic d'Infrabel. »

Un aperçu des principes généraux de prévention et des lignes directrices, entre autres, sera donné. Quant aux déplacements pour se rendre sur le chantier et en revenir on stipule : « Respectez toujours le code de la route. »

On y trouve des lignes directrices concernant les vêtements de travail et les équipements de protection individuelle. Le conducteur de la grue rail-route percutée portait, au moment de la collision, les vêtements de signalisation jaune fluorescent qui étaient requis.

¹² « L'empiètement de type II correspond à la création d'un obstacle permanent ou temporaire dans le contour limite ou le contour nominal du gabarit des obstacles d'une voie en service :

- par un engin opérant à proximité, que cet engin se trouve à proximité de la voie ou sur une voie voisine ;
- par des matériaux ou de l'outillage lourd dont la manutention manuelle ou mécanique est difficile eu égard à leur masse et à leur volume, et dont la présence dans le gabarit de la voie en service risque de provoquer un accident grave en cas de heurt par un train circulant sur cette voie. »

¹³ Les parcours de véhicules non détectables.

La liste des risques ferroviaires non spécifiques¹⁴ comprend la conduite de véhicules. Il est également indiqué ici : « *Respectez toujours le code de la route lorsque vous conduisez un véhicule* ».

L'énumération des risques ferroviaires spécifiques comprend la section sur les mouvements sur site. Il s'agit notamment de faire savoir que pour circuler le long des voies, il faut choisir un itinéraire de manière à ne jamais s'arrêter dans une zone dangereuse le long des voies.

Les risques ferroviaires liés aux travaux dans et à proximité des voies sont décrits comme suit : « *Dans la zone dangereuse, vous ne devez pas commencer à travailler tant que vous n'avez pas pris connaissance de :*

- *la nature du travail ;*
- *les méthodes de travail à adopter ;*
- *les risques auxquels vous êtes exposés ;*
- *les limites de la zone dangereuse ;*
- *les lieux de repli et comment y arriver ;*
- *la méthode de sécurisation à utiliser ;*
- *le moyen d'accéder et de quitter le chantier en toute sécurité ;*
- *qui est le responsable de la sécurité ;*
- *qui est le responsable de chantier.* »

L'accent est également mis sur les risques causés par les grues et les machines sur le chantier : « *À proximité des voies en service, celles-ci peuvent constituer un obstacle sérieux à la circulation des trains.* »

Dans la rubrique *machines spécifiques pour des travaux ferroviaires* de l'attention est consacrée aux travaux ou déplacements avec des grues rail-route. Il s'agit notamment de l'inspection de la machine, de l'attention portée aux personnes travaillant à proximité de la grue, de l'interdiction de conduire et de tourner simultanément, ...

Le PS&S contient des procédures d'urgence en cas de dommages involontaires aux canalisations et en cas de fuite. Le numéro de téléphone du Central Dispatching d'Infrabel, ainsi que le numéro de téléphone du Dispatching de la SNCB, sont inclus dans la procédure d'urgence en cas d'endommagement des canalisations. Les interviews révèlent que le numéro du Central Dispatching est présent dans les grues rail-route de E. De Vuyst nv.

Les travailleurs de E. De Vuyst nv doivent signer le PS&S et déclarer ainsi « *avoir reçu et compris les instructions appropriées concernant les risques pour la sécurité et la santé auxquels nous sommes exposés lors de nos activités sur le chantier* ».

Pour l'aménagement d'un passage à niveau, E. De Vuyst nv dispose d'une analyse des risques qui contient une liste de mesures préventives concernant les risques liés aux différentes activités inhérentes à l'aménagement d'un passage à niveau.

En ce qui concerne le contrôle du trafic routier ou ferroviaire lors du placement des matériaux livrés, la mesure préventive décrite est la suivante : « *avoir un bon aperçu du trafic ; être capable d'évaluer les situations dangereuses lors de la livraison des matériaux et être capable d'intervenir si nécessaire.* »

On parle aussi d'une mesure préventive : « *connaître les risques liés aux travaux avec une grue hydraulique rail-route (tels que les risques de collision, les problèmes techniques, etc.) et être capable de les prévenir* » (par exemple en se créant un espace suffisant pour travailler en toute sécurité, en n'utilisant que des grues ayant fait l'objet d'un contrôle technique, etc.).

E. De Vuyst nv a également une analyse des risques liés au travail avec et à proximité d'une grue. Des mesures préventives sont énumérées pour éviter les risques (tels que les risques de collision) dans différents types de travaux. L'une des circonstances des travaux est décrite comme suit « *la grue doit se déplacer souvent pour pouvoir effectuer ses travaux* ». Cette mesure préventive est définie en tant qu'« *organisation du chantier* ».

¹⁴ Avec des lignes directrices sur les risques tels que l'incendie, l'électricité, les outils, les machines, ...

3.2.3.2. LA COMMUNICATION RELATIVE AUX TRAVAUX

Le 16 octobre 2020, Infrabel publie la circulaire *Directives pour la protection de travaux avec empiètement de type II* pour encadrer les mesures de sécurité à prendre lors de travaux dans ou à proximité de voies avec un empiètement ou un risque d'empiètement de type II.

« Lors d'un empiètement prévu de type II, Infrabel détermine la hiérarchie des mesures de sécurité à respecter pour les travaux dans ou à proximité d'une voie en service :

1. la mise hors service de la voie ;
- 2.1. le blocage matérialisé des mouvements ;
- 2.2. le blocage non matérialisé des mouvements .

Ces mesures de sécurité sont appliquées **obligatoirement** dans l'ordre de leur énumération. La mise hors service de la voie est la mesure la plus sûre en termes de sécurité, et sera appliquée prioritairement. Ces mesures de sécurité peuvent également être combinées. »

La mise hors service de la voie est la mesure de sécurité la plus élevée dans la hiérarchie des mesures de sécurité.

• Le Bulletin Travaux/Werken (BNX)

Avec le BNX, Infrabel communique aux services internes et aux différentes entreprises ferroviaires quels travaux sont en cours et les informe également de la nature de ces travaux, des mises hors service de la voie, des mises hors tension de la caténaire, des trains spéciaux, des mesures d'exploitation, etc.

Le BNX-43G-24821-007 a été élaboré pour les travaux de renouvellement des rails prévus sur le PN35.¹⁵ Il est valable du 12/03/2024 au 16/03/2024. Résumé de ces travaux :

- Mise hors service de la voie : la nuit du 12 au 13 mars de 00h20 à 04h20 (une même mise hors service s'applique pour les deux nuits précédentes)
 - Entre les délimitations : Lokeren-Est (signaux H-K.19 (voie A) et HX-K.19 (voie B) à la BK 33.800 et à la BK 33.738) et Melsele (signaux OX-C.12 (voie A) et O-C.12 (voie B), tous deux situés à la BK 13.503).
 - Un S627¹⁶ doit être soumis au responsable du mouvement Bloc 19 Dendermonde.
 - Le BNX comprend une représentation schématique des voies qui seront mises hors service dans le cadre des travaux. Le PN35 se trouve dans la zone hors service.
- Mise hors tension de la caténaire : la nuit du 12 au 13 mars de 00h20 à 04h20 (une même mise hors tension s'applique pour les deux nuits précédentes)
 - Cas 29675 et 29676 – Tableau II.
 - Le BNX comprend une fiche de mise hors tension avec indication des points extrêmes des tableaux de protection. Le PN35 se trouve dans la zone hors tension.
- Véhicules non détectables : une grue rail-route est demandée pour la nuit du 12 au 13 mars de 00h20 à 04h20. La grue rail-route « entre et sort de la voie mise hors service au PN35 ».
- Conséquences pour l'exploitation : coupure totale de la ligne dans la nuit du 12 au 13 mars de 00h20 à 04h20.

Les heures de début et de fin enregistrées dans le BNX correspondent au créneau horaire pour effectuer les travaux + le temps nécessaire pour prendre les mesures de sécurité liées à la mise hors service.

Un BNX contient uniquement des informations pour Infrabel et les entreprises ferroviaires et n'est pas communiqué aux entrepreneurs.

Constatation : dans la nuit du 12 au 13 mars, la mise hors service de la L59 est prévue entre 00h20 et 04h20.

¹⁵ Outre le renouvellement des rails au PN35 le mardi et le mercredi, le BNX s'applique également à l'entretien du complexe d'aiguillages de Sint-Niklaas.

¹⁶ Les « carnets de sécurité pour travaux » du groupe S627 sont utilisés pour la communication entre le poste de signalisation et le chef de travail pour sécuriser une zone de travaux.

• L'Instruction Locale Temporaire (ILT)

Une ILT est rédigée par Infrabel à l'adresse des postes de signalisation lorsque des travaux sont effectués dans leur zone d'action. Elle informe les différents acteurs participant à la prise de mesures de sécurisation du trafic ferroviaire dans le cadre des travaux prévus sur les circonstances exactes dans lesquelles ces travaux se dérouleront.

Le BNX appartient à l'ILT I-AM.A32/09/2024/FGZH. Les zones de délimitation de la mise hors service sont donc les mêmes. Pour les véhicules non détectables, il convient d'utiliser les formulaires S431 (mise sur rails et mise hors rails de véhicules non détectables), S432 (parcours de véhicules non détectables), S682 (fiche de circulation sur voie hors service) et I510 OTW (rapport de l'opérateur travaux-werken).

Une ILT n'est jamais communiquée aux entrepreneurs.

• Livre de bord

Les instructions de travail pour les opérations réalisées avec une grue figurent dans un livre de bord, et une toolbox a lieu au début des travaux sur la base de ce livre de bord et de la fiche de travail/sécurité.

Il n'y a pas de point de rendez-vous ou de dépôt dans les environs, où l'équipe de nuit pourrait se réunir. Le lieu de rassemblement prévu se situe au PN35, et les instructions sont données verbalement sur place par le chef de travail d'Infrabel.

Il n'y a pas de consignes de sécurité, ni de brochure d'accueil ou de plan de structure du chantier lors des opérations réalisées avec une grue. Il n'y a pas non plus de réunions préparatoires, ni de réunion de lancement avec E. De Vuyst nv car il ne s'agit pas d'un chantier classique où l'entrepreneur travaille de manière autonome, pour ainsi dire, avec sa propre équipe. Dans le cas présent, il s'agit d'un contrat-cadre pour la location d'une grue rail-route, y compris l'opérateur, sur la base d'opérations isolées pour soutenir les travaux d'Infrabel. Le grutier est contrôlé par le chef de travail d'Infrabel et travaille directement sous sa responsabilité.

Le livre de bord pour la nuit du 11 au 12 mars prévoit la mise hors service du PN35 par Traffiroad¹⁷, ainsi que l'ouverture et le nettoyage des voies A et B. Un grutier est prévu à cet effet. Sur la base de ces travaux, on peut partir du principe que le PN35 n'est pas accessible après ces travaux.

En résumé, le livre de bord prévu pour la nuit du 12 au 13 mars contient ce qui suit :

- Nature des travaux :
 - Remplacer les rails de la voie A (effectuer 2 soudures alu, 2 joints fermés sur les supports, préparer les rails pour le remplacement de la voie B (1 seule grue rail-route est disponible le mercredi);
 - Tronçonner les vieux rails à 4,5 mètres ;
- Utiliser le carnet de sécurité S627 et présenter le S627bis ;¹⁸
- Lieu où les nouveaux rails sont prêts, où les grues rail-route entrent et sortent de la voie. Ce lieu est décrit comme « PN35 – L59 ».

Le livre de bord ne précise pas sur quelle voie du PN35 les grues rail-route doivent se placer.

Constatation : une toolbox n'a pas encore lieu le 12 mars 2024. Le conducteur de la grue rail-route arrive au PN35 vers 23h00, soit environ 1 heure et 20 minutes avant la mise hors service prévue de la L59. À ce moment, il est le premier travailleur sur les lieux. Les agents d'Infrabel ne sont pas encore présents.

• Le formulaire I427

La communication de la mise hors service de la voie et/ou mise hors tension de la caténaire par Infrabel à l'entrepreneur/prestataire de services se fait via le formulaire I427.

Pour les travaux de la nuit du 11 au 12 mars, toutes les rubriques ont été remplies et signées tant par le chef de travail d'Infrabel que par le conducteur OTW de la grue rail-route de E. De Vuyst nv (il s'agit du grutier prévu pour les travaux de renouvellement des rails sur le PN35 pendant toute la semaine). La demande de travaux est faite à 00h06.

¹⁷ Fournisseur de marquages routiers, signalisation routière, mobilier urbain, techniques de construction et de circulation.

¹⁸ Le carnet de sécurité S627 bis est utilisé pour la communication entre le chef de travail et le(s) chef(s) de chantier(s).

La notification sur ce formulaire I427, concernant le début de la mise hors service de la voie (à 00h25) et la mise hors tension de la caténaire (à 00h27), est postérieure à l'heure prévue, 00h20, tel que stipulé dans le BNX. La notification de la fin des travaux (vers 03h15) est antérieure à l'heure prévue, 04h20, du BNX.

Les travaux n'ayant pas encore commencé, aucun formulaire I427 n'a été préparé pour la nuit du 12 au 13 mars.

Constatation : le formulaire I427 notifiant la mise hors service de la voie et la mise hors tension de la caténaire a été correctement utilisé par E. De Vuyst nv et Infrabel lors de travaux antérieurs au PN35.

3.2.3.3. DEMANDE DE PRESTATIONS ET LIVRAISON GRUE RAIL-ROUTE

Les « prestations d'un outil » sont demandées par Infrabel à E. De Vuyst nv en date du 23 janvier 2024. Un marché subséquent à part est passé pour chaque nuit :

- 11 mars 2024 : une grue hydraulique rail-route avec équipement standard (pince hydraulique pour rail, goupille pour éléments « Strail » et pince à bois) pour le contrat « ouverture du PN35 - L59 voie A + B ». Il s'agit d'enlever les dalles « Strail » en caoutchouc des voies A et B. Les dalles de la voie A seront placées à côté du PN35 sur la Moortelhoekstraat (voir image), tandis que les dalles de la voie B seront placées sur le côté herbeux à côté de la voie.
- 12 mars 2024 : deux grues hydrauliques rail-route avec un équipement standard composé d'une pince hydraulique pour les deux grues rail-route et d'une pince à bois pour l'une des grues rail-route. Les travaux à effectuer sur la fiche de prestation sont décrits comme suit : « remplacer les rails au PN35 voie A ».¹⁹



Le 7 mars 2024, Infrabel communique à E. De Vuyst nv une adaptation de la prestation commandée : Infrabel a besoin d'une deuxième grue rail-route avec pince à rails pour la nuit du 12 au 13 mars.

La prestation commandée pour chaque marché subséquent a pour heure de début 23h00 et pour heure de fin prévue 06h00. En raison de ces horaires, le grutier est déjà présent 1 heure et 20 minutes avant le moment prévu pour la mise hors service de la L59. Les fiches de prestation ne contiennent pas d'informations sur les heures de mise hors service.

Lors de la passation des marchés subséquents, Infrabel n'a pas précisé de quel côté la grue rail-route devait être livrée, étant donné que les deux voies seront hors service. Le choix de l'endroit pour les grues rail-route dépend de l'espace disponible dans la zone.

Après l'accomplissement de la tâche « ouverture du PN35 - L59 voie A + B » dans la nuit du 11 au 12 mars, la première grue rail-route sur le PN35 reste sur le côté de la voie B. Cette grue sera ensuite placée sur la voie via la voie B pour la tâche « remplacer les rails du PN35 voie A ».

La deuxième grue rail-route sera livrée par camion le 12 mars 2024 par un employé de E. De Vuyst nv, sur la base de l'adresse figurant sur la feuille de prestation : « PN35 - L59 Moortelhoekstraat, 9111 Belsele ».

Le conducteur du camion livre la deuxième grue rail-route le long de la voie A au PN35.

Constatation : le processus de communication ne précise pas de quel côté du PN35, mis hors service, il fallait livrer la deuxième grue rail-route.

¹⁹ Les nuits suivantes verront également d'autres travaux. Mercredi soir : remplacement des rails de la voie B ; jeudi soir : régulation de la tension voie A + fermeture du passage à niveau voie A ; vendredi soir : régulation de la tension voie B + fermeture du passage à niveau voie B.

3.2.3.4. MESURES APRÈS UN ACCIDENT

• **Entreprise ferroviaire SNCB**

En cas d'accident, le HLT (livret pour conducteurs de train) II.B.7 de la SNCB précise « *Le conducteur qui constate (ou est informé de) la présence d'un obstacle ou d'un accident prend les mesures suivantes dans l'ordre indiqué :*

- *envoie l'appel alarme et applique les mesures de protection immédiates ;*
- *couvre l'obstacle ;*
- *porte secours aux blessés éventuels ;*
- *transmet l'information. »*

Selon le HLT II.B.8, l'envoi de l'appel alarme se fait prioritairement via le GSM-R.

Le conducteur du train de voyageurs à vide EM2772 lance cinq fois un appel GSM-R vers 23h21. En raison d'un défaut technique (batterie perforée), le message parlé ne passe pas.

Le Central Dispatching contacte alors le conducteur du train à 23h22 par le biais d'un appel sur le GSM de service. À la réception de l'appel téléphonique, le conducteur du train suit le contenu d'un message d'alarme : il commence par « alarme-alarme », s'identifie comme EM2772, indique qu'il se trouve au quai de Belsele, qu'il a heurté une grue ferroviaire et qu'il a ensuite déraillé.

Le conducteur du train de voyageurs E1822 reçoit un appel alarme sans message vocal au moment du freinage d'urgence.

• **E. De Vuyst nv**

Pour l'obtention de la certification personnelle « sécurité de base travaux ferroviaires », la matière à connaître reprend aussi une section sur le thème des urgences, des accidents et des incidents. Les numéros d'urgence spécifiques des services d'urgence (100 ou 112) sont inclus, ainsi que le numéro de téléphone du Central Dispatching. Au sein de l'entreprise, on apprend au personnel qu'il faut appeler le numéro du Central Dispatching en cas d'accident, afin qu'Infrabel puisse interrompre le trafic ferroviaire.

Sous la rubrique « sécurité de base travaux ferroviaires », on trouve, en ce qui concerne les accidents et les incidents, quatre étapes pour offrir de l'aide en cas d'accident :

« *Étape 1 : sécuriser le lieu de l'accident et les personnes impliquées.*

Étape 2 : évaluer l'état de la victime.

Étape 3 : avertir les services de secours : numéro 112.

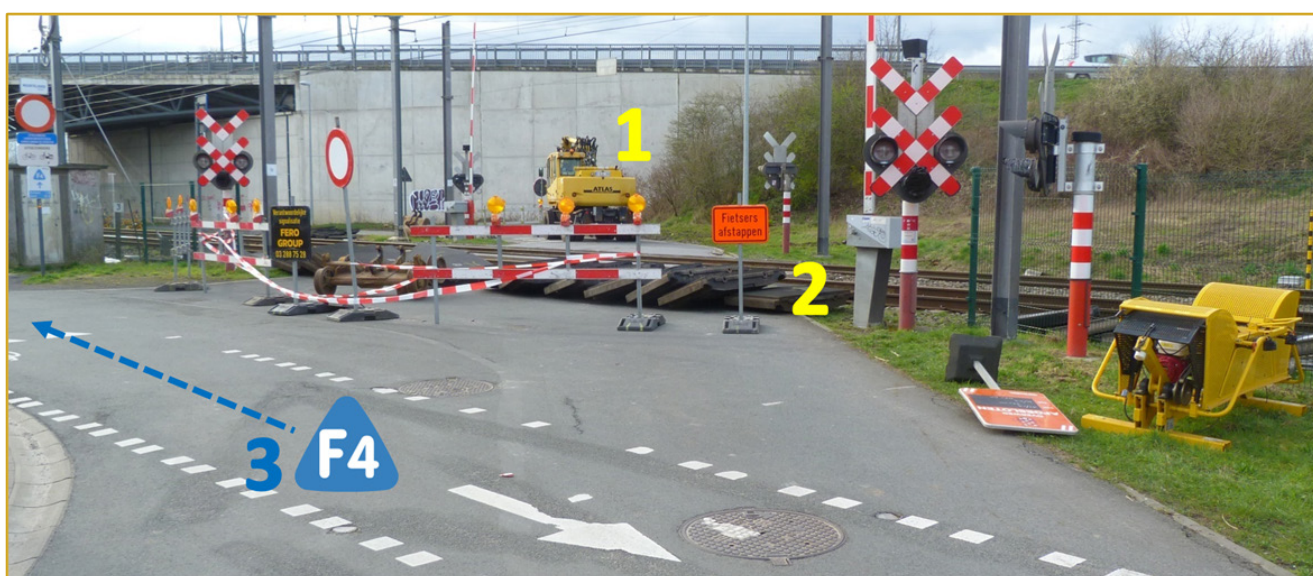
Étape 4 : prodiguer les premiers soins. »

Le conducteur de la grue rail-route a téléphoné à son chef avant la collision. Après que le train de voyageurs à vide est entré en collision avec sa grue rail-route, il est allé voir le conducteur du train pour lui demander si tout allait bien.

Le numéro de téléphone du Central Dispatching figure sur son téléphone portable. En raison de la rapidité de l'événement, le conducteur ne contacte pas le Central Dispatching.

3.3. DESCRIPTION FACTUELLE DES ÉVÉNEMENTS

- Dans la nuit du 11 au 12 mars 2024, on procède à l'enlèvement des dalles « Strail » de la voie au PN35. Sur base de la prestation commandée par Infrabel « *ouverture PN35 - L59 voies A + B* », une grue rail-route avec grutier est fournie par E. De Vuyst nv. Les travaux se font sous la plus haute sécurisation dans la hiérarchie des mesures de sécurité : la mise hors service de la voie. Un formulaire I427 a été établi à cet effet par Infrabel et l'entreprise E. De Vuyst nv avant le début des travaux. Une fois les travaux terminés, la grue rail-route est placée, au PN35, sur le côté de la voie B (n° 1 sur l'image), ce qui est la voie sur laquelle la grue rail-route devra être placée la nuit suivante.
- Dans le courant de la journée du 12 mars, une deuxième grue rail-route est livrée au PN35 par E. De Vuyst nv, ceci en fonction de la prestation commandée par Infrabel « *remplacer les rails au PN35, voie A* ». Elle est placée sur le côté de la voie A.
- Le conducteur de cette deuxième grue rail-route arrive en voiture au PN35 sur le côté de la voie B vers 23h00, le 12 mars. Il est le premier travailleur sur le chantier. Le conducteur constate que sa grue rail-route se trouve sur le côté de la voie A. Avant le début des travaux, le conducteur ne peut pas amener sa grue rail-route de l'autre côté via le PN35 mis hors service (2). En empruntant la piste cyclable F4 (3) et le PN38, le conducteur veut amener sa grue rail-route de l'autre côté du PN35.



- En direction du PN38, la piste cyclable F4 devient plus étroite (cf. flèche rouge sur l'image ci-contre). Le conducteur de la grue se déporte vers la droite, ce qui fait que les roues droites de la grue rail-route se retrouvent sur la berme à côté de la piste cyclable en béton (cf. arc rouge).
- En raison du sol boueux, la grue rail-route commence à glisser vers la voie A de la L59. L'arrière s'enfonce dans la berme, puis la grue rail-route commence à basculer. Le conducteur tente d'empêcher sa grue de dévaler encore plus en posant le godet de sa grue sur le sol et en poussant la grue vers le haut. La grue rail-route se retrouve alors perpendiculairement à la voie (cf. n° 1 de l'image de la page suivante). L'arrière de la grue rail-route pénètre de ce fait dans le gabarit de la voie A de la L59 à la BK 27.662.



- Le conducteur de la grue rail-route tente à nouveau de pousser sa grue hors de la voie en plaçant le godet derrière la bordure en béton de la piste cyclable et en se hissant sur la berme (cf. n° 2).



- Pendant ce temps, le train de voyageurs E1822 a quitté la gare de Lokeren vers 23h15 via la voie B de la L59 en direction de Sint-Niklaas. Vers 23h17, le train de voyageurs à vide EM2772 est parti de la gare de Sint-Niklaas via la voie A de la L59 en direction de Lokeren.
- Le conducteur de la grue rail-route aperçoit les feux du train EM2772 en provenance de Sint-Niklaas (cf. n° 3). Il saute de la cabine et parvient à se mettre en sécurité en passant par la berme.
- À 23h20, deux secondes après un freinage d'urgence entamé, le train de voyageurs à vide EM2772 entre en collision avec la grue rail-route. La cabine et le bras de la grue rail-route pivotent de 90° vers la voie. Le train de voyageurs à vide déraile avec quatre bogies. Le train EM2772 parcourt encore environ 300 mètres en position déraillée et s'immobilise en amont du PN38.
- Le conducteur du train de voyageurs à vide EM2772 lance cinq fois un appel GSM-R vers 23h21.
- La deuxième voiture, déraillée, du train de voyageurs à vide EM2772 se trouve dans l'entrevoie à quelques dizaines de centimètres du gabarit de la voie B de la L59.
- Le conducteur du train de voyageurs E1822 (n° 1 sur l'image), venant en sens inverse sur la voie B, voit des étincelles au niveau de la caténaire vers 23h21 et, à une vitesse de 115 km/h, effectue un freinage d'urgence. Pendant le freinage, le train E1822 passe à quelques dizaines de centimètres à côté de la deuxième voiture du train EM2772 (2).
- À 23h24, le trafic sur les voies A et B de la L59 est interrompu par le bloc 19 entre Lokeren et Sint-Niklaas. À 23h28, le bloc 19 informe le répartiteur ES Gent, qui supprime immédiatement la tension sur la caténaire. À 23h30, le bloc 19 applique les protections des cas 29676 et 29675 tableau II sur la ligne L59 pour l'ensemble du trafic.
- À 23h35, les services d'urgence sont sur place (police locale, pompiers, ambulance). Le plan d'urgence ferroviaire n'a pas été déclenché car l'événement ne le nécessitait pas.
- L'évacuation des voyageurs à bord du train E1822 commence à 01h52. Cinq minutes plus tard, cette évacuation prend fin.



3.4. FAITS SURVENUS ANTÉRIEURS DE NATURE COMPARABLE

L'OEAIF a mené une enquête de sécurité sur la collision entre un train de voyageurs de la SNCB et une grue rail-route à Melsele le 15 octobre 2016 et sur la collision entre un train de voyageurs et une excavatrice à Duffel le 14 juin 2012.²⁰ Ces événements diffèrent de la collision d'une grue rail-route à Belsele, car dans ces deux cas, les travaux étaient déjà en cours.

²⁰ Voir https://www.rail-investigation.be/fiche-enquete/?enquete_id=2961 (Melsele) et https://www.rail-investigation.be/fiche-enquete/?enquete_id=706 (Duffel).

4. ANALYSE DU FAIT SURVENU ET DES FACTEURS CONTRIBUTIFS

4.1. ANALYSE DU FONCTIONNEMENT ET DES DYSFONCTIONNEMENTS DES PRINCIPES DE SÉCURITÉ / BARRIÈRES ASSOCIÉES À LA SITUATION OPÉRATIONNELLE

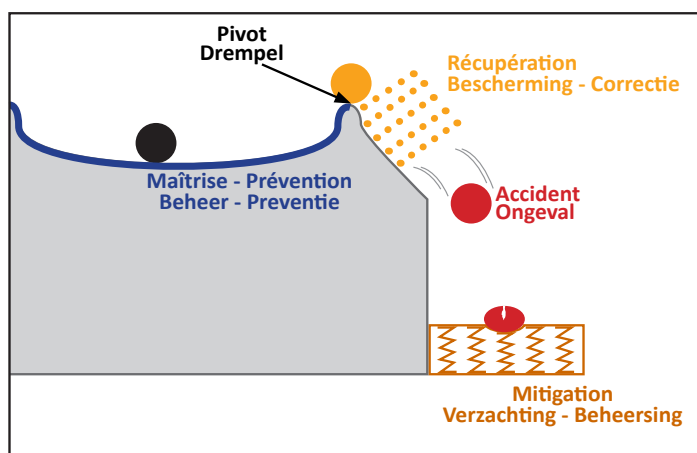
4.1.1. MÉTHODE DE LA DYNAMIQUE DES SYSTÈMES

Un événement survient lorsque le contrôle sur une situation est perdu. Cela se produit généralement après un "événement pivot", ou initiateur, qui perturbe le cours normal des événements. Jusque-là, la situation reste généralement gérable, même si des imperfections, des déviations ou des événements inattendus peuvent se produire. Ceux-ci sont absorbés par des mécanismes de sécurité intégrés dans le système (sécurité intrinsèque du système).

Dès que l'événement initiateur se produit, la situation se retrouve dans un état instable. A partir de ce moment, le système n'est plus intrinsèquement sûr et le risque d'accident ou d'incident est réel. Seules des mesures correctives rapides et efficaces peuvent prévenir un accident ou un incident.

Nous distinguons trois types de principes de sécurité:

- **Principes de maîtrise**, visant à prévenir l'événement initiateur ;
- **Principes de récupération ou de correction**, destinés à contrôler une escalade naissante ;
- **Principes de mitigation ou d'atténuation**, permettant de limiter les conséquences d'un accident ou d'un incident.



Cette dynamique peut être traduite par la métaphore d'une bille dans un bol.

La bille représente le fonctionnement quotidien du système, avec toutes ses variations et risques. Le bol lui-même représente les principes et les structures de protection qui maintiennent le système en équilibre, c'est-à-dire les principes de maîtrise. Tant que la bille reste dans le bol, le système reste stable.

Cependant, lorsque la bille reçoit trop d'énergie (par exemple, en raison d'une accumulation de déviations dans les processus ou dans les conditions), ou

lorsque le bord du bol est plus bas (par exemple, en raison d'un affaiblissement des contrôles), elle peut s'approcher du bord (escalade naissante). C'est le moment de la perte de contrôle, le pivot. Seules des mesures correctives rapides et efficaces peuvent prévenir un accident ou un incident.

Lorsque les mesures correctives sont insuffisantes, les mesures de mitigation ne peuvent qu'atténuer les conséquences d'un accident ou d'un incident.

Ensemble, ces principes forment le modèle de sécurité autour d'un risque ou d'un incident.

Ce modèle comprend à la fois

- des éléments explicites tels que des règles et des procédures,
- des exigences de conception et des limites opérationnelles,
- des éléments implicites tels que des bonnes pratiques, des attentes raisonnables en matière de comportement et même des hypothèses tacites sur la façon dont les gens agissent dans certaines situations.

4.1.2. IDENTIFICATION DES PRINCIPES DE SÉCURITÉ

1. Principes de maîtrise	2. Pivot	3. Principes de récupération	4. Accident 1	5. Principes de mitigation	6. Accident 2	7. Principes de mitigation 2
 1.1 Une bonne et complète préparation des travaux.	2.1 La grue rail-route roule sur la piste cyclable.	 3.1 La piste cyclable est suffisamment stable pour une grue rail-route.	4.1 La grue rail-route se renverse et entre dans le gabarit de la voie A de la L59.	 5.1 L'entreprise qui déploie une grue rail-route dispose d'une procédure de signalement des incidents et la communique à ses travailleurs.	6.1 La collision du train de voyageurs à vide EM2772 avec une grue rail-route sur la voie A de la L59.	 7.1 Le conducteur du train EM2772 envoie une alarme GSM-R.
 1.2 Le conducteur de la grue rail-route attend l'autorisation de commencer les travaux avant de déplacer la grue.		 3.2 Le conducteur de la grue rail-route remarque un rétrécissement de la voie et adapte son parcours en conséquence.		 5.2 Le conducteur de la grue rail-route contacte le Central Dispatching après l'accident.		 7.2 Le conducteur du train E1822 voit des étincelles et effectue un freinage d'urgence, évitant ainsi une collision avec des débris.
 1.3 Le conducteur de la grue rail-route utilise la voie publique pour déplacer sa grue.				 5.3 Le trafic ferroviaire vers le lieu de l'accident est interrompu.		
				 5.4 Le conducteur du train EM2772 aperçoit la grue rail-route sur la voie, freine et s'arrête à temps.		

1.1 Principe de maîtrise : une bonne et complète préparation des travaux

Une bonne et complète préparation est essentielle à la bonne exécution des travaux. Les aspects suivants jouent un rôle crucial à cet égard :

- La grue rail-route est livrée du côté du passage à niveau où elle est nécessaire pour les travaux prévus.

Des travaux ont été prévus sur la L59, au PN35, durant les nuits du 11 au 16 mars 2024. Dans la nuit du 11 au 12 mars, le revêtement routier du PN35 est démonté et l'entreprise concernée fournit une grue rail-route et un opérateur. Après les travaux, la grue rail-route est entreposée sur le côté de la voie B. C'est sur cette voie que la grue rail-route devra être placée pour les travaux prévus la nuit suivante. Pour ces travaux, une deuxième grue rail-route et un opérateur de l'entreprise sont demandés par le gestionnaire de l'infrastructure quelques jours auparavant. La grue rail-route est livrée au PN35 par un chauffeur de camion de l'entreprise dans le courant de la journée du 12 mars.

Au moment de la demande de service de location, le gestionnaire de l'infrastructure ne donne aucune instruction à l'entreprise, ni l'entreprise au chauffeur de camion pour ce qui concerne le côté où le chauffeur de camion doit livrer la grue rail-route. La livraison de la grue rail-route a lieu le long de la voie A au PN35.

- Pas d'obstruction à la hauteur du passage à niveau.

Durant les travaux effectués au PN35 dans la nuit du 11 au 12 mars, les dalles « Strail » sont enlevées. Avant l'autorisation pour les travaux, il est impossible pour la grue rail-route d'avoir un passage direct d'un côté du PN35 (côté voie A) à l'autre (côté voie B).

1.2 Principe de maîtrise : Le conducteur de la grue rail-route attend l'autorisation de commencer les travaux avant de déplacer la grue

Avant le début de chaque prestation, un pre-job briefing et l'autorisation du gestionnaire de l'infrastructure sont requis pour pouvoir commencer les travaux. Les explications sur les travaux et l'autorisation sont une condition essentielle pour garantir la sécurité sur et aux abords des voies.

Le conducteur de la grue rail-route est le premier travailleur qui arrive au PN35 vers 23h00, soit environ 1 heure et 20 minutes avant la mise hors service prévue de la L59. Constatant que sa grue rail-route ne se trouve pas du bon côté pour accéder à la voie, il décide de déplacer la grue avant le début des travaux et avant l'arrivée du chef de travail d'Infrabel.

1.3 Principe de maîtrise – Le conducteur de la grue rail-route utilise la voie publique pour déplacer sa grue

Le grutier a déjà effectué des travaux ferroviaires sur la L59, également à hauteur du PN35, et emprunte la piste cyclable F4 pour déplacer sa grue rail-route vers l'autre côté du PN35 en passant par le PN38. La distance entre les passages à niveau est d'environ 3,4 kilomètres par la voie publique et de 1,8 kilomètres par la piste cyclable F4.

2.1 Pivot (perte de contrôle) – La grue rail-route roule sur la piste cyclable

Le conducteur de la grue rail-route opte pour la piste cyclable F4 pour déplacer sa grue rail-route vers l'autre côté du PN35.

3.1 Principe de récupération – La piste cyclable est suffisamment stable pour une grue rail-route

Les conditions météorologiques pluvieuses ont cependant détrempé la berme longeant la piste cyclable en béton. La combinaison de l'assise détrempée de la berme et du poids important de la grue rail-route a comme conséquence que cette assise n'est plus suffisamment stable.

3.2 Principe de récupération – Le conducteur de la grue rail-route remarque un rétrécissement de la voie et adapte son parcours en conséquence

Dans un premier temps, la grue rail-route roule entièrement sur la surface en béton de la piste cyclable F4. Après 1,3 kilomètre parcouru en direction du PN38, la voie se rétrécit.

Le conducteur de la grue rail-route ne s'arrête pas au rétrécissement de la voie. Il continue à rouler, ce qui fait que les roues droites de la grue rail-route se retrouvent dans la boue de la berme.

4.1 Accident 1 – La grue rail-route se renverse et entre dans le gabarit de la voie A de la L59

En raison du sol boueux, la grue rail-route glisse vers la voie A de la L59. L'arrière s'enfonce dans la berme, puis la grue rail-route commence à basculer. Le conducteur tente de manœuvrer la grue rail-route pour qu'elle revienne sur la piste cyclable, ce qui a pour effet de la placer perpendiculairement à la voie ferrée. La partie arrière se retrouve alors dans le gabarit de la voie A de la L59.

5.1 Principes de mitigation – L'entreprise qui déploie la grue rail-route dispose d'une procédure de signalement des incidents et la communique à ses travailleurs

Au cours de leur formation, les travailleurs de l'entreprise concernée reçoivent la procédure pour apporter de l'aide après un accident. Les numéros d'urgence des services de secours (100/112) et le numéro du Central Dispatching, habilité à interrompre le trafic, sont inclus dans le Plan de Santé et de Sécurité et sont disponibles dans les grues rail-route. Les travailleurs ont aussi le numéro de téléphone du Central Dispatching sur leur GSM.

5.2 Principes de mitigation – Le conducteur de la grue rail-route contacte le Central Dispatching après l'accident

Les conducteurs de train peuvent lancer un appel GSM à l'aide d'un bouton situé sur le pupitre de commande dans le poste de conduite. Les grutiers n'ont pas de bouton d'alarme dans la cabine de la grue rail-route. Ils doivent prendre le GSM et composer le numéro de téléphone du Central Dispatching.

En raison de la rapidité de l'événement, le conducteur ne contacte pas le Central Dispatching.

5.3 Principes de mitigation – Le trafic ferroviaire vers le lieu de l'accident a été interrompu

Lors d'un appel d'alarme signalant un incident, un accident ou une situation d'urgence, le poste de signalisation peut interrompre la circulation des trains en direction du lieu de l'accident.

Le poste de signalisation concerné, le bloc 19 Dendermonde, ne reçoit aucune notification d'alarme indiquant qu'une grue rail-route se trouve dans le gabarit de la voie A de la L59. Par conséquent, le poste de signalisation ne peut prendre aucune mesure de sécurité.

5.4 Principes de mitigation – Le conducteur du train EM2772 aperçoit une grue rail-route sur la voie, freine et s'arrête à temps

Le train EM2772 circule dans l'obscurité entre Sint-Niklaas et Lokeren. L'éclairage de la piste cyclable ne vise pas à éclairer la voie ferrée adjacente. L'éclairage de la grue rail-route fonctionne correctement, mais comme la grue rail-route est perpendiculaire à la piste cyclable F4, l'éclairage de la grue n'est pas orienté vers la voie ferrée.

Le conducteur du train EM2772 n'aperçoit la grue rail-route qu'au dernier moment. Il effectue un freinage d'urgence mais ne peut éviter la collision.

6.1 Accident 2 – La collision du train de voyageurs à vide EM2772 avec une grue rail-route sur la voie A de la L59

La grue rail-route se trouve dans le gabarit de la voie A de la L59 et est heurtée par l'EM2772 qui roule de Sint-Niklaas à Lokeren sur la voie A de la L59.

7.1 Principes de mitigation – Le conducteur du train EM2772 envoie une alarme GSM-R

Vers 23h21, le conducteur du train de voyageurs à vide EM2772 lance cinq fois un appel GSM-R (un message vocal n'aboutit pas en raison d'une défaillance technique). Le Central Dispatching rappelle le conducteur du train sur son GSM de service vers 23h22. Le conducteur du train répond à l'appel par « alarme-alarme », s'identifie comme EM2772, indique qu'il se trouve au quai de Belsele, qu'il a heurté une grue rail-route et qu'il a ensuite déraillé.

7.2 Principes de mitigation – Le conducteur du train E1822 voit des étincelles et effectue un freinage d'urgence, évitant ainsi une collision avec des débris

Le conducteur du train E1822 roule sur la voie B de la L59 en direction de Sint-Niklaas. Il aperçoit des étincelles au niveau de la caténaire et effectue un freinage d'urgence. Le train s'arrête à temps pour éviter une collision avec des débris situés sur la voie B suite à la collision entre le train de voyageurs EM2772 et la grue rail-route.

4.2. CONSTATATION SUPPLÉMENTAIRE

L'accès à la piste cyclable F4 est interdit aux conducteurs par le panneau d'interdiction C3. Toutefois, grâce au panneau additionnel bleu, cette interdiction ne s'applique pas aux véhicules agricoles et la piste cyclable peut être empruntée, par exemple, par des tracteurs, des machines de récolte, de travail du sol ou des machines forestières. Le poids de ces véhicules est très variable, allant des tracteurs compacts (~3 tonnes) aux modèles lourds (6-12 tonnes), sans compter les accessoires et les pièces destinées à l'agriculture.

Avec une piste cyclable étroite et une assise instable, ces véhicules agricoles risquent de s'enfoncer et de glisser ou de basculer vers la ligne ferroviaire adjacente.

La compétence en matière de pistes cyclables est partagée : les autorités flamandes fixent le cadre général, définissent le réseau des pistes cyclables et subventionnent l'infrastructure. Les provinces sont responsables de leur aménagement et de leur entretien dans les limites de leur territoire. Les communes et les villes coopèrent pour les adaptations et l'entretien au niveau local.

L'exception pour les véhicules agricoles sur la piste cyclable F4 peut présenter des risques pour la sécurité, en particulier sur les tronçons étroits et instables le long des lignes de chemin de fer.

Le département Mobilité & Travaux publics du gouvernement flamand a publié en octobre 2021 une note d'orientation sur « les pistes cyclables et les déplacements à vélo autour des gares ».²¹ Cette note d'orientation est le fruit d'une concertation entre le gestionnaire de la voirie (« Agentschap Wegen & Verkeer »), les provinces, De Lijn, le département Mobilité & Travaux publics, le Fietsberaad, Infrabel/TUC RAIL et la SNCB. Il n'existe pas de note de vision similaire sur l'infrastructure des pistes cyclables en relation avec des lignes ferroviaires adjacentes.

21 <https://www.vlaanderen.be/publicaties/fietssnelwegen-en-fietsen-in-stationsomgevingen-visienota>

5. CONCLUSIONS

5.1. RÉSUMÉ DE L'ANALYSE ET DES CONCLUSIONS

5.1.1. FACTEUR CAUSAL

La cause directe de la collision entre le train et la grue rail-route est le glissement de la grue rail-route dans le gabarit de la voie, à la suite de l'affaissement de l'assise de la piste cyclable sur laquelle la grue rail-route circulait.

Le train de voyageurs à vide déraile à la suite de cette collision.

5.1.2. FACTEURS CONTRIBUTIFS

Gestion des actifs

Un facteur contributif est le rétrécissement de la largeur et la stabilité de l'assise de la piste cyclable.

La piste cyclable en béton est à priori suffisamment large pour permettre le passage de la grue rail-route. Plus loin cependant, la piste cyclable se rétrécit et une haie limite la largeur du passage. Passant le rétrécissement de la piste cyclable, la grue rail-route roule avec ses roues droites sur la berme. Les conditions météorologiques pluvieuses ont rendu l'assise de cette berme humide et insuffisamment stable pour supporter le poids important de la grue. Par conséquent, la grue dévale.

Dispositions opérationnelles et procédures

Un facteur contributif est le déplacement de la grue rail-route avant le pre-job briefing et avant l'autorisation du gestionnaire de l'infrastructure de démarrer les travaux.

Le conducteur de la grue rail-route constate que sa grue ne se trouve pas du côté du passage à niveau où elle doit être mise sur la voie et décide de la déplacer avant les heures officielles de travail (l'arrêt de la circulation des trains), sans en informer le chef de travail.

Si un début précoce des travaux peut sembler utile, il est essentiel que les schémas préétablis et les étapes de préparation soient respectés : cela permet de garantir la sécurité et des conditions de travail optimales avant chaque tâche.

Au cours de la formation « Sécurité de base travaux ferroviaires », les travailleurs sont amenés à prendre conscience de l'importance du pre-job briefing et de la nécessité d'avoir l'autorisation d'Infrabel pour commencer les travaux.

Gestion des situations d'urgence

Un facteur contributif est le fait que, après le glissement de la grue rail-route sur les voies, le Central Dispatching n'en est pas immédiatement informé.

Bien que les grutiers possèdent le numéro de téléphone du Central Dispatching dans leur GSM, ils n'ont pas (contrairement aux conducteurs de train) de bouton d'alarme à leur disposition dans la cabine de la grue railroute qui leur permette de joindre directement le Central Dispatching. Ils doivent prendre le GSM et composer le numéro de téléphone du Central Dispatching.

Vu le déroulement rapide de l'événement, le grutier n'a pas eu le temps de contacter le Central Dispatching, ce qui a retardé la mise en œuvre des mesures de sécurité par le gestionnaire de l'infrastructure.

5.1.3. FACTEURS SYSTÉMIQUES

Sensibilisation aux risques

Le facteur systémique est une prise de conscience insuffisante des risques liés au « démarrage prématuré des travaux » et à la « préparation du travail », ce qui est susceptible d'être interprétés différemment par les travailleurs.

Il est essentiel que les étapes de préparation et les horaires prévus soient respectés afin de garantir une sécurité et des conditions de travail optimales.

Bien que la direction des différentes entreprises concernées soit convaincue de l'importance du respect des mesures de planification et de sécurité, il est essentiel qu'elle en assure la surveillance et le contrôle.

5.2. MESURES PRISES DEPUIS LES ÉVÉNEMENTS

5.2.1. E. DE VUYST NV

Comme mesure immédiate, au sein de l'entreprise, l'accident et ses conséquences ont été discutés avec le personnel en mettant l'accent sur le choix d'un itinéraire pour le déplacement et la stabilité des grues rail-route et sur l'utilisation des numéros d'urgence.

Comme mesures structurelles, l'entreprise prévoit :

- « Revoir l'AR « Travailler avec une grue » et la CIS « Conduire une grue ».
- Rédaction de la WIT « Actions à entreprendre en cas de presque-collision ».
- Mesure de prévention : apposer sur les grues et les véhicules des autocollants indiquant les numéros d'urgence les plus importants.
- Organiser une réunion toolbox au cours de laquelle les faits et les causes sont répétés. Ceci combiné aux mesures préventives prises. »

5.2.2. INFRABEL

- Grâce à la formation « Sécurité de base travaux ferroviaires », le gestionnaire de l'infrastructure fait mieux connaître le numéro 1711.
- Il est recommandé aux entrepreneurs d'apposer l'autocollant 1711 à un endroit bien visible dans la cabine des grues rail-route.

5.3. CONSTATATION SUPPLÉMENTAIRE

La piste cyclable F4 peut être utilisée par les véhicules agricoles. Avec une piste cyclable étroite et une assise instable, ces véhicules agricoles risquent de s'enfoncer et de glisser ou de basculer vers la ligne ferroviaire adjacente.

6. RECOMMANDATIONS

Les recommandations en matière de sécurité formulées par l'OEAIF s'adressent aux parties concernées. Elles visent à améliorer ou maintenir la sécurité ferroviaire.

Les recommandations en matière de sécurité formulées par l'OEAIF ne visent nullement à désigner des responsables ou des coupables. Elles ne peuvent donc être utilisées dans ce sens.

Le destinataire d'une recommandation est l'autorité de contrôle qui a des compétences sur certains acteurs. Pour le secteur ferroviaire, le destinataire est le Service de Sécurité et d'Interopérabilité des Chemins de Fer, le SSICF.

Suite aux recommandations formulées, des solutions (mesures, actions d'amélioration, innovations, ...) sont élaborées par les parties concernées relevant d'une autorité de contrôle.

Le suivi de la mise en œuvre de ces solutions en rapport avec la recommandation formulée relève de la compétence du SSICF.

	Constatation	Recommandation
1.	Le facteur systémique est une prise de conscience insuffisante des risques liés au « démarrage prématuré des travaux » et à la « préparation du travail », ce qui est susceptible d'être interprétés différemment par les travailleurs.	L'OEAIF recommande au SSICF de s'assurer qu'Infrabel vérifie que ses sous-traitants ont sensibilisé leur personnel aux risques et à l'interdiction de préparer et de commencer des travaux sur les chantiers ferroviaires avant les heures de travail.



Organisme d'Enquête sur les Accidents et Incidents Ferroviaires
<http://www.oeaif.be>

