

Rapport d'Enquête de Sécurité

Déraillement suivi par une prise en écharpe

Y Walenhoek - 6 février 2020

TABLE DES VERSIONS DU RAPPORT

<u>Numéro de la version</u>	<u>Sujet de révision</u>	<u>Date</u>
1.0	Première version	03/12/2021

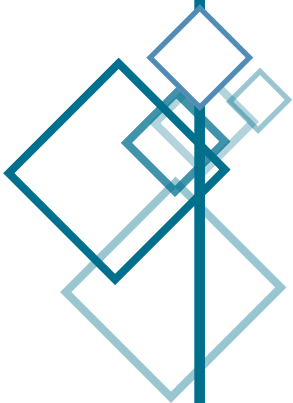
Toute utilisation de ce rapport dans une perspective différente de celle de la prévention des accidents - par exemple celle de définir des responsabilités, et a fortiori des culpabilités individuelles ou collectives - serait effectuée en distorsion totale avec les objectifs de ce rapport, les méthodes 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.

Table des matières

1. RÉSUMÉ	9
2. LES FAITS IMMÉDIATS	13
2.1. L'événement	13
2.1.1. Description de l'événement	13
2.1.2. Description du site	14
2.1.3. Les services de secours	14
2.1.4. La décision d'ouvrir une enquête	15
2.1.5. L'enquête	15
2.2. Les circonstances de l'événement	16
2.2.1. Entreprises et personnes concernées	16
2.2.2. Composition des trains	16
2.2.3. Description de l'infrastructure et du système de signalisation	17
2.2.4. Travail réalisé sur le site ou à proximité de l'accident	22
2.2.5. Déclenchement du plan d'urgence ferroviaire	22
2.2.6. Déclenchement du plan d'urgence	22
2.3. Pertes humaines, blessés et dommages matériels	23
2.4. Circonstances externes	24
2.4.1. Conditions météorologiques	24
2.4.2. Conditions géographiques	24
3. COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS ET ENQUÊTES	27
3.1. Résumé des témoignages	27
3.2. Système de gestion de sécurité	27
3.2.1. Management commitment	27
3.2.2. Monitoring	30
3.2.3. Apprentissage organisationnel	32
3.2.4. Évaluation des risques	32
3.2.5. Gestion des compétences	36
3.2.6. Informations	38
3.2.7. Documentation	38
3.3. Règles et réglementation	39
3.3.1. Législation	39
3.3.2. Les règles d'exploitation, les instructions locales, les exigences applicables au personnel, les prescriptions d'entretien et les normes applicables	41
3.4. Fonctionnement du matériel roulant et des installations techniques	42
3.4.1. Système de signalisation et système contrôle-instruction, y compris les enregistrements des enregistreurs de données automatiques	42
3.4.2. Infrastructure	43
3.4.3. Matériel roulant, y compris les enregistrements et les enregistreurs de données automatiques	46
3.5. Documentation du système opératoire	48
3.5.1. Mesures prises par le personnel pour le contrôle du trafic et la signalisation	48
3.5.2. Échange de messages oraux en rapport avec l'événement, y compris la documentation venant des enregistrements	48
3.5.3. Mesures prises pour protéger et sauvegarder le site de l'événement	48
3.6. Interface homme-machine-opération	49
3.6.1. Horaire de travail du personnel impliqué	49
3.6.2. Circonstances médicales et personnelles ayant influencé l'événement, y compris l'existence de stress physique ou psychologique	52
3.6.3. Conception des équipements ayant un impact sur l'interface homme-machine	54
3.7. Événements antérieurs	58

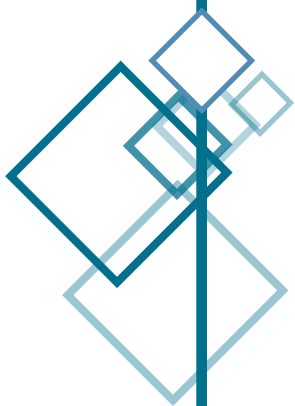
4.	ANALYSE ET CONCLUSIONS	61
4.1.	Compte rendu final de la chaîne d'événements	61
4.2.	Déterminer les principes de sécurité	64
	4.2.1. Identification des principes de sécurité liés à la situation opérationnelle	64
	4.2.2. Analyse du fonctionnement et des pannes des systèmes de gestion	65
	4.2.3. Analyse facteur humain	66
	4.2.4. Analyse SGS	67
4.3.	Conclusions	70
	4.3.1. Cause directe	70
	4.3.2. Facteur indirect – 1	70
	4.3.3. Facteur indirect – 2	71
	4.3.4. Facteur indirect – 3	71
	4.3.5. Facteur systémique – 1	72
	4.3.6. Facteur systémique – 2	72
5.	MESURES PRISES	75
5.1.	Le gestionnaire de l'infrastructure	75
5.2.	L'entreprise ferroviaire	75
6.	RECOMMANDATIONS	77
7.	ANNEXES	81

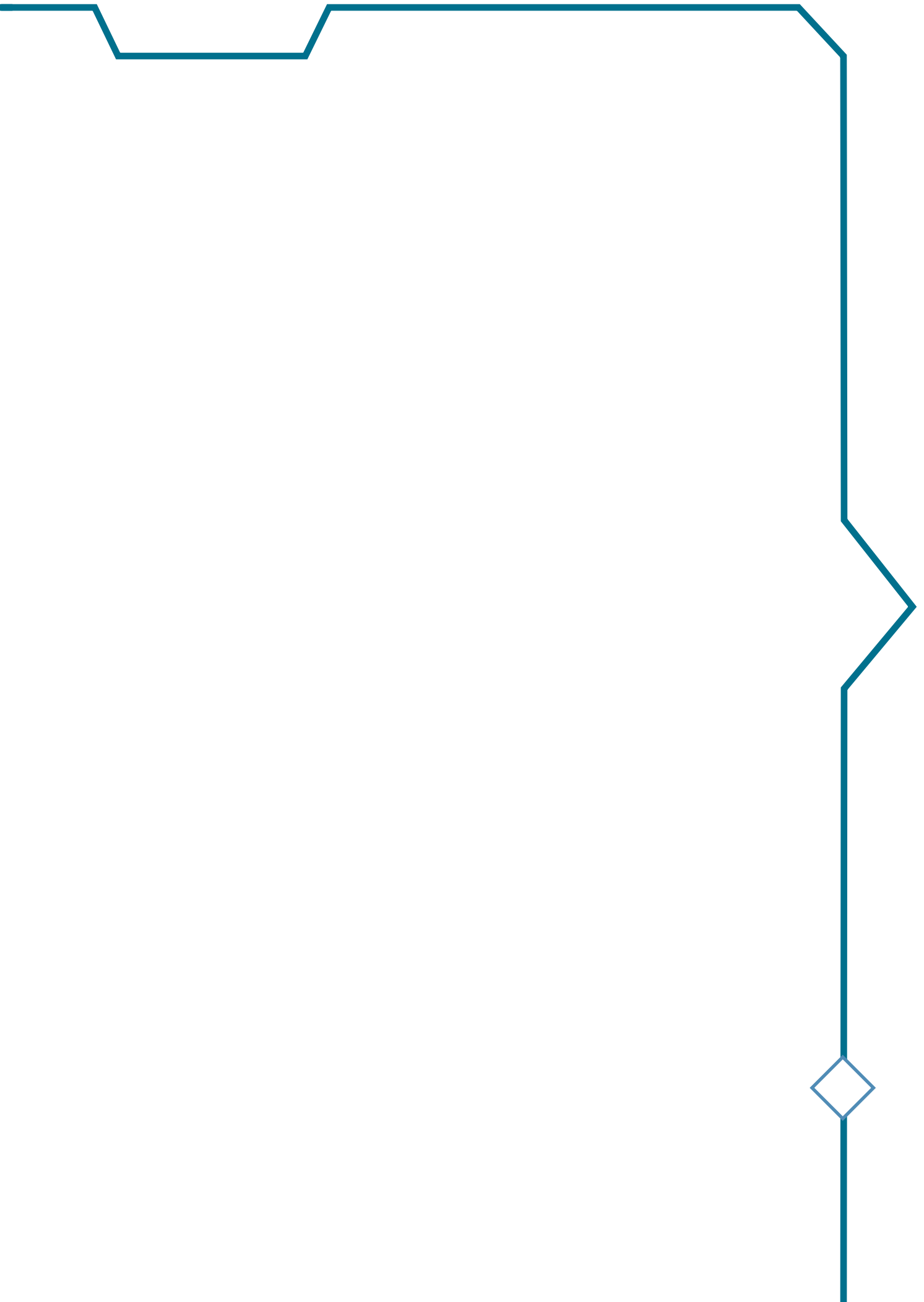


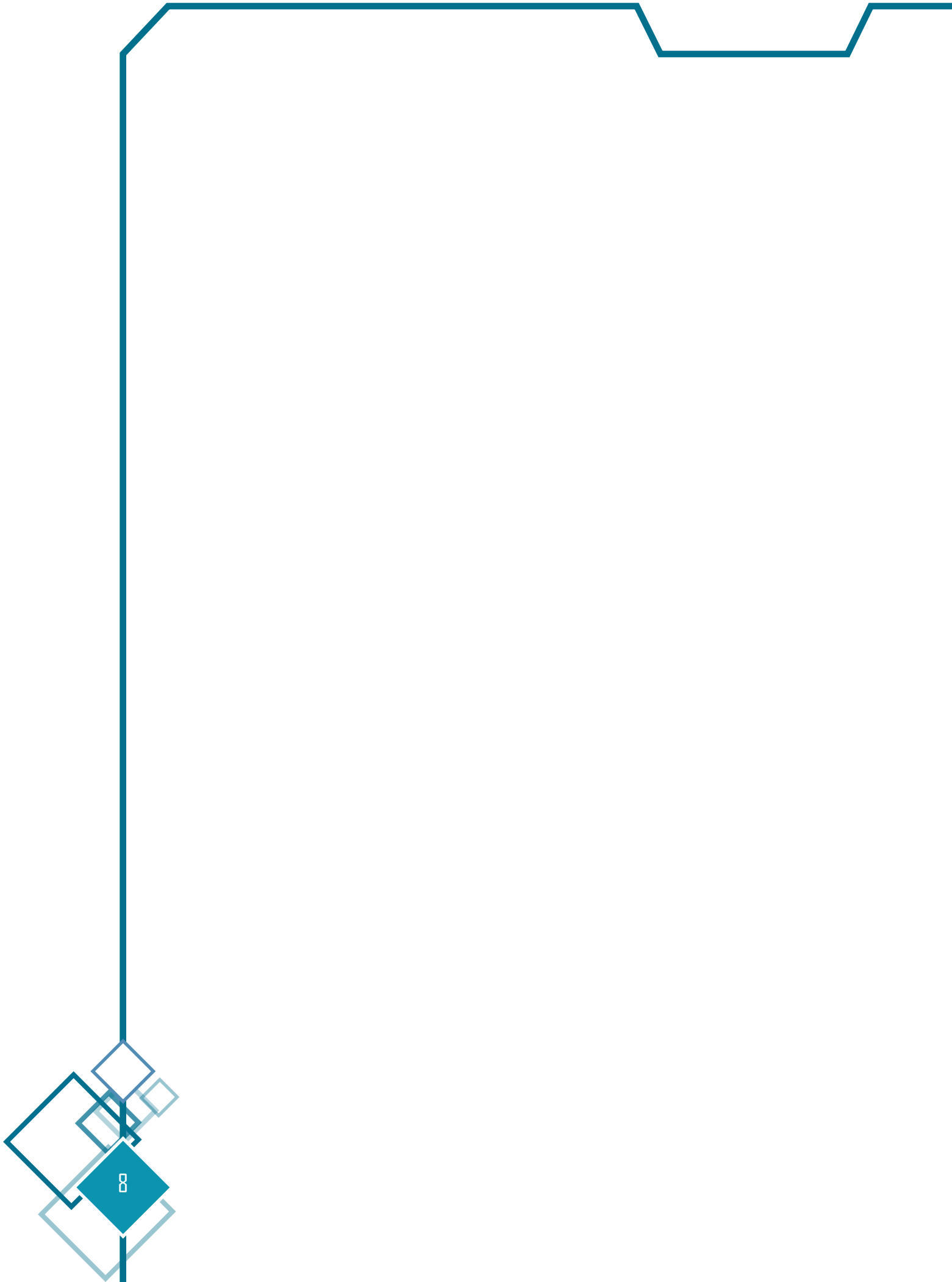
Définitions

2J	Double Jaune (aspect signal)
AsBo	Assessment Body
BK	Borne kilométrique
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
CFA	Conduite de Frein Automatique
DML	Drivers Manual
DWA	Driving Without Awareness
EBP	Poste de Commande électronique
EOA	End of Authority
EPC	Equipements de Protection Collective
EPI	Équipement de Protection Individuelle
ERA	European Union Agency for Railways
ERTMS	European Rail Traffic Management System
ETCS	European Train Control System
FS	Full Supervision
GSM-R	GSM for Railways
HSE	Health and Safety Executive
ISC	Indicateurs de Sécurité Communs
KPI	Key Performance Indicators
L	Ligne (de chemin de fer)
LHSV	Liefkenshoekspoorverbinding (<i>la liaison ferroviaire du Liefkenshoek</i>)

Memor	Système d'aide à la conduite repris comme système national de type B dans la STI CCS
Numéro ONU	Le numéro d'identification à quatre chiffres des matières ou objets extrait du Règlement type de l'ONU
PLP	Poste à Logique Programmée
PNOW	Passage à Niveau / OverWeg
PTR	Prescriptions Techniques Réglementaires
RCA	Root Cause Analysis
REX	Retour d'EXpérience
RGE	Règlement Général d'Exploitation
RID	International Rule for Transport of Dangerous Substances by Railway
RNV	Régistre National des Véhicules
RSEIF	Règles de Sécurité en matière d'Exploitation de l'Infrastructure Ferroviaire
SARES	Safe Approach Restrictive Signal
SGS	Système de Gestion de la Sécurité
SNCB	Société Nationale des Chemins de fer Belges
SPAD	Signal Passed At Danger (dépassement d'un signal fermé)
SSICF	Service de Sécurité et d'Interopérabilité des Chemins de Fer
PSS	Plan Schématique de Signalisation
STM	Specific Transmission Module
TBL1+	Transmission Balise-Locomotive avec contrôle de vitesse partielle
TC	Traffic Control
TGV	Train à Grande Vitesse
STI CCS	Spécification Technique d'Interopérabilité Contrôle-Commande et Signalisation
VJ	Vert-Jaune (aspect signal)
Y	Bifurcation







1. RÉSUMÉ

1.1. APERÇU

Le 6 février 2020 vers 11h36, le train LZ70080 (locomotive 7724 tractée par la locomotive 7722) part de Kalishoek, dans le Port du Pays de Waes. Le train emprunte la ligne 10 via la ligne 211 et se dirige ensuite d'Anvers rive gauche, via le tunnel Antigone sous l'Escaut et sous le Dock du canal B2, vers Anvers rive droite.

Lorsque le train LZ70080 quitte le tunnel Antigone, le train de marchandises E49826 roule sur la ligne 223 vers le croisement des lignes 10 et 11 pour poursuivre son trajet sur la ligne 10 en direction d'Anvers rive gauche. Le train de marchandises E49826 est composé de 20 wagons, vides mais pas nettoyés après avoir été chargés de marchandises RID. Le train est tracté par la locomotive 1308.

Après avoir quitté le tunnel Antigone, le train LZ70080 passe le signal fermé S-W.9 et poursuit sa route vers le croisement des lignes 10 et 11. Vers 12h24, le train LZ70080 déraile au niveau du croisement et la locomotive 7722 est prise en écharpe par le train E49826.

À la suite de l'impact, six wagons du train E49826 dérailent. Le wagon n°4 se renverse sur l'accotement et ce qui reste dans le wagon se répand sur l'assiette de la voie. Les wagons n°5 et n°6 dérailent en direction de l'accotement et se renversent partiellement.

À la suite de l'impact, les deux locomotives du train LZ70080 dérailent. Le poste de conduite de la première locomotive (7222) est très endommagé et le réservoir de diesel fuit. Le conducteur du train LZ70080 est légèrement blessé à la main. Le conducteur du train E49826 reste indemne. L'infrastructure est gravement endommagée et, en raison des travaux de réparation, les lignes 10 et 11 seront bloquées pendant plusieurs jours pour la circulation des trains à la hauteur de Y Walenhoek.

1.2. ENQUÊTE

L'Organisme d'enquête doit procéder à une enquête après chaque accident grave survenu sur le système ferroviaire.

L'accident du 6/2/2020 répond à la définition d'accident grave¹.

¹ Article 111, § 1er de la loi du 30 août 2013 portant le Code ferroviaire.

1.3. CAUSES

La **cause directe** du déraillement du train LZ70080 est le dépassement, par le train, d'un signal fermé (SPAD).

Le **premier facteur indirect** du déraillement est la distraction causée par la non-application des règles SARES après l'apparition d'un signal présentant un aspect restrictif.

Le **deuxième facteur indirect** est la non-utilisation, en temps utile, des stores et/ou des lunettes de soleil.

Le **troisième facteur indirect** est l'absence d'un système d'arrêt au dernier signal en amont du croisement des lignes 10 et 11.

Facteur systémique - 1

Le danger d'éblouissement par le soleil n'a pas été correctement identifié par l'entreprise ferroviaire.

Facteur systémique - 2

La décision de ne pas équiper immédiatement le signal S-W.9 de l'ETCS/TBL1+ au moment de la construction de la nouvelle liaison ferroviaire a été prise sans procéder au préalable à une analyse de risques utilisant une méthode appropriée d'évaluation des risques pour le point dangereux concerné.



1.4. RECOMMANDATIONS

À la suite de ses constatations, l'Organisme d'enquête a formulé 1 recommandation concernant l'utilisation de stores et/ou de lunettes de soleil lors de la conduite :


Recommandation facteur systémique - 1

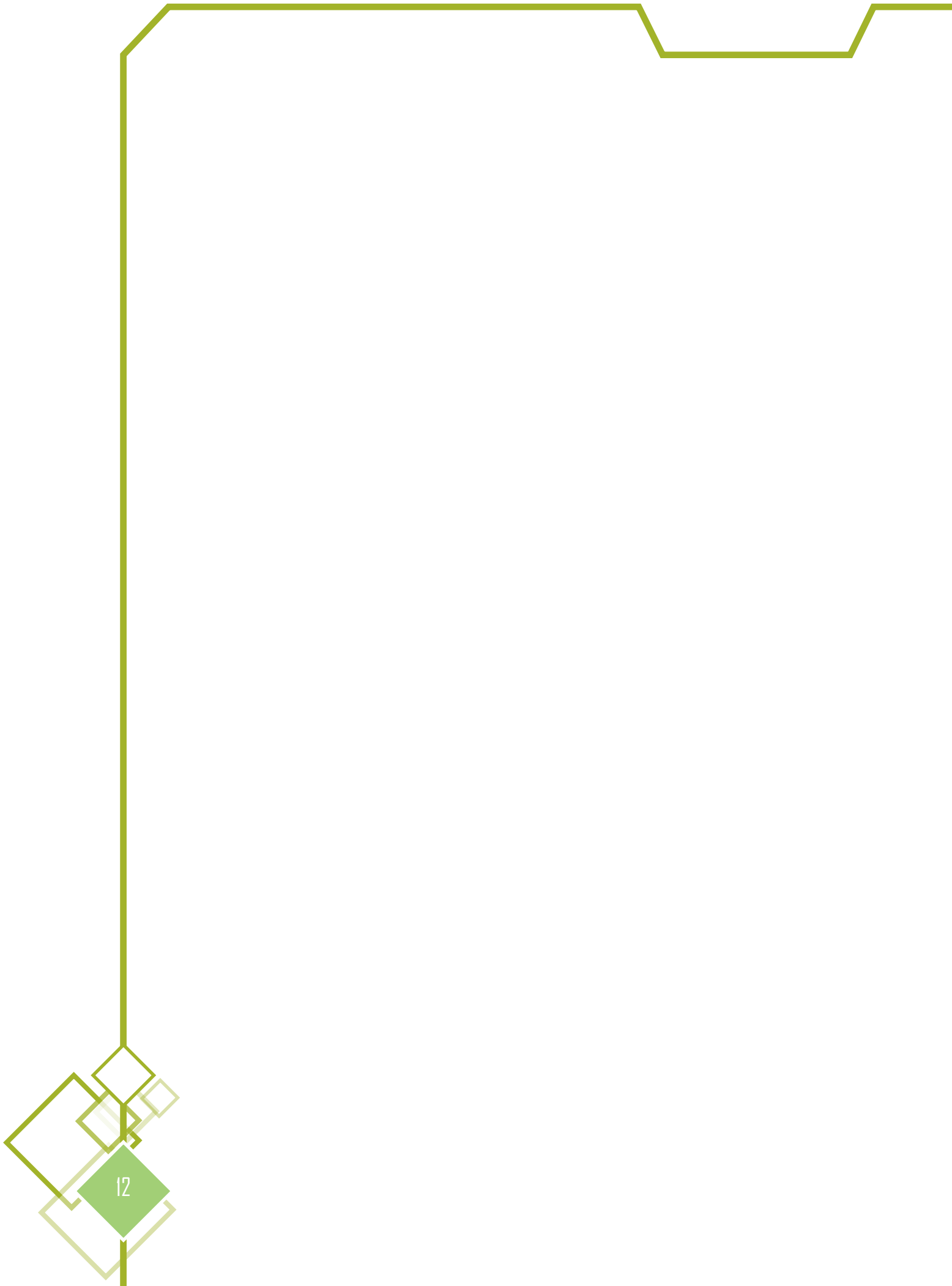
Le SSICF doit veiller à ce que les utilisateurs de l'infrastructure soumettent le danger d'éblouissement du conducteur de train (dû au soleil) à une analyse de risques prouvant que les mesures appropriées de gestion des risques ont bien été prises.

À la suite de ses constatations, l'Organisme d'enquête a formulé 1 recommandation concernant des constatations supplémentaires relatives aux analyses de risques et à l'intégration sûre.

Recommandation facteur systémique - 2

Le SSICF doit s'assurer que le gestionnaire de l'infrastructure soumette au préalable les décisions ayant un impact sur la sécurité à une analyse de risques reprenant les points dangereux sur lesquels un projet a une influence.





2. LES FAITS IMMÉDIATS

2.1. L'ÉVÉNEMENT

2.1.1. DESCRIPTION DE L'ÉVÉNEMENT

Le 6 février 2020 vers 11h36, le train LZ70080 (locomotive 7724 tractée par la locomotive 7722) part de Kalishoek, dans le Port du Pays de Waes. Le train emprunte la ligne 10 via la ligne 211 et se dirige ensuite d'Anvers rive gauche, via le tunnel Antigone sous l'Escaut et sous le Dock du canal B2, vers Anvers rive droite.

Lorsque le train LZ70080 quitte le tunnel Antigone, le train de marchandises E49826 roule sur la ligne 223 vers le croisement des lignes 10 et 11 pour poursuivre son trajet sur la ligne 10 en direction d'Anvers rive gauche. Le train de marchandises E49826 est composé de 20 wagons, vides mais pas nettoyés après avoir été chargés de marchandises RID. Le train est tracté par la locomotive 1308.

Après avoir quitté le tunnel Antigone, le train LZ70080 passe le signal fermé S-W.9 et poursuit sa route vers le croisement des lignes 10 et 11. Vers 12h24, le train LZ70080 déraile au niveau du croisement et la locomotive 7722 est prise en écharpe par le train E49826.

À la suite de l'impact, six wagons du train E49826 dérailent. Le wagon n°4 se renverse sur l'accotement et ce qui reste dans le wagon se répand sur l'assiette de la voie. Les wagons n°5 et n°6 dérailent en direction de l'accotement et se renversent partiellement.

À la suite de l'impact, les deux locomotives du train LZ70080 dérailent. Le poste de conduite de la première locomotive (7222) est très endommagé et le réservoir de diesel fuit. Le conducteur du train LZ70080 est légèrement blessé à la main. Le conducteur du train E49826 reste indemne. L'infrastructure est gravement endommagée et, en raison des travaux de réparation, les lignes 10 et 11 seront bloquées pendant plusieurs jours pour la circulation des trains à la hauteur de Y Walenhoek.



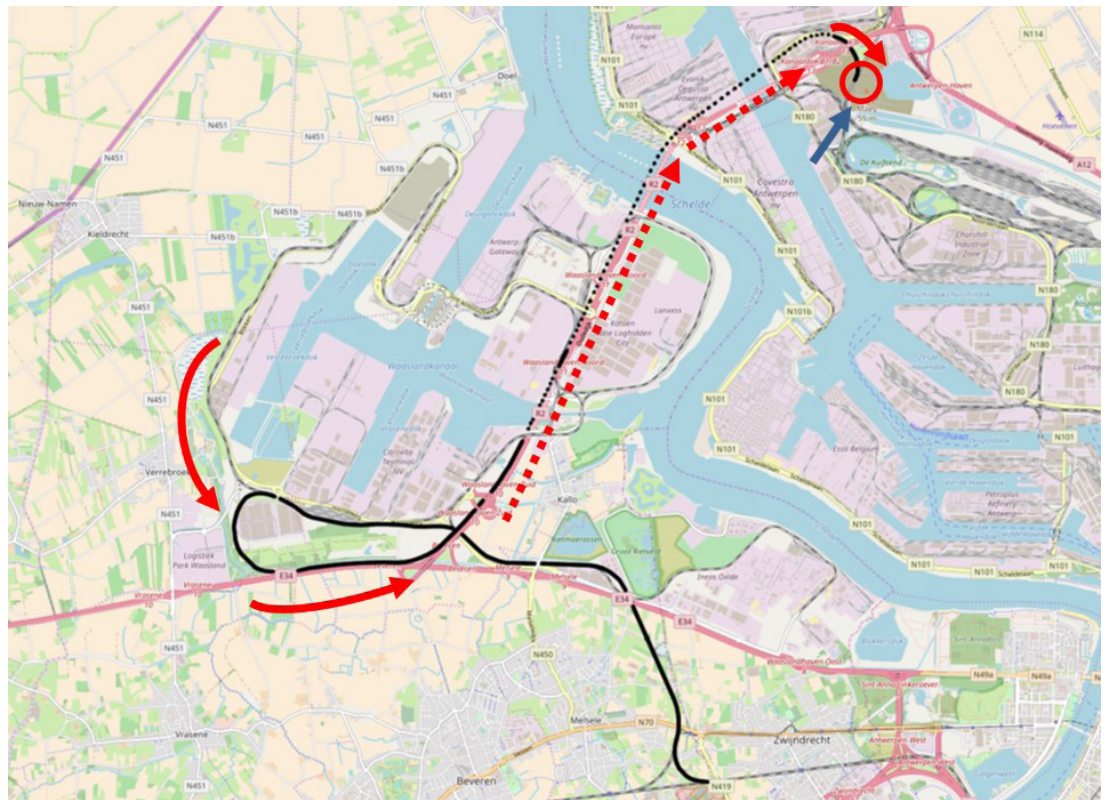
Photo : les dommages au train E49826

2.1.2. DESCRIPTION DU SITE

Le train LZ70080 part de Kalishoek, Anvers rive gauche et arrive sur la L10 via la ligne 211. Le train LZ70080 traverse ensuite le tunnel Antigone en direction d'Anvers rive droite. À la sortie du tunnel, le train arrive à la fin de la ligne 10 sur la ligne 11.

Le train E49826 circule sur la ligne 11 et vient de la direction opposée.

Le train LZ70080 entre en collision avec le train E49826 au bout de la ligne 10.



Le trajet du train LZ70080 (→) et du train E49826 (←)

2.1.3. LES SERVICES DE SECOURS

Les services de secours arrivent sur place. En raison de la fuite du réservoir de carburant de la locomotive 7722 et de la citerne du wagon 4, la zone de l'accident est délimitée par les pompiers pendant un court moment. Cependant, il n'y a pas de danger immédiat et aucune phase du plan d'urgence n'est déclenchée.

2.1.4. LA DÉCISION D'OUVRIR UNE ENQUÊTE

L'Organisme d'enquête doit procéder à une enquête après chaque accident grave survenu sur le système ferroviaire. L'accident du 6/2/2020 répond à la définition d'accident grave telle que prévue dans la loi portant le Code ferroviaire².

2.1.5. L'ENQUÊTE

L'enquêteur chargé de l'enquête est l'enquêteur de garde le jour de l'accident.

Cette enquête de sécurité est basée sur des constats techniques, la réglementation d'Infrabel et de Lineas, des entretiens et une reconstitution.

L'Organisme d'enquête part du principe que les actes (ou la non-exécution d'actes) du des conducteurs de train sont non intentionnels et ne doivent pas être qualifiés d'infraction. L'enquête de sécurité ne peut par conséquent pas se conclure sur la constatation qu'une infraction a été commise. Pour une analyse de sécurité poussée, une analyse des facteurs organisationnels et humains doit offrir la possibilité d'apporter une réponse aux questions « pourquoi » et « comment » ces infractions ont pu se produire et « pourquoi » ces infractions n'ont pas pu être évitées ou corrigées.



Photo : le déraillement des 2 locomotives du train LZ70080 et les dommages aux wagons du train E49826 (Source : Belga).

² Article 111, § 1er de la loi du 30 août 2013 portant le Code ferroviaire.

2.2. LES CIRCONSTANCES DE L'ÉVÉNEMENT

2.2.1. ENTREPRISES ET PERSONNES CONCERNÉES

Le gestionnaire de l'infrastructure

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 et aiguillages. 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.

L'entreprise ferroviaire

Lineas est une entreprise ferroviaire privée fondée en 2011 en Belgique. Lineas est active dans le transport de marchandises par voie ferroviaire. Les locomotives des 2 trains impliqués dans l'accident sont la propriété de Lineas et les 2 conducteurs de train roulent pour le compte de Lineas.

Conducteurs de train

Les conducteurs des trains E49826 et LZ70080 sont des travailleurs de Lineas.

2.2.2. COMPOSITION DES TRAINS

Train E49826

Le train E49826 est composé de :

- 1 locomotive électrique série 13, numéro 1308, RNV 91 88 013 0-0 B-BLX ;
- 20 wagons de marchandises du type Zaes : wagons-citernes à parois métalliques pour le transport de liquides, à 4 essieux et avec chauffage.

Les wagons de marchandises sont vides, non nettoyés et contiennent des résidus d'un liquide transporté à chaud avec le code matière ONU 3256 et le code de danger 30, « *Liquide transporté à chaud, inflammable, non spécifiée par ailleurs, ayant un point d'éclair supérieur à 60 °C, à une température égale ou supérieure à son point d'éclair et inférieure à 100 °C* ». Les marchandises sont classées comme « dangereuses pour l'environnement ». À température ambiante, le liquide se solidifie.

Le troisième wagon de marchandises déraile avec le dernier essieu, les wagons de marchandises 4 à 8 inclus déraillent complètement et il y a un mariage de butoirs entre les wagons de marchandises 9 et 10.

Train LZ70080

Le train LZ70080 est composé de 2 locomotives « haut le pied » équipées en TBL1+/Memor :

- la locomotive diesel série 77, numéro 7722, RNV 92 88 0077 022-6 B-BLX ;
- la locomotive diesel série 77, numéro 7724, RNV 92 88 0077 024-2 B-BLX (tractée).

Ces locomotives sont destinées aux services de manœuvre et aux lignes de marchandises.



2.2.3. DESCRIPTION DE L'INFRASTRUCTURE ET DU SYSTÈME DE SIGNALISATION

Le train LZ70080 circule sur la ligne 10 (L10), en direction de la ligne 11 (L11). L'itinéraire part d'Anvers rive gauche (Kallo) et traverse le tunnel Antigone en direction d'Anvers rive droite.

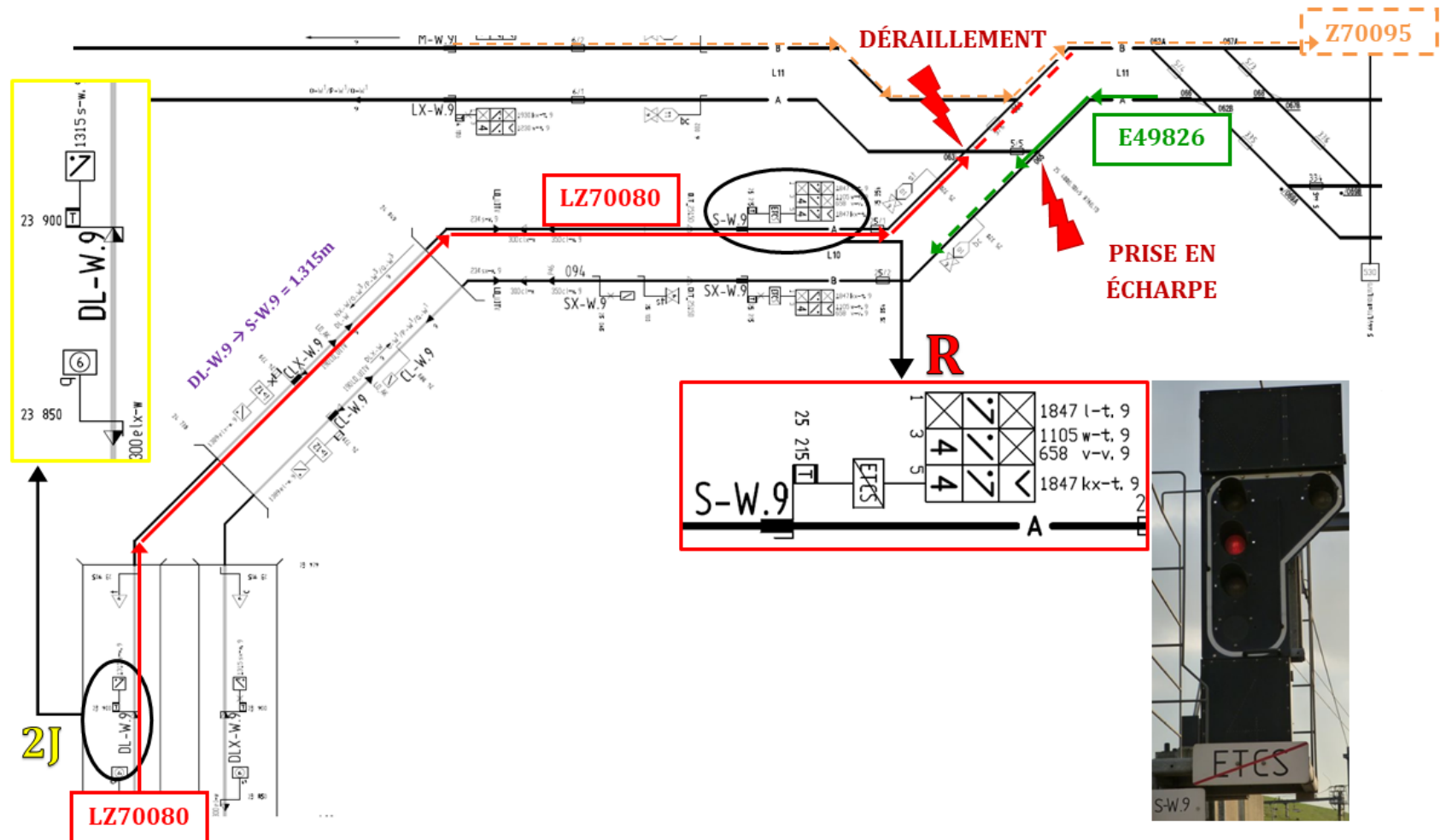
La L10 est une ligne ferroviaire dans le port d'Anvers qui est uniquement utilisée pour le transport de marchandises. La L10 bifurque de la ligne ferroviaire 59 à Y Fort Zwijndrecht et se dirige de là vers le Faisceau Sud sur la rive gauche de l'Escaut. Le tronçon Y Zwijndrecht-Fort - Faisceau Sud fait partie des anciennes lignes industrielles 208/229, posées dans les années 1970-1980 pour désenclaver la zone industrielle de Zwijndrecht et le Port du Pays de Waes sur la rive gauche de l'Escaut, et transformées en ligne principale en août 1999. Cette ligne à voie unique a été transformée en double voie et électrifiée à partir de 2002. Les deux voies ont été mises en service en mars 2006.

En 2014, après la mise en service du tunnel Antigone, la L10 a été prolongée en direction de la L11 jusque Anvers-Nord, la liaison ferroviaire dite du Liefkenshoek entre la rive gauche et la rive droite de l'Escaut. La L10 est pilotée EBP-PLP et équipée de la technologie ETCS1 et TBL1+. La vitesse de référence est de 90 km/h.

En direction du croisement avec la L11, le dernier signal sur la L10 est le signal S-W.9. Le signal S-W.9 équipé d'un crocodile et d'une balise à 65 m en amont du signal donne au train une impulsion qui entraîne la désactivation automatique du système TBL1+ à bord. En aval du signal S-W.9, la zone du croisement avec la L11 n'est pas pilotée EBP/PLP, mais uniquement EBP/tout relais. Le signal S-W.9 est équipé d'un panneau de signalisation annonçant la fin de la zone ETCS au signal. La L11 est une ligne ferroviaire dans le port d'Anvers, mise en service en 1995 et utilisée uniquement pour le transport de marchandises. La L11 est équipée du Memor/crocodile et est pilotée tout relais. La totalité de la ligne L11 sera équipée en ETCS en 2021.

La dernière partie de l'itinéraire du train LZ70080 est représentée sur le PSS ci-après.

Le PSS et les itinéraires des trains LZ70080 et E49826



Durant la dernière partie de l'itinéraire sur la L10 dans le tunnel Antigone, le conducteur du train LZ70080 rencontre successivement les signaux et appareils de voie suivants décrits dans le RSEIF³:

2.2.3.1. SIGNAUX DANS LE TUNNEL ANTIGONE

Dans le tunnel Antigone, le conducteur du train LZ70080 rencontre successivement les signaux NL-W.9, LL-W.9, JL-W.9, HL-W.9 et FL-W.9 (non visibles sur le PSS précédent, voir le profil de pente au chapitre 3.6.3.3). Il s'agit de grands signaux d'arrêt desservis, qui peuvent présenter l'aspect « rouge », « double jaune » ou « vert ». Lorsque l'aspect du signal est vert, cela signifie que « l'aspect en lui-même n'impose aucune restriction. »

Ces signaux sont équipés de balises ETCS et TBL1+ ainsi que d'une armoire à deux bandes rouges et un T rouge.

2.2.3.2. PANNEAU D'ANNONCE

En aval du signal FL-W.9 se trouve sur la cumulée 23.160 un panneau d'annonce permanent '6'. « Ce panneau annonce le panneau d'origine d'une zone permanente à vitesse réduite et indique la vitesse maximale autorisée à l'intérieur de cette zone. Il convient d'adapter la vitesse du mouvement de manière à pouvoir respecter la vitesse indiquée, à partir du panneau d'origine annoncé. » La vitesse annoncée est de 60 km/h.

2.2.3.3. PANNEAU D'ORIGINE

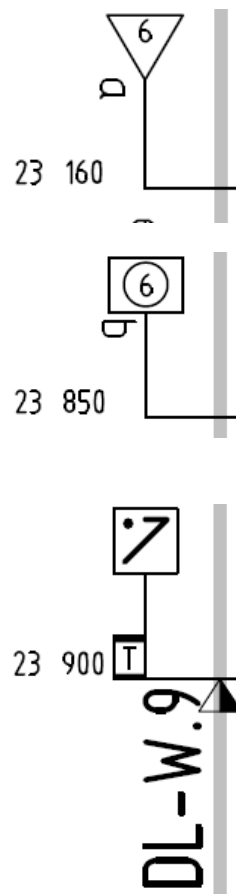
Sur la cumulée 23.850 se trouve un panneau d'origine permanent '6'. « Ce panneau indique l'origine d'une zone permanente à vitesse réduite et indique la vitesse maximale autorisée à partir de ce panneau », en l'occurrence 60 km/h.

2.2.3.4. SIGNAL DL-W.9

Le signal DL-W.9 est un grand signal d'arrêt desservi et se trouve dans le tunnel Antigone, sur la cumulée 23.900. Il peut présenter l'aspect « rouge », « double jaune », « vert-jaune horizontal » ou « vert ». Lorsque l'aspect est double jaune, cela signifie que : « la vitesse du mouvement doit être adaptée pour qu'il puisse être arrêté devant le premier:

- grand signal d'arrêt ou signal d'arrêt simplifié suivant;
- signal de repérage de heurtoir suivant;
- signal mobile suivant interdisant le passage, mis en place pour l'exploitation normale. »

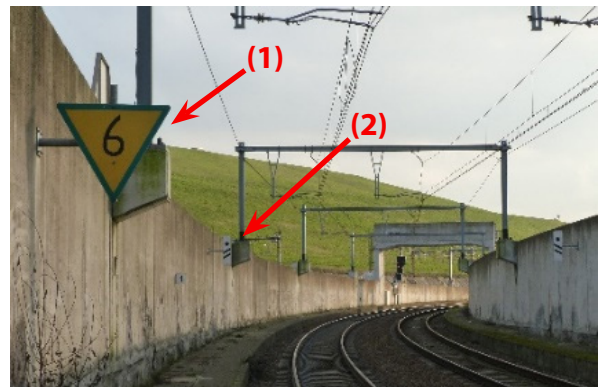
Le signal est équipé de balises ETCS L1 et TBL1+ ainsi que d'une armoire à deux bandes rouges et un T rouge.



³ RSEIF, Livre 3 : « Contrôle-commande et signalisation, Fascicule 3.1 : lignes à signalisation latérale. Infrabel ». Version 9 Erratum 1. 29/05/2019. Les passages de ce livre sont cités en italique et entre guillemets.

2.2.3.5. PANNEAU DE FIN DE ZONE

En aval du signal DL-W.9 sur la cumulée 25.100 se trouve un 'panneau de fin de zone jaune à bord vert permanent'. Ce panneau (1) (voir photo de droite) indique l'endroit où se termine une zone permanente et « indique la vitesse maximale autorisée à partir de cet endroit. Il s'adresse à tous les mouvements. Un mouvement peut relever sa vitesse à la valeur indiquée, pour autant que le dernier véhicule ait dépassé ce panneau. La vitesse indiquée est inférieure à la vitesse de référence. » ; dans ce cas précis, la vitesse est de 60 km/h.

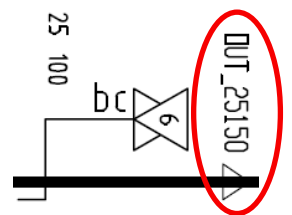


2.2.3.6. BALISE D'APPROCHE À CHEVRONS

La balise d'approche (2) à 2 chevrons et avec un disque noir annonce un grand signal d'arrêt (normal ou combiné) (en l'occurrence S-W.9).

2.2.3.7. FIN DE ZONE TBL

À 50 mètres en aval du panneau de fin de zone sur la cumulée 25.150 se trouve une balise TBL1+ « OUT ». La balise transmet des informations indiquant que l'on quitte une zone TBL1+ et active la fonction du Memor/Crocodile à bord du matériel roulant et la lampe bleue TBL dans le poste de conduite s'éteint.



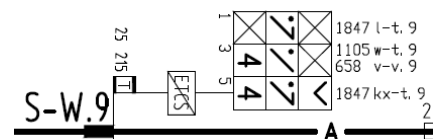
2.2.3.8. SIGNAL S-W.9

Le signal S-W.9 est le premier grand signal d'arrêt desservi après avoir quitté le tunnel Antigone, sur la cumulée 25.215. C'est 1 315 mètres en aval du signal DL-W.9.

Le signal S-W.9 est équipé d'un crocodile. Lorsque le signal est fermé, le crocodile ne donne pas d'impulsion (voir Annexe 1).

Le signal S-W.9 est équipé d'une armoire à deux bandes rouges et un T rouge et d'un panneau fin de zone ETCS.

Le panneau repère ETCS informe le conducteur de train, circulant en mode ETCS, qu'il a quitté une zone équipée du système de signalisation de cabine ETCS. Le panneau « impose à un conducteur de sélectionner le niveau STM⁴ ou 0 dès qu'il aperçoit ce panneau. Ce panneau est sans signification pour le conducteur d'un engin non équipé du système de signalisation de cabine ETCS ».



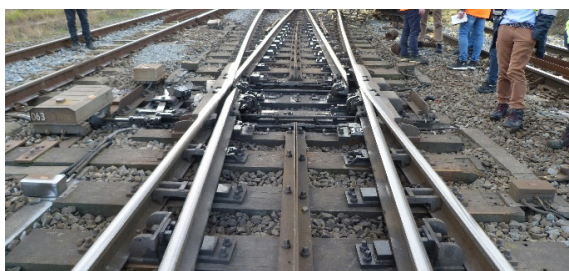
⁴ STM = Specific Transmisson Module. À ce niveau, un train équipé de l'ETCS peut utiliser les moyens techniques d'une infrastructure équipée d'un système national existant (Memor-Crocodile).

Le signal S-W.9 est équipé d'un écran complémentaire supérieur et inférieur. La représentation schématique du signal contient plusieurs colonnes, signifiant que le signal S-W.9 couvre plusieurs itinéraires⁵.

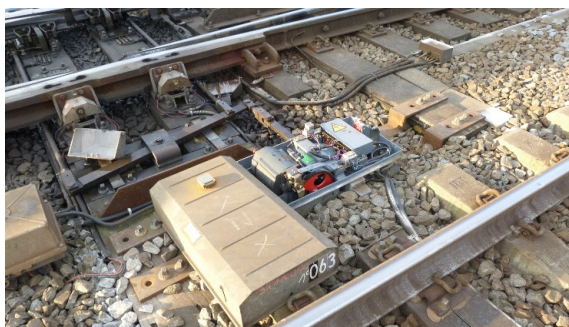
Les aspects « rouge », « double jaune », « vert-jaune horizontal » ou « vert » peuvent se présenter à un train sortant du tunnel Antigone. Quelle que soit la direction du mouvement, la signification suivante s'applique à tous les grands signaux présentant un aspect rouge : « *passage interdit* ».

2.2.3.9. LA TRAVERSÉE

L'appareil de voie 063, où le déraillement s'est produit, est une 'traversée ordinaire à aiguilles' (type FH 05), comportant « deux cœurs⁶ de croisement, deux cœurs de traversée et un aiguillage pourvu de quatre aiguilles. Elle est posée à l'intersection de deux voies, sans possibilité de passer de l'une à l'autre. »⁷



Les aiguilles sont déplacées au moyen de tiges mises en mouvement par un appareil de manœuvre d'aiguille (voir illustration de droite).



Le mécanisme de commande comporte un verrou permettant de fixer la position des aiguilles : « *Le système de verrouillage garantit que la pointe de l'aiguille reste bien accolée à son contre-aiguille lors du passage des trains.* »⁸

L'appareil de voie 065 où la collision latérale a lieu est un 'branchement' avec « cœur à pointe fixe et comporte un cœur de croisement et un aiguillage pourvu de deux aiguilles. Il réalise la continuité entre une des deux voies convergentes et la voie commune qui les prolonge. »⁹

5 RGE livre 7, fascicule 720, 2.3.10: « Un itinéraire est la partie de voie comprise entre le signal de couverture d'un ou de plusieurs appareils de voie successifs dont la continuité est assurée et le premier signal d'arrêt (fixe ou mobile) ou panneau imposant l'arrêt suivant à respecter. »

6 RGE livre 7, fascicule 728, 1. Définitions et composition : « Un cœur permet l'intersection de deux rails sans possibilité de passage de l'un à l'autre. »

7 RGE livre 7, fascicule 720, 1.3.2.

8 PTR 3.6.6 : Manœuvre des aiguilles Modèles 05 & 13, 2.1.4.1.

9 RGE livre 7, fascicule 720, 1.3.2.

2.2.4. TRAVAIL RÉALISÉ SUR LE SITE OU À PROXIMITÉ DE L'ACCIDENT

Le jour de l'accident, il n'y a pas de travaux sur le trajet du train LZ70080.

2.2.5. DÉCLENCHEMENT DU PLAN D'URGENCE FERROVIAIRE

À 12h24, le conducteur du train E49826 envoie une alarme GSM-R et le Traffic Control est informé : le plan interne d'urgence et d'intervention du gestionnaire d'infrastructure est activé.

À 12h40, le Traffic Control informe l'entreprise ferroviaire et le plan interne d'urgence et d'intervention de l'entreprise ferroviaire est activé.

À 12h44, le Traffic Control informe l'Organisme d'enquête. L'Organisme d'enquête confirme qu'il se rendra sur le lieu de l'accident et en informe l'Enquêteur d'Infrabel.

2.2.6. DÉCLENCHEMENT DU PLAN D'URGENCE

À 12h28, le Traffic Control informe la centrale d'urgence 112.

À 13h00, le service 100 est sur place.

À 15h00, après avoir pris des mesures, les pompiers libèrent le site afin que les travaux de relevage puissent être effectués.

Aucune phase du plan d'urgence n'est déclenchée.

2.3. PERTES HUMAINES, BLESSÉS ET DOMMAGES MATÉRIELS



Le conducteur du train LZ70080 est légèrement blessé lors de la collision.

Les 2 locomotives du train LZ70080 déraillent, et le poste de conduite et le réservoir de carburant de la première locomotive sont gravement endommagés. Le réservoir de carburant de la première locomotive laisse échapper du diesel dans la voie.

Six wagons du train E49826 déraillent et sont gravement endommagés. Le wagon 4 fuit et le contenu restant s'infiltré dans le sol. Il n'y a pas de danger immédiat d'incendie ou d'explosion.

Les caténaires, les appareils de voie et la signalisation sont gravement endommagés sur le lieu de l'accident. Le déraillement et l'endommagement de l'aiguillage entraînent des retards importants de plusieurs jours.

Photo : dommages au poste de conduite de la locomotive du train LZ70080

Les dommages au matériel roulant sont estimés à plus de 3 millions d'euros et ceux à l'infrastructure à 1,5 million d'euros. Par conséquent, l'accident répond à la définition d' « accident grave » telle que prévue dans le Code ferroviaire.



Photo : vue du premier wagon déraillé et des dommages à la caténaire

2.4. CIRCONSTANCES EXTERNES

2.4.1. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

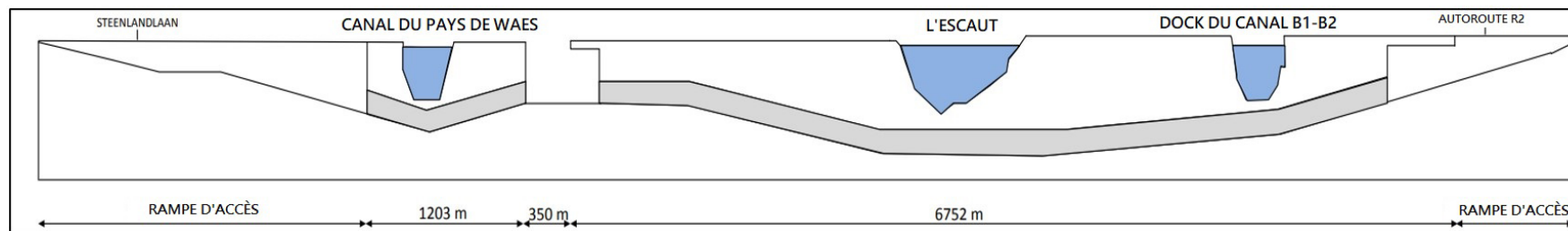
L'accident survient le 6 février 2020 vers 12h24. Le temps est clair et le soleil brille.

2.4.2. CONDITIONS GÉOGRAPHIQUES

Le train de marchandises LZ70080 déraille à la hauteur de Hooge Maey.



Profil en long tunnel Antigone¹⁰ : Le tunnel Antigone est situé en amont du signal S-W.9. Ce tunnel fait partie de la liaison ferroviaire du Liefkenshoek qui relie le côté ouest du Faisceau Sud (rive gauche de l'Escaut) à la ligne 11 (rive droite de l'Escaut) via la ligne 10. La longueur totale de ce tunnel est de 8 305 mètres. Le profil en long est représenté ci-dessous :

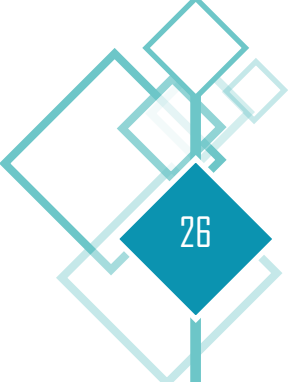


Source : Infrabel RGE 212 « Plan Interne d'Urgence Particulier Tunnel Antigone » d'Infrabel

La rampe d'accès au tunnel Antigone possède une longueur de 421 mètres. Le tunnel sous le canal du Pays de Waes est long de 1 203 mètres et est suivi d'une tranchée à ciel ouvert de 350 mètres. La voie est double jusqu'à la fin de la tranchée à ciel ouvert. Ensuite commence la rampe d'accès Sud au tunnel sous l'Escaut et sous le Dock du canal B2. Dans cette partie du tunnel, il y a un pertuis distinct pour chaque voie. Les 238 premiers mètres sont un tunnel « cut and cover » qui est suivi par un pertuis foré d'une longueur de 5 978 mètres.

À partir de la rampe d'accès Nord (en direction du raccordement Ligne 10/Ligne 11 – Y Walenhoek), il y a de nouveau une double voie sur une longueur de 536 m dans un tunnel « cut-and-cover » débouchant sur une tranchée à ciel ouvert en U. À la sortie du tunnel, la voie fait une courbe et passe sous le pont, sous l'autoroute R2. En aval du pont, la voie quitte la tranchée et la ligne 10 rejoint la ligne 11

¹⁰ Source : Plan Interne d'Urgence Particulier Tunnel Antigone. Infrabel. Version 2 dd. 27/05/2019.



3. COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS ET ENQUÊTES

3.1. RÉSUMÉ DES TÉMOIGNAGES

Des témoignages recueillis lors d'interviews et des explications reprises dans des procès-verbaux peuvent constituer une importante source d'information pour la conduite d'une enquête de sécurité, en particulier si une analyse du facteur humain s'impose.

Le rapport ne mentionne pas de noms et ne reprend pas de transcriptions de déclarations ou d'entretiens.

Les informations obtenues lors des différents entretiens menés sont incluses dans le présent rapport de sécurité.

3.2. SYSTÈME DE GESTION DE SÉCURITÉ

Le système de gestion de la sécurité (SGS) joue un rôle central dans le cadre réglementaire de la sécurité et constitue la pierre angulaire de la sécurité du système ferroviaire. Le but du SGS est de faire en sorte que l'entreprise puisse atteindre ses objectifs en toute sécurité. L'adoption d'une approche structurée devrait permettre d'identifier les dangers et de gérer les risques y afférents, dans le but de prévenir les accidents. L'approche peut être envisagée selon trois dimensions critiques :

- la composante technique avec les outils et les équipements utilisés ;
- la composante humaine avec les personnes en première ligne et leurs compétences, leur formation et leur motivation ;
- la composante organisationnelle composée de procédures et de méthodes gérées par les différents niveaux hiérarchiques.

3.2.1. MANAGEMENT COMMITMENT

Le gestionnaire de l'infrastructure

Selon le gestionnaire de l'infrastructure, la sécurité du trafic ferroviaire repose en grande partie sur le respect de la signalisation par les conducteurs de train. Un système de contrôle des trains (Memor/Crocodile, TBL1+ ou ETCS) est nécessaire, du fait notamment que l'erreur humaine ne peut jamais être exclue.

Le développement, par le gestionnaire de l'infrastructure, de l'ERTMS (European Rail Traffic Management System) vise à atteindre les objectifs de sécurité liés au trafic ferroviaire. L'ERTMS se compose d'un système de signalisation en cabine avec contrôle de la vitesse (ETCS), d'un système de communication radio (GSM-R) et des règles d'exécution pour la gestion et l'exploitation du trafic ferroviaire¹¹.

Sur la base d'analyses statistiques, Infrabel considère que si la voie et le poste de conduite sont équipés d'un même système ETCS, cela permettra d'éviter 95 % des accidents provoqués par le dépassement d'un signal fermé (rouge) ou par un excès de vitesse.

¹¹ https://www.era.europa.eu/activities/european-rail-traffic-management-system-ertms_en

Le planning initial pour l'installation de l'ETCS sur les lignes de transport de voyageurs s'étalait de 2007 à 2012. La priorité a été donnée aux lignes internationales :

- dans un premier temps, les trajets qui sont parcourus par les TGV et qui ne sont pas équipés de l'EuroTBL1+,
- ensuite les infrastructures destinées au trafic de marchandises en vue de se conformer aux orientations européennes.

De 2013 à 2018, l'ETCS serait installé de façon linéaire sur les autres lignes du réseau ferroviaire. Cependant, ce planning pour l'installation de l'ETCS s'est avérée trop ambitieuse et le budget nécessaire n'était pas disponible compte tenu du coût élevé du système.

« Selon le master Plan ETCS (2010-2025) introduit auprès de la commission Buizingen, la migration vers un système ETCS conforme à la TSI CCS¹² est une exigence de l'Union européenne également; ce système est également à installer là où cela n'est pas une absolue nécessité d'un point de vue de la couverture de risques. La migration ETCS doit à la fois apporter une amélioration de la sécurité mais également garantir l'interopérabilité. »

En conclusion du Master Plan ETCS, Infrabel indique que :

- « en 2015, l'entièreté du réseau sera protégée par la TBL1+;
- en 2022, l'entièreté du réseau sera équipée en TBL1+ et en ETCS;
- à partir de 2025, tous les trains seront équipés du système ETCS.

Cependant, cela doit être compris comme :

- pour le système ETCS Niveau 1 Limited Supervision, un degré de couverture des risques de 85% ou 90% est retenu en fonction de la solidité de l'implémentation choisie. Le niveau de risque résiduel pour 2022 s'élève à ce moment-là encore respectivement à 15% et 10% du niveau calculé.
- pour les deux autres systèmes (ETCS Niveau 1 full supervision, ETCS Niveau 2), un degré de couverture des risques de 95% est retenu. Pour les lignes équipées d'un de ces deux systèmes, le niveau de risque résiduel 2022 est à ce moment-là encore à 5% du niveau calculé.

Pour comparaison : pour TBL1+, un degré de couverture des risques de 75% est retenu. Pour les lignes équipées de ce système, le niveau de risque résiduel 2022 est à ce moment-là encore 25% du niveau calculé.

Le master plan n'indique pas le nombre de signaux à équiper en ETCS. Dans l'annexe technique 2 A.1 reprenant les exigences d'Infrabel en termes de fonctionnalité et de performance dans le cadre de la mise en place de l'ETCS niveau 1 full supervision, il est indiqué que sur les lignes ETCS, tous les signaux seront équipés d'une balise, donc aussi les signaux non encore équipés de TBL1+. Infrabel souhaite pouvoir installer aussi bien sur les lignes PLP mais également sur les lignes tout relais. Cependant dans l'annexe technique 2 A.2, on indique les imperfections connues:

- les signaux d'arrêts simplifiés indépendants qui peuvent être abordés en grand mouvement ne sont pas pris en compte;
- les lignes dont la vitesse de référence est inférieure ou égale à 70 km/h équipées de PNOW¹³ type rail route, protégés par des signaux d'arrêt simplifiés ne sont pas prises en compte dans le document ».

¹² TSI CCS ou Technical Specifications for Interoperability Control Command Signaling.

¹³ PNOW: Passage à Niveau / OverWeg

Dans une lettre datée du 21/8/2020, le gestionnaire de l'infrastructure répond comme suit :

« L'introduction de la TBL1+ est une décision prise en 2006 entre la SNCB et Infrabel pour augmenter la sécurité sur notre réseau à court terme (en attendant l'ETCS). Par conséquent, la TBL1+ ne pouvait pas non plus être imposée aux autres opérateurs ferroviaires.

L'équipement des lignes de transport de marchandises en TBL1+ n'a donc pas été repris à l'époque dans le planning du déploiement de la TBL1+.

Avec la modification de l'A.R. portant adoption des exigences applicables au matériel roulant pour l'utilisation des sillons en juillet 2013, il a été prévu qu'à partir de fin 2015, sur les lignes équipées de l'ETCS 1 FS, les trains ne pourraient plus rouler qu'en ETCS 1 FS ou TBL1+ (= suppression du Memor/Crocodile sur les lignes équipées de l'ETCS). Le secteur du transport de marchandises a réagi en demandant un report d'un an afin que les opérateurs de fret qui devaient opérer sur des lignes où l'ETCS 1 FS était déjà en place puissent s'adapter en installant soit l'ETCS, soit la TBL1+ sur leurs véhicules. Ainsi, depuis fin 2016, certains opérateurs de fret ont également installé l'ETCS ou la TBL1+ à bord de leurs véhicules.

Infrabel a maintenu sa stratégie initiale d'équiper directement les lignes pures de marchandises avec l'ETCS et de ne pas prévoir d'étape intermédiaire TBL1+ pour ces lignes.

Dans le cadre de l'équipement des corridors de fret en ETCS, le Corridor C (Port d'Anvers – Athus) a été équipé en ETCS 1 FS par Infrabel au cours de la période 2012-2015. Les lignes ici sont toutes à usage mixte (marchandises et voyageurs).

Lors de l'élaboration du master plan ETCS en 2011, il était prévu que toutes les lignes soient équipées en ETCS, donc également toutes les lignes « pures » de marchandises (par exemple la L11, la L24). Avec le master plan ETCS adapté de mai 2019, Infrabel prévoit que l'ensemble du réseau sera équipé en ETCS d'ici 2025.

Concernant plus spécifiquement la L11, l'ETCS est prévu pour 2021. »

L'entreprise ferroviaire

Lineas confirme les objectifs de sécurité suivants¹⁴:

« Pour la sécurité, l'entreprise ferroviaire surveille 3 groupes de ICP¹⁵ :

1. Sécurité & bien-être des travailleurs, mesurés par le nombre d'accidents du travail ayant entraîné une absence d'au moins un jour ouvrable. Lineas accorde une attention particulière aux incidents dont la cause pourrait entraîner des accidents graves du travail.
2. La mise en place de consignes de sécurité mesurée par les erreurs de comportement. Il s'agit d'incidents/accidents enregistrés dont l'une des causes nécessaires est liée à l'application incorrecte d'une consigne de sécurité. Nous nous efforçons constamment d'établir des rapports complets et efficaces sur les incidents et les accidents en vue d'une réduction effective du nombre d'incidents à haut risque (exemple : déraillement, collisions, etc.).
3. Interaction avec l'environnement : comment faire face aux conditions imposées, entre autres, par les gestionnaires d'infrastructures ? Cela est mesuré par le nombre de dépassements de signaux (SPAD : Signal Passed At Danger)."

¹⁴ Comme indiqué dans le Corporate manual de Lineas.

¹⁵ ICP = indicateur clé de performance.

3.2.2. MONITORING

L'entreprise ferroviaire

Lineas confirme :

« L'entreprise ferroviaire publie et communique les ICP à différents niveaux :

- Reporting Pack adressé au ExCo, à The Board et au Top Management
- Comité pour la Prévention et la Protection au Travail (uniquement l'ICP safety), également sur une base mensuelle.

Les résultats sont également discutés lors de l'Ops Performance Review mensuelle.

Les ICP sont répartis selon le principe de la cascade vers le terrain (gare, zone, région, ...), ce qui permet d'établir un plan d'action en fonction de l'évolution.

En ce qui concerne l'ICP critique pour la sécurité, une enquête est menée et, sur la base des causes sous-jacentes des incidents, des actions sont définies et mises en œuvre. Cela conduit à une ventilation de l'ICP « lagging » en un ICP « leading »¹⁶ avec des plans d'action gérés au niveau le plus approprié.

En ce qui concerne l'ICP SPAD, les actions suivantes sont lancées sur la base d'un examen de l'ICP « lagging » :

- Modification de la flotte des locomotives sur la base des systèmes de sécurité (ETCS, ...).
- Optimisation des processus en vue du maintien des niveaux de sécurité par la révision du planning ou la mise en place d'outils. Pour ce dernier point, nous nous référons à l'implémentation récente de l'application LocApp qui envoie les observations des conducteurs de train directement aux Assets & ECM des locos.
- Suivi et adaptation du comportement des conducteurs par le coaching, l'analyse des enregistrements de données (vigilance, vitesse, freinages (d'urgence), pointages correctes, respect des instructions de limitation de vitesse, réactions aux signaux restrictifs, ...), paramètres de prestation (temps de conduite et de repos, évaluation risk & fatigue de la planification des prestations successives et des prestations effectuées en temps réel, analyse des incidents, nombre de prestations très matinales, ...), procédure d'analyse des incidents (programme d'ambassadeurs).
- Une partie de la rémunération des conducteurs de train est liée aux performances de sécurité.
- Concertation avec les gestionnaires de l'infrastructure au cours de laquelle les causes sont déterminées dans l'interaction avec l'environnement (signal franchi plusieurs fois, problèmes de communication, attentes des conducteurs et des signaleurs, ...).

¹⁶ lagging indicator (indicateur « suivant ») = indicateur orienté résultat, leading indicator (indicateur « dirigeant ») = indicateur de suivi du processus.

Le gestionnaire de l'infrastructure

Le gestionnaire de l'infrastructure assure le suivi des ICP¹⁷ liés à la sécurité. L'un de ces ICP sont les SPAD¹⁸ qui sont enregistrés et analysés par le gestionnaire de l'infrastructure.

3.2.2.1. SUIVI DES SPAD

Le graphique ci-dessous montre l'évolution du nombre absolu de SPAD au niveau national pour la période 2011-2020 (selon la définition des dépassements de signaux alignée sur celle des ISC).

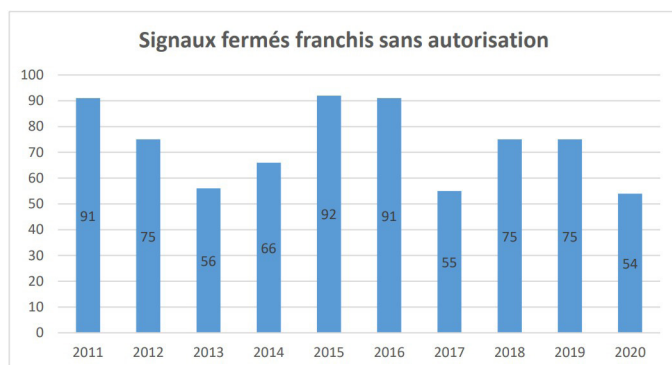
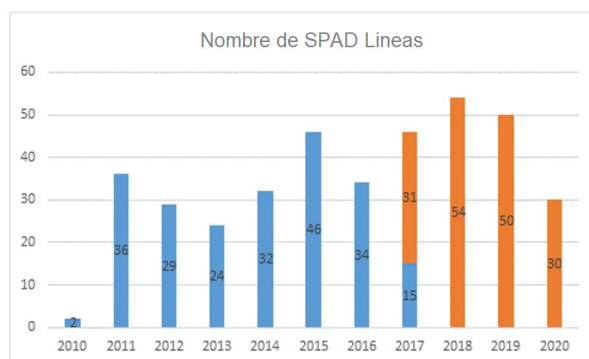


Figure D1.13: Evolution de l'occurrence de SPAD

* La définition utilisée en Belgique pour un SPAD a été alignée sur celle des CSI en 2018.

Source : rapport annuel SSICF 2020

Le graphique ci-dessous montre le nombre de SPAD enregistrés pour B-Logistics/Lineas pour la période 2011-2020.



Source : Infrabel

Il ressort du graphique ci-dessus que le nombre absolu de dépassements de signaux par l'entreprise ferroviaire Lineas culmine en 2018, puis baisse en 2019 et 2020. Bien que l'évolution semble positive, il est trop tôt pour en tirer des conclusions.

La comparaison des graphiques montre que les tendances au niveau national et de Lineas évoluent parallèlement.

17 ICP: indicateur clé de performance

18 SPAD: signal passed at danger ou dépassement de signal

3.2.3. APPRENTISSAGE ORGANISATIONNEL

L'entreprise ferroviaire

Lineas fait savoir que sa politique de prévention en matière de SPAD repose sur deux situations qui représentent une part importante des chiffres SPAD :

- « l'approche d'un signal fermé pendant le trajet et
- le départ d'un mouvement ».

La procédure « SARES »¹⁹ a été mise au point pour éviter les SPAD pendant le trajet et exige des conducteurs qu'ils approchent un signal à considérer comme fermé en trois phases. La procédure SARES doit également être appliquée lors de la conduite sous la supervision de l'ETCS.

La réunion REX de l'entreprise ferroviaire

L'entreprise ferroviaire organise après chaque incident (pertinent) un REX (Retour d'EXpérience), c'est-à-dire une analyse et une discussion d'un incident.

3.2.4. ÉVALUATION DES RISQUES

Le gestionnaire de l'infrastructure

La demande d' « autorisation de mise en service »

Avant de mettre une nouvelle ligne en service, le gestionnaire de l'infrastructure doit demander une « autorisation de mise en service » au SSICF. À cette fin, il convient d'introduire un « dossier de sécurité » comprenant une analyse de risques. L'objectif du « dossier de sécurité » est de rassembler et/ou de faire référence aux documents qui démontrent la sécurité de la liaison ferroviaire du Liefkenshoek (ex. : les analyses de risques). Le dossier de sécurité doit permettre de publier l'approbation de la conformité des performances du système, et ce, par rapport aux exigences de sécurité initialement définies pour le programme PO56, conformément à la norme CENELEC EN 50126²⁰. Le dossier de sécurité doit également démontrer que l'intégration en toute sécurité²¹ de la liaison ferroviaire du Liefkenshoek dans le réseau ferroviaire existant est garantie.

Le dossier de sécurité

Le dossier de sécurité concernant la liaison ferroviaire du Liefkenshoek²² est élaboré par TUC RAIL. Le projet ferroviaire « Liaison ferroviaire du Liefkenshoek » est défini comme suit dans le dossier de sécurité : « Le projet ferroviaire prévoit la pose d'une nouvelle ligne ferroviaire entre la tête de faisceau ouest du Faisceau Sud existant sur la rive gauche et le raccordement à la ligne 11 et à la gare de triage Antwerpen Noord sur la rive droite. Le tracé à double voie est long de ± 16 km et est en grande partie construit en souterrain et accolé à l'infrastructure routière existante. » Selon TUC RAIL, le dossier de sécurité « s'applique à l'ensemble de la liaison ferroviaire du Liefkenshoek sur la L10 entre le Faisceau Sud (RG) et le raccordement à la L11 (RD) ».

Dans ce dossier de sécurité, « il a été vérifié [...] si l'utilisation des échelles de classification du SGS d'Infrabel conduirait à des différences importantes. Selon l'analyse, il s'est avéré que ce n'est pas le cas, car les différences dans ces échelles de classification résident principalement dans le degré de gravité pour les conséquences très graves. En particulier, l'échelle la plus élevée de la norme EN 50126 est subdivisée chez Infrabel pour faire la différence entre 1 décès et plusieurs décès (1-5, 5-25, plus de 25). »

¹⁹ SARES: Safe Approach Restrictive Signal

²⁰ CENELEC EN 50126 (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique) "The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)"

²¹ REGLEMENT D'EXECUTION (UE) N° 352/2009/CE, modifié par le règlement du 24 avril 402/2013 du 30 avril 2013, concernant la méthode de sécurité commune relative à l'évaluation et à l'appréciation des risques.

²² "Dossier de sécurité Liaison ferroviaire du Liefkenshoek P-TS/056/RAMS/0032" version 3.0 du 7/8/2014.

Plus précisément, TUC RAIL identifie dans le « hazard log » les dangers suivants résultant des dépassements de signaux et détermine les mesures de mitigation prévues :

Danger	Cause	Mesures de mitigation
Collision entre deux trains par rattrapage	Le conducteur ignore un signal d'arrêt en exploitation normale	PHA102 : ETCS niveau 1 et TBL+, (utilisation en fonction de l'équipement en matériel roulant)
Danger	Cause	Mesures de mitigation
Collision frontale entre deux trains	Le conducteur ignore un signal d'arrêt en exploitation normale	PHA130 : condition d'autorisation MR : ETCS n1 ou TBL1+, éventuellement en association avec des restrictions de vitesse

Constatation :

Le « dossier de sécurité » de TUC RAIL fait référence au danger d'ignorer un signal d'arrêt en exploitation normale et identifie le risque de collision entre les trains qui en résulte. Comme mesure de mitigation, il est fait référence à l'utilisation de l'ETCS 1 FS et de la TBL1+.

Le rapport d'évaluation

Avant de soumettre une demande au SSICF, il convient également, conformément aux directives européennes, de demander une évaluation de la conformité des différents sous-systèmes à un organisme notifié²³ à cet effet par les États membres. Belgorail est l'organisme notifié pour la liaison ferroviaire du Liefkenshoek. Belgorail remet un rapport d'évaluation²⁴ en 2014. L'évaluation de Belgorail se base, entre autres, sur le dossier de sécurité et mentionne explicitement que le dossier de demande « *ne se limite pas au tunnel* ».

Se référant au « hazard log », Belgorail confirme dans une lettre à l'Organisme d'enquête : « *De façon générale, lors de la l'évaluation AsBo pour le projet initial LHSV, il peut être affirmé que le danger associé à une collision entre trains dû au fait d'un dépassement indu par le conducteur d'un signal montrant un aspect d'arrêt a été bien identifié, et des mesures de mitigations adéquates ont été spécifiées et traitées dans la documentation de Design.* »

La zone de transition de l'ETCS 1 FS et de la TBL1+ vers le Memor/Crocodile (en amont du signal S-W.9) et le signal S-W.9 (avec Memor/Crocodile) sont inclus dans le dossier de sécurité. Dans les annexes du dossier de sécurité, il est mentionné explicitement que le signal S-W.9 n'est pas équipé de l'ETCS 1 FS/TBL1+ pendant la mise en œuvre du projet ferroviaire Liefkenshoek. L'équipement de ce signal en ETCS/TBL1+ est prévu en même temps que le déploiement de l'ETCS 1 FS/TBL1+ pour un certain nombre de signaux sur la L11, sans préciser de date. Il est également constaté que le nouveau croisement entre la L10 et la L11 ne figure pas dans le dossier de sécurité.

Constatation :

Le nouveau croisement n'est pas repris dans le dossier de sécurité et dans les annexes du dossier de sécurité, il est mentionné explicitement que le signal S-W.9 n'est pas équipé de l'ETCS 1 FS/ TBL1+.

L'AsBo et le SSICF ne font aucun commentaire à ce sujet et aucune autre mesure de mitigation - temporaire - n'est envisagée.

²³ Organismes notifiés (AsBo, assessment body) : organismes chargés d'évaluer la conformité ou l'aptitude à l'emploi des constituants d'interopérabilité ou d'instruire la procédure de vérification « CE » des sous-systèmes, tant du système ferroviaire transeuropéen à grande vitesse que du système ferroviaire conventionnel.

²⁴ Évaluation indépendante conformément au règlement 352/2009/CE Document : 131006IA_RAP-EVAD-IA-1X (22/08/2014).

La position d'Infrabel

Infrabel réagit comme suit dans une lettre datée du 21/8/2020 :

« Seul le dossier de sécurité de la L10 pour le croisement avec la L11 vous était encore dû. Cependant, il n'existe pas de dossier de sécurité pour cette partie. La couverture géographique de la liaison ferroviaire du Liefkenshoek s'étendait jusqu'aux signaux DL-W.9 et DLX-W.9, les signaux d'avertissement des signaux S-W.9 et SX-W.9 à Y Walenhoek.

Les raisons pour lesquelles Y Walenhoek n'a pas été inclus et les signaux ne sont pas encore équipés de l'ETCS :

- zone gérée par la technologie tout relais ;
- aucune nouvelle infrastructure ;
- de plus, il existe de nombreux itinéraires vers cette bifurcation à partir des faisceaux, ce qui en a fait un projet complexe (et il y avait une « clé sur porte » avec ALSTOM).

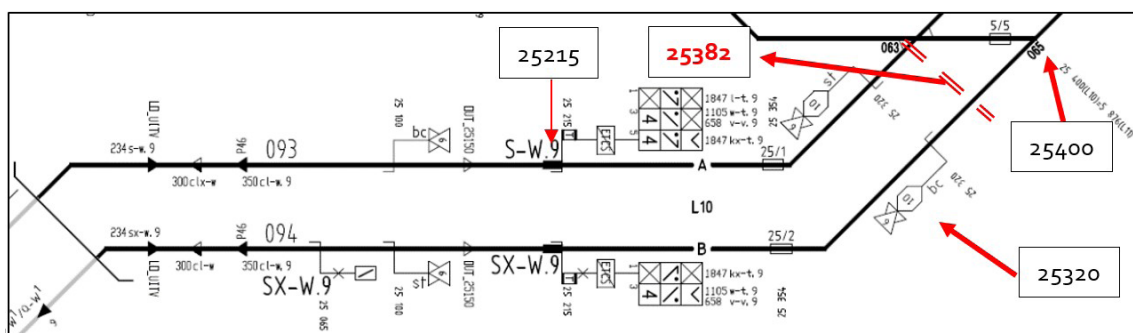
La question de savoir pourquoi les signaux en question couvrant Y Walenhoek n'ont pas été équipés en TBL1+ relève de la définition des signaux à équiper en TBL1+. L'équipement des lignes de marchandises en TBL1+ n'a en effet jamais été repris dans le planning du déploiement de la TBL1+.

En outre, ces signaux à Y Walenhoek n'ont jamais fait partie de la couverture d'un projet ETCS déjà finalisé. Il ne s'agissait pas d'une nouvelle infrastructure et il a toujours été prévu que ces signaux soient équipés dans le cadre du projet ETCS « L11 ». »

Les autorisations

L'autorisation de mise en service du sous-système CCS BE 63 201 0002 pour la « Ligne 10 Liaison ferroviaire du Liefkenshoek ETCS Level 1 baseline 2.3.0 d » est délivrée par le SSICF au gestionnaire de l'infrastructure le 14/11/2014. Le point de départ et le point terminal du sous-système ne sont pas indiqués.

L'autorisation de mise en service du sous-système infrastructure INF BE 61 2014 0001 « Ligne 10 bk 9 523 à 25 382 (sur le PSS ci-dessous ==) Liaison ferroviaire du Liefkenshoek Voie et tunnels » est délivrée par le SSICF au gestionnaire de l'infrastructure le 14/11/2014. Comme le montre le schéma ci-dessous, l'autorisation pour le sous-système INF traite le signal S-W.9, mais pas le croisement avec la L11.



Constatation :

Le nouvel appareil de voie, c'est-à-dire le croisement nouvellement construit entre la L10 et la L11, ne figure pas dans le dossier de demande/dossier de sécurité et ne fait l'objet d'aucune remarque ni dans le rapport d'évaluation de Belgorail, ni dans l'autorisation de mise en service du SSICF.

Méthodologie de l'analyse de risques

Dans le rapport d'évaluation de la liaison ferroviaire du Liefkenshoek²⁵, Belgorail fait référence à la matrice de risques dont Infrabel prévoit l'utilisation dans son plan de politique de sécurité (voir annexe 2)²⁶ pour évaluer les risques. En fonction du niveau de risque, Infrabel prévoit les actions suivantes :

Niveau de risque	Action
10 ≤	Niveau de risque inacceptable : étudiez si d'autres systèmes ou techniques avec un niveau de risque moins élevé sont possibles; si ceci n'est pas le cas effectuez une analyse de risque détaillé afin d'identifier des mesures pour réduire le niveau de risque au moins à un niveau tolérable.
8 – 9	Niveau de risque élevé : tolérable uniquement moyennant la présence de mesures de réduction de risques et si une réduction de risque plus poussée est difficilement exécutable (à démontrer par une analyse coûts-bénéfices documentée)
6 – 7	Niveau de risque modéré : tolérable moyennant la présence des mesures de réduction de risque; la sélection des mesures est basée sur l'avis d'expert.
≤ 5	Faible niveau de risque : généralement acceptable. des mesures complémentaires ne sont pas exigées.

Figure 5: Définition des zones de risque dans la matrice d'évaluation des risques

Constatation :

Conformément à son plan de politique de sécurité, le gestionnaire de l'infrastructure devrait soumettre une décision, telle que celle de ne pas équiper immédiatement le signal S-W.9 en ETCS 1 FS/TBL1+, préalablement à une analyse de risques et, le cas échéant, envisager des mesures additionnelles de limitation des risques.

Le projet de dossier

Après la mise en service de la nouvelle liaison ferroviaire, un projet de dossier est soumis au SSICF en 2017. Ce projet de dossier concerne l'équipement en l'ETCS/TBL1+ des derniers signaux en amont du croisement sur la L10 et d'un certain nombre de signaux de la L11. Dans sa réponse, le SSICF fait savoir que le gestionnaire de l'infrastructure ne doit pas introduire de dossier d'autorisation.

²⁵ Plan d'évaluation 1310061A_PJ\NF\~1X07082014 - évaluation indépendante conformément au règlement 352/2009/CE

²⁶ Voir «Procédures et méthodes d'évaluation et de gestion des risques» 2012/01 / 21.12.2012 / Livre 2 – Partie V

3.2.5. GESTION DES COMPÉTENCES

3.2.5.1. FORMATION CONDUCTEURS DE TRAIN

Chaque conducteur de train doit disposer d'une licence délivrée par l'Autorité de sécurité et attestant que le conducteur de train répond aux conditions minimales en ce qui concerne les exigences médicales, les exigences psychologiques, la formation de base et les compétences professionnelles générales. L'entreprise ferroviaire délivre également une attestation.

Chaque conducteur de train doit disposer d'une vaste connaissance des lignes et du matériel. La connaissance des lignes s'acquiert par une formation théorique et une formation pratique. Après l'acquisition de la connaissance nécessaire des lignes, celle-ci est entretenue sur base individuelle.

Outre la formation de base, Lineas organise également des formations permanentes. Les formations permanentes aboutissent au renouvellement périodique de l'attestation (recertification triennale).

Le conducteur du train LZ70080 dispose des licences ainsi que d'une connaissance des lignes et du matériel nécessaires, et a suivi en 2019 avec succès une formation permanente. Le conducteur de train fait l'objet d'un suivi et les fiches d'accompagnement indiquent « ok » sur tous les points qui sont d'application.

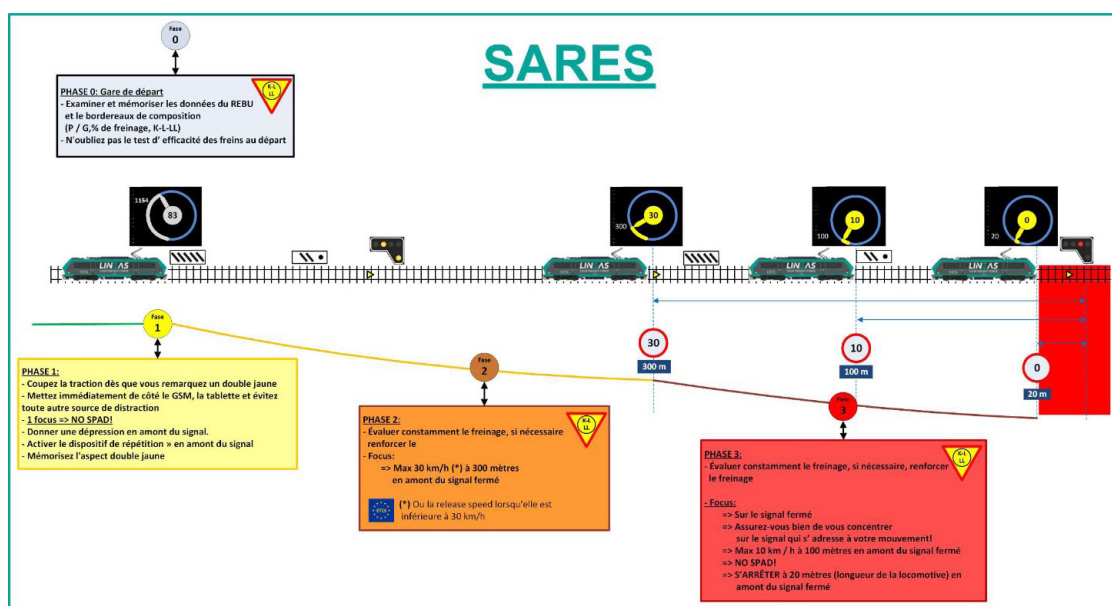
Lineas confirme que lors des formations, on insiste toujours sur le fait que les conducteurs doivent toujours avoir une vue dégagée sur le tronçon où ils roulent.

3.2.5.2. LE PORT DE LUNETTES DE SOLEIL

Lineas fait savoir que : « *Durant plusieurs années, le paquet de base du conducteur de train comprenait une paire de lunettes de soleil. Toutefois, les lunettes de soleil n'étant pas incluses dans les EPI obligatoires, elles n'ont plus fait partie à un moment donné du paquet de base.* »

3.2.5.3. ASPECT RESTRICTIF 2J

Au cours de leurs formations, les conducteurs de train apprennent des gestes métiers. Ainsi, quand ils rencontrent un aspect restrictif 2J (ou VJ), ils sont censés suivre la procédure SARES (voir le chapitre 3.3.2).



<p>PHASE 1 : déclencher le freinage à la hauteur de la balise d'approche à cinq chevrons</p>	<p>Le conducteur qui constate qu'un signal présente un aspect double jaune doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • interrompre la traction (en fonction de la vitesse et/ou du besoin du moment en rapport notamment avec une pente) ; • immédiatement faire abstraction de tous les éléments susceptibles de le distraire (GSM, GSM-R, tablette, conversation dans le poste de conduite, ...); • se concentrer exclusivement sur l'évitement d'un SPAD ; • à la hauteur de la balise d'approche à 5 chevrons, commander une dépression dans la CFA²⁷. En fonction de la vitesse réelle et d'une descente, le conducteur déterminera la valeur de cette dépression ou reportera temporairement le freinage ; • si nécessaire, commander le dispositif de répétition de la TBL1+ ; • l'aspect et/ou l'EOA²⁸ sont mémorisés.
<p>PHASE 2 : maximum 30 km/h, 300 mètres en amont du signal annoncé comme fermé !</p>	<p>Le conducteur doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • évaluer en permanence le freinage/la décélération et, si nécessaire, augmenter le freinage en fonction de la distance restante et de la courbe de freinage ; • avoir atteint la vitesse de 30 km/h au plus tard 300 mètres en amont du signal fermé ; • être conscient du fait que la vitesse inférieure à 50 km/h et les conditions hivernales ont un impact négatif sur la puissance de freinage des wagons équipés de semelles de frein composites.
<p>PHASE 3 : maximum 10 km/h, 100 mètres en amont du signal et arrêt</p>	<p>Dans la phase 3 située dans la zone de 300 mètres avant le signal, le conducteur doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • être conscient de la vitesse d'approche du signal fermé ; • se concentrer sur le signal fermé ; • être conscient du fait que : <ul style="list-style-type: none"> • de mauvaises conditions d'adhérence peuvent impacter le freinage ; • la vitesse inférieure à 50 km/h et les conditions hivernales ont un impact négatif sur la puissance de freinage des wagons équipés de semelles de frein composites ; • veiller à ne pas se concentrer sur un autre signal ; • avoir atteint la vitesse de 10 km/h au plus tard 100 mètres en amont du signal ; • s'arrêter au plus tard 20 mètres (une longueur de locomotive) en amont du signal fermé ou du panneau d'une balise (BA).

²⁷ CFA = Conduite du Frein Automatique

²⁸ EOA : End of Authority: lieu où prend fin l'autorisation de rouler sur une certaine distance en conformité avec les contraintes d'infrastructure.

3.2.6. INFORMATIONS

L'entreprise ferroviaire assure l'échange d'informations pertinentes en matière de sécurité au sein de l'organisation. Par le biais d'un Safety Flash, par exemple, l'entreprise ferroviaire s'efforce de partager les leçons tirées des accidents et des incidents avec les bonnes personnes. Après l'accident à Y Walenhoek, aucun Safety Flash n'a été élaboré mais un croquis de la situation a été réalisé pour clarifier la situation.

3.2.7. DOCUMENTATION

Les conducteurs de train apprennent quels gestes métiers sont attendus d'eux lorsqu'ils rencontrent un signal présentant un aspect restrictif. Ces gestes métiers sont repris dans le DML (Drivers Manual), dans la fiche 2.0.1 SPAD-prévention. Cette fiche explique l'application de la procédure SARES. Chaque conducteur de train possède un DML.

Le DML ne traite pas de l'utilisation de lunettes de soleil ou de stores et il n'existe aucune documentation à ce sujet.

3.3. RÈGLES ET RÉGLEMENTATION

3.3.1. LÉGISLATION

Directive 2004/49/CE du 29 avril 2004 concernant la sécurité des chemins de fer communautaires

Conformément à la Directive 2004/49/CE, les éléments essentiels du système de gestion de la sécurité doivent comprendre des procédures et méthodes d'évaluation des risques et de mise en œuvre de mesures de maîtrise des risques chaque fois qu'un changement des conditions d'exploitation ou l'introduction de nouveau matériel comporte de nouveaux risques pour l'infrastructure ou l'exploitation.

Directive 2008/57/CE du 17 juin 2008 relative à l'interopérabilité du système ferroviaire au sein de la Communauté

En vertu de l'article 15 de la Directive 2008/57/CE, les États membres doivent prendre toutes les mesures appropriées pour que les sous-systèmes de nature structurelle constitutifs du système ferroviaire ne puissent être mis en service que s'ils sont conçus, construits et installés de façon à satisfaire aux exigences essentielles les concernant, lorsqu'ils sont intégrés dans le système ferroviaire. En particulier, les États membres vérifient la compatibilité technique de ces sous-systèmes avec le système dans lequel ils s'intègrent et l'intégration en sécurité des sous-systèmes conformément à la portée du présent règlement²⁹.

« 2. Exigences particulières à chaque sous-système 2.1. Infrastructures 2.1.1. Sécurité

Des dispositions appropriées doivent être prévues pour prendre en compte les conditions particulières de sécurité dans les tunnels et les viaducs de grande longueur. »

Règlement d'exécution (UE) 352/2009 concernant l'adoption d'une méthode de sécurité commune relative à l'évaluation et à l'appréciation des risques

(6) En particulier, les États membres doivent vérifier la compatibilité technique de ces sous-systèmes avec le système ferroviaire dans lequel ils s'intègrent ainsi que l'intégration en toute sécurité de ces sous-systèmes conformément au présent règlement.

Règlement d'exécution (UE) 402/2013 concernant la méthode de sécurité commune relative à l'évaluation et à l'appréciation des risques

(6) En particulier, les États membres doivent vérifier la compatibilité technique de ces sous-systèmes avec le système ferroviaire dans lequel ils s'intègrent et l'intégration en sécurité des sous-systèmes conformément à la portée du présent règlement.

Loi du 30 AOÛT 2013, Loi portant le Code ferroviaire, Art. 168

« § 1er. En application de l'article 74, 1°, et sans préjudice des dispositions du chapitre 5, l'autorité de sécurité autorise la mise en service des sous-systèmes de nature structurelle constitutifs du système ferroviaire qui sont implantés ou exploités en Belgique.

§ 2. Les sous-systèmes de nature structurelle ne peuvent être mis en service que s'ils sont conçus, construits et installés de façon à satisfaire aux exigences essentielles les concernant, lorsqu'ils sont intégrés dans le système ferroviaire.

§ 3. L'autorité de sécurité vérifie, en particulier :

- 1° la compatibilité technique de ces sous-systèmes avec le système dans lequel ils s'intègrent ;
- 2° l'intégration en sécurité de ces sous-systèmes conformément au règlement n° 352/2009 de la Commission du 24 avril 2009 concernant l'adoption d'une méthode de sécurité commune relative à l'évaluation et à l'appréciation des risques visée à l'article 6, § 3, point a), de la Directive 2004/49/CE du Parlement européen et du Conseil et à l'article 94. »

²⁹ RÈGLEMENT D'EXÉCUTION (UE) No 402/2013 DE LA COMMISSION du 30 avril 2013

« Annexe 16 Exigences essentielles

1.1.1. La conception, la construction ou la fabrication, l'entretien et la surveillance des composants critiques pour la sécurité et, plus particulièrement, des éléments participant à la circulation des trains doivent garantir la sécurité au niveau correspondant aux objectifs fixés sur le réseau, y compris dans les situations dégradées spécifiées.

2.3.1. Sécurité

Les installations et les procédures de contrôle-commande et de signalisation utilisées doivent permettre une circulation des trains présentant le niveau de sécurité correspondant aux objectifs fixés sur le réseau. Les systèmes de contrôle-commande et de signalisation doivent continuer à permettre la circulation en toute sécurité des trains autorisés à rouler en situation dégradée.

2.3.2. Compatibilité technique

Toute nouvelle infrastructure et tout nouveau matériel roulant construits ou développés après l'adoption de systèmes de contrôle-commande et de signalisation compatibles doivent être adaptés à l'utilisation de ces systèmes. »

Art. N8 Annexe 8 : Exigences médicales 1.2. Vision

Le Code ferroviaire énumère les exigences auxquelles doit répondre la vision des conducteurs de train.

La notion d'« intégration en toute sécurité » étant trop vague, l'ERA³⁰ a publié une « Clarification Note »³¹ en 2020 :

"[...] generally speaking, whenever a new element is introduced into a system, or an existing element is modified regardless of the significance of that change, the safe integration and the risk assessment and risk management must always be performed. They have to ensure that :

- (a) the new or modified element is technically compatible, and thus correctly interfaces, with the other parts of the system into which it is introduced;*
- (b) the new or modified element is safely designed and fulfils all the intended functional and technical objectives;*
- (c) where applicable, the impacts of human and organisational aspects on the operation and maintenance of that element and on the system are assessed and properly addressed;*
- (d) the introduction of that new or modified element into its physical, functional, environmental, operational, and maintenance context does not have unintended, adverse and unacceptable effects on the safety of the resulting system into which it is being incorporated."*

En outre, les dispositions suivantes s'appliquent à un AsBo

"2.2.2. When the change under assessment is considered significant by the application of Article 4 of the Commission Implementing Regulation (EU) 402/2013, the proposer must also appoint an independent assessment body (AsBo). The AsBo is responsible for the independent assessment of: (a) the overall consistency of the proposer's risk assessment and risk management, and; (b) the safe integration of the change into the railway system as a whole. By virtue of sections § 1.1.7 and § 1.2.1 in Annex I of the Commission Implementing Regulation (EU) 402/2013, the verification of the correct consideration of all interfaces in the proposer's risk management is to be subject to in-depth independent assessment."

³⁰ ERA: European Union Agency for Railways.

³¹ Clarification Note on Safe Integration ERA 1209/063 v1.0 du 6/1/2020.

3.3.2. LES RÈGLES D'EXPLOITATION, LES INSTRUCTIONS LOCALES, LES EXIGENCES APPLICABLES AU PERSONNEL, LES PRESCRIPTIONS D'ENTRETIEN ET LES NORMES APPLICABLES

3.3.2.1. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RÉGLEMENTAIRES DU GESTIONNAIRE DE L'INFRASTRUCTURE

Le RSEIF, Fascicule 3.1, Lignes à signalisation latérale « 1.1.1 En signalisation latérale, les informations relatives à l'exécution des mouvements sont données aux conducteurs au moyen de signaux. »

3.3.2.2. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RÉGLEMENTAIRES DE L'ENTREPRISE FERROVIAIRE

Le DML (Drivers Manual) ou manuel de Lineas est à la disposition de tous les conducteurs de train.

3.4. FONCTIONNEMENT DU MATÉRIEL ROULANT ET DES INSTALLATIONS TECHNIQUES

3.4.1. SYSTÈME DE SIGNALISATION ET SYSTÈME CONTRÔLE-INSTRUCTION, Y COMPRIS LES ENREGISTREMENTS DES ENREGISTREURS DE DONNÉES AUTOMATIQUES

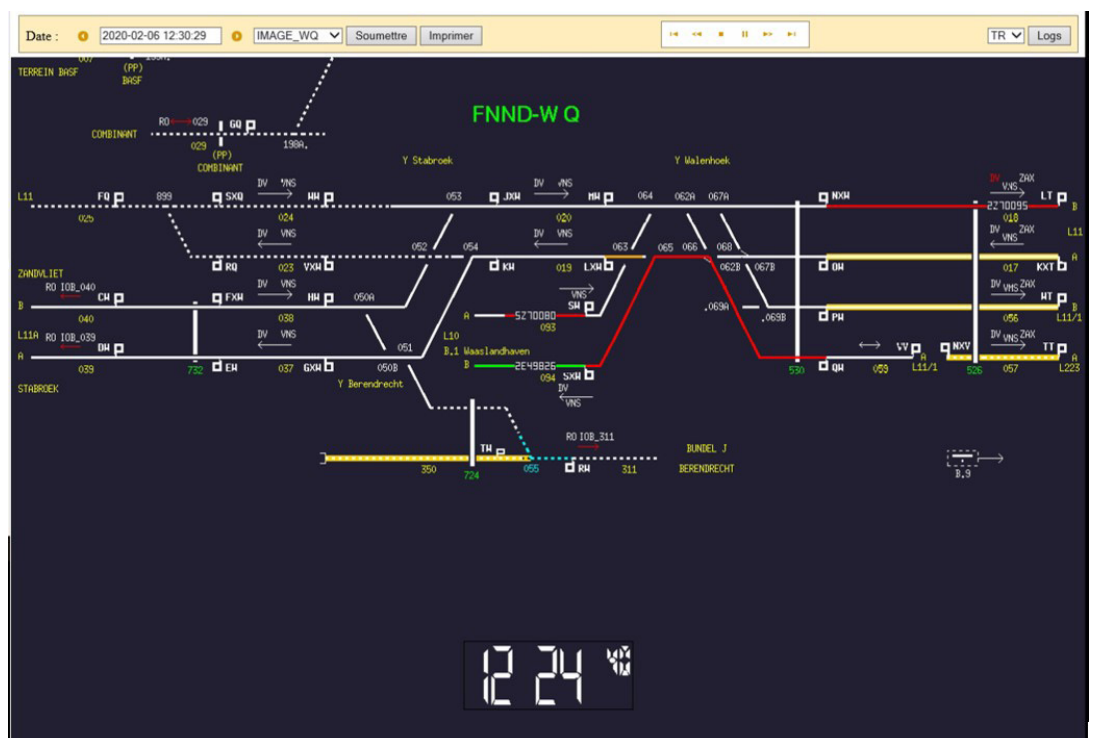
LIVRE DE BORD LARA

Il ressort du livre de bord LARA que :

- plus tôt dans la journée, plusieurs trains ont franchi le signal DL-W.9 sans qu'aucun problème n'ait été constaté ;
- le signal DL-W.9 présente un aspect double jaune juste avant le passage du train LZ70080 ;
- le signal DL-W.9 est fermé (présente un aspect rouge) lorsque le train LZ70080 passe le signal.

6/02/2020	10:31:01.520	LKL4	TlgIn	20	{S1}	S_DLW KOS-KYGS				11001010	11101010	11111	11111
6/02/2020	10:33:16.702	LKL4	TlgOut	20	{S1}	S_DLW GREEN				1000000	1000000	0	0
6/02/2020	10:36:48.381	LKL4	TlgOut	20	{S1}	S_DLW RED				1000000	100000000	0	0
6/02/2020	10:36:50.287	LKL4	TlgIn	20	{S1}	S_DLW KFS		KRC_DL W		11100010	11010010	11111	11111
6/02/2020	10:39:04.124	LKL4	TlgOut	20	{S1}	S_DLW 2 YELLOW				10000000	1000000	0	0
6/02/2020	10:39:05.693	LKL4	TlgIn	20	{S1}	S_DLW KOS-KYGS				11001010	11101010	11111	11111
6/02/2020	10:41:30.283	LKL4	TlgOut	20	{S1}	S_DLW RED				1000000	100000000	0	0
6/02/2020	10:41:32.191	LKL4	TlgIn	20	{S1}	S_DLW KFS		KRC_DL W		11100010	11010010	11111	11111
6/02/2020	10:47:58.697	LKL4	TlgOut	20	{S1}	S_DLW 2 YELLOW				10000000	1000000	0	0
6/02/2020	10:47:59.931	LKL4	TlgIn	20	{S1}	S_DLW KOS-KYGS				11001010	11101010	11111	11111
6/02/2020	10:50:32.584	LKL4	TlgOut	20	{S1}	S_DLW GREEN				1000000	1000000	0	0
6/02/2020	10:57:20.150	LKL4	TlgOut	20	{S1}	S_DLW RED				1000000	100000000	0	0
6/02/2020	10:57:21.722	LKL4	TlgIn	20	{S1}	S_DLW KFS				11100010	11000010	11111	11111
6/02/2020	12:15:16.239	LKL4	TlgOut	20	{S1}	S_DLW 2 YELLOW				10000000	1000000	0	0
6/02/2020	12:15:18.144	LKL4	TlgIn	20	{S1}	S_DLW KOS-KYGS				11001010	11101010	11111	11111
6/02/2020	12:23:11.677	LKL4	TlgOut	20	{S1}	S_DLW RED				1000000	100000000	0	0
6/02/2020	12:23:13.249	LKL4	TlgIn	20	{S1}	S_DLW KFS		KRC_DL W		11100010	11010010	11111	11111

Images EBP



Sur l'écran EBP, on peut voir qu'à 12:24:40

- le train 2Z70095 occupe une section de la voie B de la L11 en amont du signal NX-W.9 ;
- le train LZ70080 occupe la section en amont du signal S-W.9 ;
- l'occupation et/ou le dérangement de la section entre le signal S-W.9 et le croisement est enregistré(e) (couleur bistre) ;
- le signal S-W.9 est fermé ;
- l'appareil de voie 063 n'est pas posé pour être franchi par le train LZ70080 ;
- l'appareil de voie 063 est en dérangement ou occupé sans qu'un itinéraire n'ait été établi (peint en bistre) ;
- le train E49826 occupe la voie A de la L11/1, la voie A de la L11 et la voie B de la L10 (ligne rouge) ;
- les appareils de voie 069A, 066 et 065 sont posés pour permettre au train E49826 de circuler de la L11/1 à la L10 via la L11 ;
- l'itinéraire du train E49826 sur la L10 en amont du signal SX-W.9 en direction du Port du Pays de Waes est enclenché (vert).

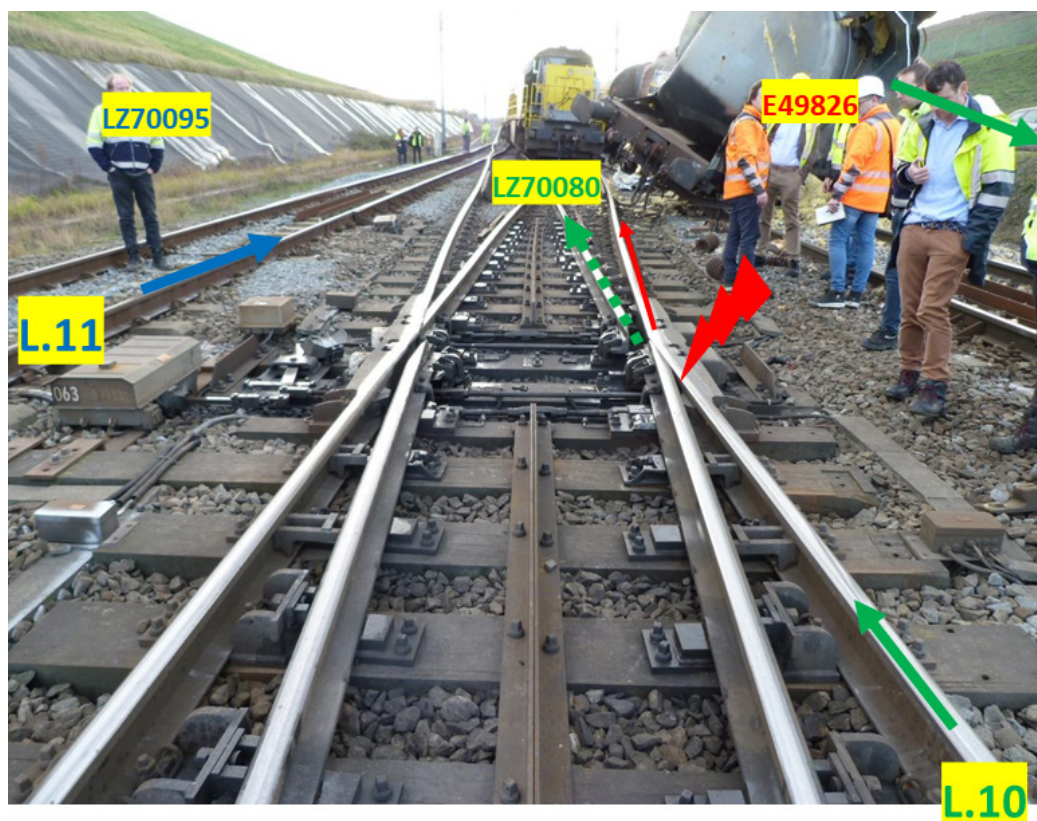
3.4.2. INFRASTRUCTURE

L'analyse des données enregistrées et l'examen des voies sur le lieu de l'accident montrent que le déraillement du train LZ70080 se déroule comme suit.

ÉTAPE 1

Le croisement à aiguilles se trouve dans la position du dernier mouvement (train Z93301 à 11h24) qui a franchi le croisement : l'aiguille mobile de gauche est accolée à la contre-aiguille (éclairage rouge), de sorte qu'aucun passage n'est possible pour un train venant de la L10 (flèche verte). C'est la raison pour laquelle le signal S-W.9 est fermé.

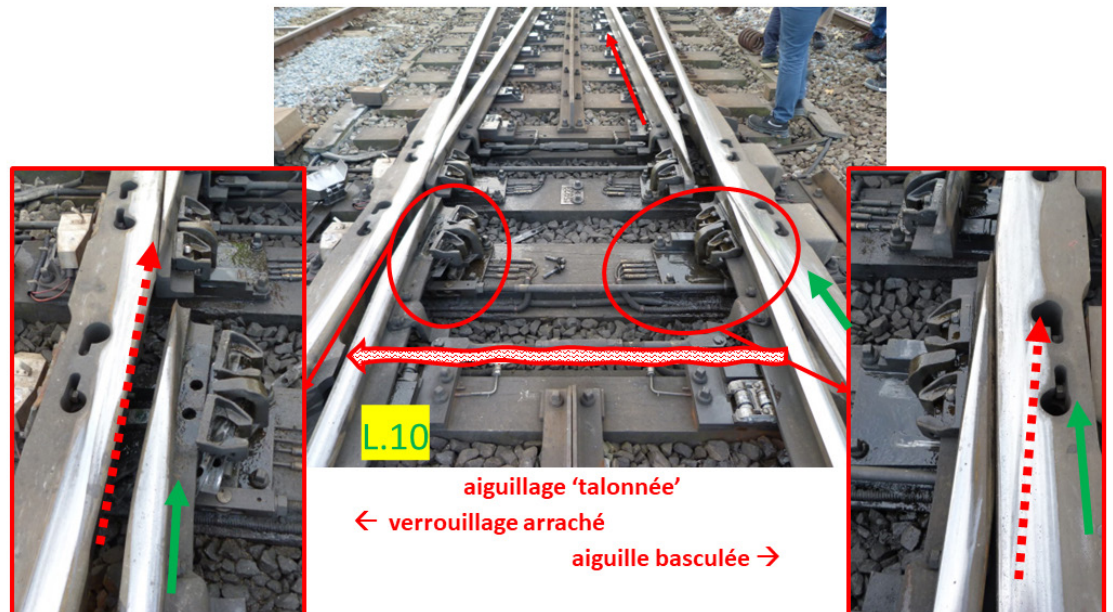
En outre, le train LZ70095 circule sur la L11 (flèche bleue) : ce train n'a pas encore libéré la section en aval, de sorte que l'itinéraire d'un train venant de la L10 ne peut pas encore être établi.



ÉTAPE 2

Le train LZ70080 vient de la L10 et circule en direction du croisement de la L10 avec la L11. Étant donné que l'itinéraire du train LZ70080 en amont du signal S-W.9 ne peut pas encore être établi, les aiguilles mobiles du croisement ne sont pas dans une position permettant au train LZ70080 de traverser la L11.

Au croisement, la 1^{re} roue droite de la 1^{re} locomotive du train s'engage dans le rétrécissement en V formé par l'aiguille mobile et la contre-aiguille. Le train roule contre l'aiguille mobile et l'appareil de voie 063 est « talonné ». À la suite du talonnage de l'appareil de voie, les aiguilles mobiles et le verrouillage de l'appareil de voie 063 sont endommagés (photo centrale ci-dessous).



ÉTAPE 3

La roue droite de la 1^{re} locomotive heurte l'aiguille mobile droite (sur la photo) (photo détaillée en haut à droite) et est poussée vers le haut par le rétrécissement en V pour monter sur la contre-aiguille (flèche pointillée en rouge). Lors de la montée dans le rétrécissement en V, la roue exerce des forces latérales sur l'aiguille mobile : l'aiguille bascule et le verrouillage est endommagé. Le déraillement est un fait.

Du côté gauche, la roue gauche de la 1^{re} locomotive roule sur l'aiguille mobile gauche (photo détaillée en haut à gauche) et exerce une force latérale vers la gauche. Le verrouillage de l'aiguille mobile gauche ne peut pas contenir les forces latérales et est endommagé.

ÉTAPE 4

La roue gauche de la locomotive monte sur l'aiguille mobile opposée du croisement (photo ci-dessous) et s'engage ensuite sur la contre-aiguille.



Enfin, la roue gauche tombe dans la voie entre l'aiguille mobile et la contre-aiguille (voir photo de droite).

Du côté droit, la roue droite de la locomotive tombe au même moment dans la voie (photo étape 5).



ÉTAPE 5

Le train LZ70080 suit les attaches du rail de droite du raccordement entre les appareils de voie 063 et 065, en direction de la L11/1 et dévie de plus en plus vers la droite.

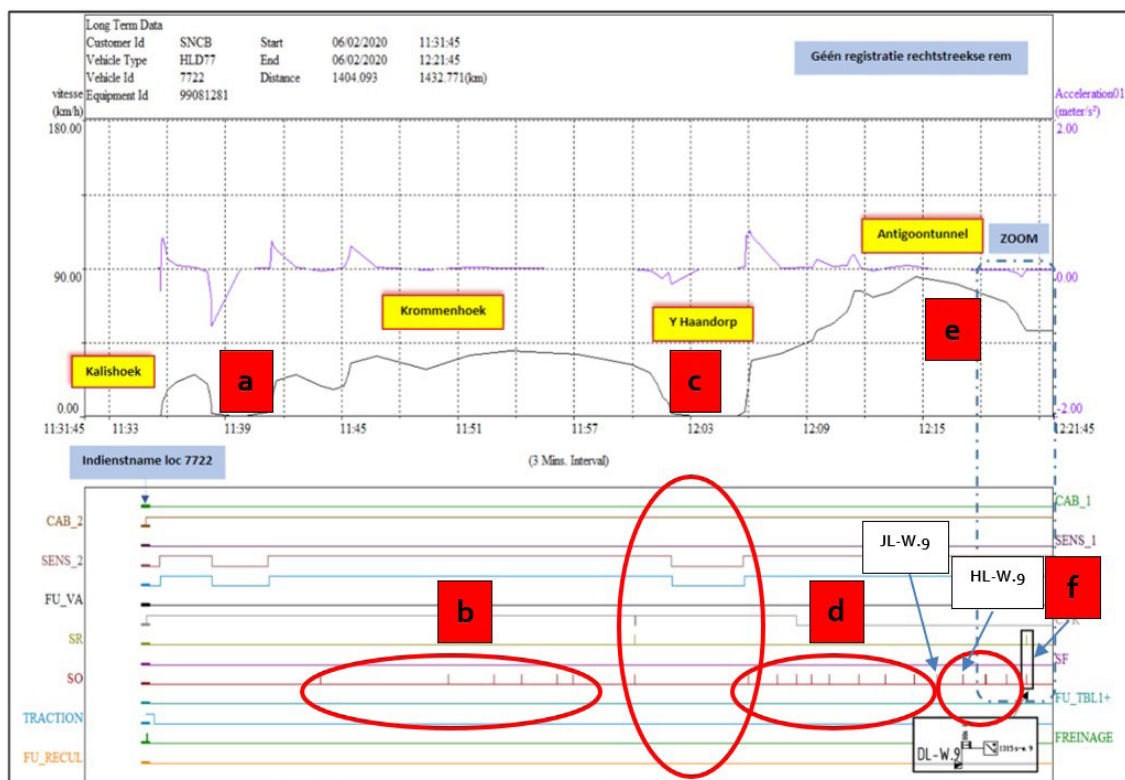
En raison de la déviation du train LZ70080, celui-ci entre dans le gabarit du train E49826 et le heurte latéralement. Cette prise en écharpe entraîne le déraillement de wagons du train E49826 (photo ci-dessous).



3.4.3. MATÉRIEL ROULANT, Y COMPRIS LES ENREGISTREMENTS ET LES ENREGISTREURS DE DONNÉES AUTOMATIQUES

Analyses de trajet

Les données de trajet (Long Term Data) du train LZ70080 sont analysées ci-après :



- a** départ LZ70080 (Kalishoek, Anvers rive gauche) ;
- b** passage train LZ70080 à Krommenhoek : train « roule au vert » ;
- c** aspect restrictif et arrêt LZ70080 à Y.Haandorp ;
- d** le train accélère jusqu'à environ 85 km/h (cette accélération a lieu lorsque le conducteur laisse son train descendre en roue libre jusqu'au point le plus bas du tunnel Antigone). Le train roule « au vert » ;
- e** sous l'Escaut, en aval du signal JL-W.9, la voie est horizontale : le conducteur de train ne donne pas de traction et le train ralentit. En aval du signal HL-W.9, la voie monte vers la rive droite : le conducteur de train ne donne pas de traction et le train continue de ralentir. Le train roule toujours « au vert » ;
- f** environ 700 m avant la sortie du tunnel, le train LZ70080 rencontre un aspect restrictif 2J au signal DL-W.9. La vitesse est de 52,18 km/h et le conducteur acquitte l'aspect restrictif par anticipation³².

³² Le conducteur acquitte l'aspect restrictif juste avant de passer le signal en appuyant sur un bouton poussoir situé devant lui dans le poste de conduite. Ceci est généralement interprété comme un signe que le conducteur est vigilant et qu'il a bien vu l'aspect du signal.

Le journal des données de l'enregistrement de trajet montre qu'à partir du signal DL-W.9, la vitesse reste constante à 52,18 km/h pendant 83 secondes. En réalité, la Long Term Memory (voir la flèche bleue en bas du tableau ci-dessous) n'enregistre aucune donnée après le passage du signal DL-W.9 (12h20).

Customer Id	Vehicle Type	Vehicle Id	Equipment Id	Memory Type
SNCB	HLD77	7722	99081281	Long Tern
Mod. WD (nm):		Conf. WD (nm):		
Flags	Time	Distance km	vitesse km/h	ABCDEFGHIJ KLMH
				...D.... ...D....
	12:11:22.50	1420.159302	70.07	.B.DE...
	12:11:32.20	1420.365356	76.31	.B.DE...
	12:11:41.10	1420.560181	76.59	.B.DE... .J...
	12:11:41.30	1420.564453	76.59	.B.DE...
	12:12:03.60	1421.033081	76.59	.B.DE...
	12:12:52.40	1422.014893	72.41	.B.DE...
	12:13:04.20	1422.265991	75.67	.B.DE... .J...
	12:13:04.40	1422.270386	75.67	.B.DE...
	12:13:53.40	1423.297241	75.67	.B.DE...
	12:14:21.90	1423.944824	81.74	.B.DE...
	12:14:35.00	1424.256226	85.07	.B.DE... .J...
	12:14:35.20	1424.261108	85.07	.B.DE...
	12:14:54.70	1424.719849	85.07	.B.DE...
	12:15:44.60	1425.878174	83.18	.B.DE... .J...
	12:15:44.70	1425.880493	83.18	.B.DE...
	12:16:00.00	1426.228271	83.18	.B.DE...
	12:17:04.60	1427.679688	80.76	.B.DE... .J...
	12:17:04.70	1427.681885	80.76	.B.DE...
	12:17:28.00	1428.202393	80.76	.B.DE...
06/02/2020				
	12:18:14.70	1429.179810	74.23	.B.DE... .J...
	12:18:14.90	1429.183838	74.23	.B.DE...
	12:18:52.70	1429.948486	74.23	.B.DE...
	12:19:20.00	1430.483643	69.63	.B.DE... .J...
	12:19:20.20	1430.487427	69.63	.B.DE...
	12:19:44.80	1430.955811	69.63	.B.DE...
	12:19:56.90	1431.167847	63.21	.B.DE...
	12:20:18.60	1431.507202	56.37	.B.DE...
	12:20:20.70	1431.538330	52.18	.B.DE... .H...
	12:20:20.80	1431.539795	52.18	.B.DE...
	12:20:21.60	1431.551636	52.18	.B.DE... .J...
	12:20:21.80	1431.554565	52.18	.B.DE...
	12:20:22.50	1431.564941	52.18	.B.DE...
	12:21:45.80	1432.771362	52.18	.B.DE...
06/02/2020 12:21:45.80				

Legend

* -> Operational Data
? -> Erroneous Data

D -> Digital Signals

A -> CAB_1 (D01)
B -> CAB_2 (D02)
C -> SENS_1 (D03)
D -> SENS_2 (D04)
E -> UA_ON (D05)
F -> FU_UA (D06)
G -> CUR (D07)
H -> SR (D09)
I -> SF (D10)
J -> SO (D11)
K -> FU_TBL1+ (D12)
L -> TRACTION (D13)
M -> FREINAGE (D14)

Livre de bord LARA et livre de bord EBP

6/02/2020 12:15:16.239	LK4	TigOut	20 (S1)	S_DLW 2 YELLOW	10000000	1000000	0	0
6/02/2020 12:15:18.144	LK4	TigIn	20 (S1)	S_DLW KOS-KYGS	11001010	11101010	1111	1111
6/02/2020 12:23:11.877	LK4	TigOut	20 (S1)	S_DLW REP	10000000	10000000	0	0
6/02/2020 12:23:13.249	LK4	TigIn	20 (S1)	S_DLW KFS	11100010	11010010	1111	1111

Le passage du train LZ70080 au signal DL-W.9 (piloté EBP/PLP) est enregistré à 12.23:12 h (LARA), le passage au signal S-W.9 (EBP/tout relais) à 12.24:45 h. Le train parcourt 1 315 m en 93 s, soit à une vitesse moyenne de 50,9 km/h. En tenant compte des erreurs d'arrondi dans l'enregistrement du temps et de la position des pédales ou des compteurs d'essieux par rapport aux signaux, on peut affirmer que la vitesse moyenne du train entre les signaux DL-W9 et S-W.9 est d'environ 50 km/h. La vitesse du train au passage du signal DL-W.9 étant de 52,18 km/h, on peut affirmer que la vitesse approximative du train au moment du dépassement de signal est de 48 km/h. Compte tenu de la distance entre les signaux et du rapport de déclivité de la voie en aval du signal DL-W.9, cela n'est possible que si la vitesse est « entretenue », c'est-à-dire si de la traction est donnée.

La liste des marchandises

Sur le lieu de l'accident, l'ordre des wagons du train E49826 est constaté. L'Organisme d'enquête constate que l'ordre ne correspond pas à la liste des marchandises.

3.5. DOCUMENTATION DU SYSTÈME OPÉRATOIRE

3.5.1. MESURES PRISES PAR LE PERSONNEL POUR LE CONTRÔLE DU TRAFIC ET LA SIGNALISATION

Après l'accident, le conducteur du train E49826 prend contact avec le Traffic Control, qui arrête tout le trafic dans la zone de l'accident et déclenche le plan interne d'urgence d'Infrabel.

3.5.2. ÉCHANGE DE MESSAGES ORAUX EN RAPPORT AVEC L'ÉVÉNEMENT, Y COMPRIS LA DOCUMENTATION VENANT DES ENREGISTREMENTS

Laisse ouvert délibérément.

3.5.3. MESURES PRISES POUR PROTÉGER ET SAUVEGARDER LE SITE DE L'ÉVÉNEMENT

À 12h40, l'Organisme d'enquête est informé de l'accident par le Traffic Control. L'Organisme d'enquête confirme qu'il se rendra sur place.

À son arrivée sur le lieu RDV de l'accident, les enquêteurs de l'Organisme d'enquête sont d'abord briefés par les services de pompiers, qui confirment que le lieu de l'accident est sécurisé et qu'il vient « juste » d'être libéré. L'Organisme d'enquête regrette qu'à son arrivée sur les lieux de l'accident, de nombreux représentants du gestionnaire de l'infrastructure marchent dans les voies sans attendre l'arrivée de l'Organisme d'enquête et sans prendre aucune précaution pour préserver les preuves et les traces pour l'enquête.

3.6. INTERFACE HOMME-MACHINE-OPÉRATION

3.6.1. HORAIRE DE TRAVAIL DU PERSONNEL IMPLIQUÉ

Fatigue et vigilance

Lineas planifie les horaires des conducteurs de train sur la base de dispositions légales et de règles internes. Il n'existe pas de dispositions légales distinctes concernant les temps de conduite et de repos des conducteurs de train (mais il en existe pour les travailleurs mobiles effectuant des services d'interopérabilité transfrontalière dans le secteur ferroviaire³³). Les dispositions relatives aux temps de conduite et de repos des conducteurs de train relèvent de la loi sur le travail du 16/3/1971 et de l'A.R. du 21/1/2004.

Des horaires composés de manière équilibrée devraient tenir compte de la fatigue accumulée durant l'exercice de leurs prestations et du rythme circadien. Compte tenu des courtes distances entre Anvers rive gauche et Anvers rive droite et des temps d'attente entre les différents trajets le jour de l'accident, ce facteur n'a selon toute vraisemblance aucun impact sur les prestations du conducteur de train.

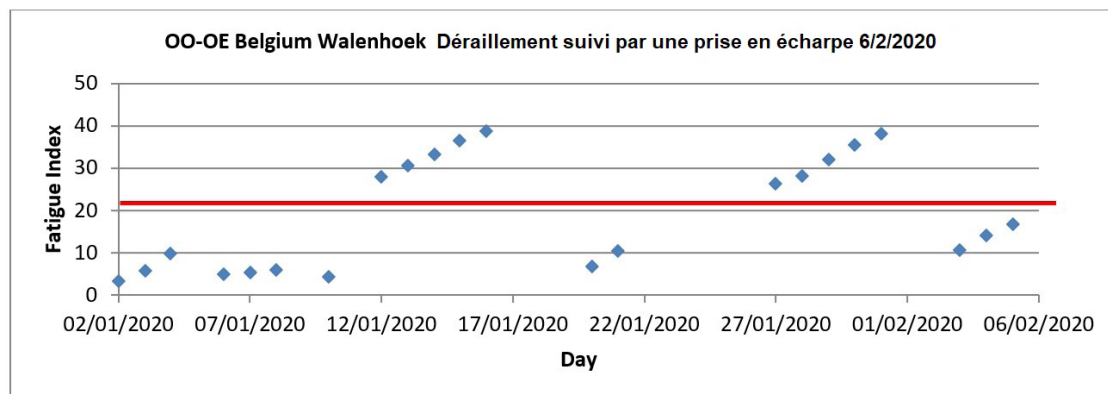
Risk and Fatigue Index

Le jour de l'accident, le conducteur de train a effectué un premier trajet aller-retour entre Anvers rive gauche et Anvers rive droite. Le conducteur se sent « fit for duty » et traverse le tunnel Antigone « au vert » pendant ces trajets sans rencontrer de problème.

Pendant le premier trajet aller-retour, il n'y a pas d'arrêts intermédiaires comme cela peut être le cas pour le trafic voyageurs. Ce type de trajets récurrents n'est pas considéré comme pesant par le conducteur et ses collègues. Le temps de repos entre les trajets est suffisant.

Compte tenu de ces constatations et sur la base de l'horaire du conducteur de train, la fatigue et le niveau de risque sont calculés à l'aide du Risk Factor Calculator du HSE³⁴.

Le Fatigue Index fournit une indication de la fatigue cumulée. Le Fatigue Index le jour de l'accident est inférieur à la valeur de référence de 20,7 et est, en d'autres termes, inférieur à la fatigue cumulée du groupe de référence auquel il est fait référence. Il n'est pas question de niveau anormal de fatigue.



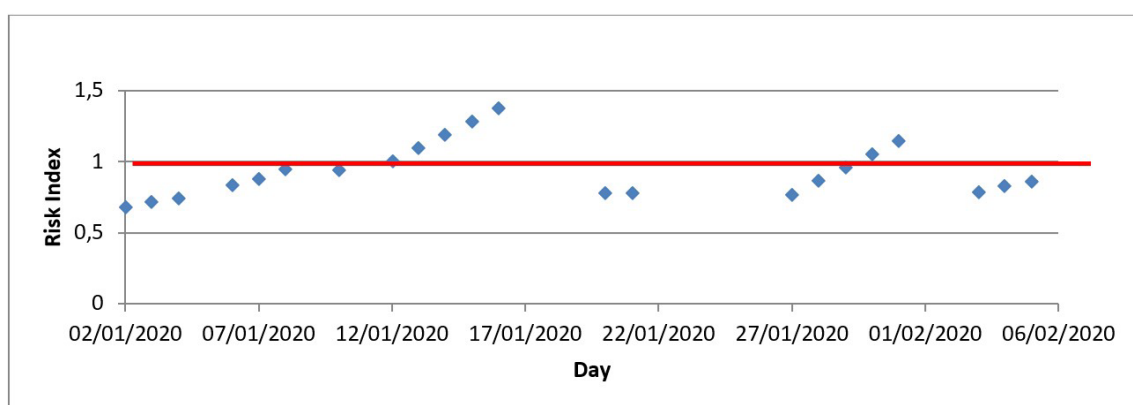
³³ Directive 2005/47 transposée en droit belge par l'arrêté royal du 7/11/2008.

³⁴ HSE = Health and Safety Executive (organisme gouvernemental britannique chargé de promouvoir la santé, la sécurité et le bien-être et de développer des outils concrets pour soutenir l'amélioration de la sécurité (au travail)).

Au cours du mois précédant l'accident, le score du Fatigue Index excède systématiquement la valeur de référence de 20,7 pendant le travail de nuit.

Le HSE n'impose pas de valeurs limites pour les scores de fatigue mais souligne qu'un score compris entre 30 et 35 pour le travail de jour et un score compris entre 40 et 45 pour le travail de nuit peuvent être considérés comme acceptables et correspondent à ce qui est généralement considéré comme une « bonne pratique ».

Le Risk Index fournit une indication sur le risque d'incidents, et ce, par rapport au groupe de référence auquel il est fait référence. Le jour de l'accident, le Risk Index³⁵ est inférieur à la valeur de référence 1, de sorte qu'il n'est question d'un risque accru d'incidents.



Dans le mois précédant l'accident, le Risk Index dépasse la ligne de référence rouge en seul mois au cours de 2 séries. Les 15 et 16 janvier, le Risk Index présente même des valeurs supérieures au seuil de 1,2, ce qui signifie qu'il y a un risque relatif d'incidents supérieur de 20 % à celui observé dans le groupe de référence.

Constatation :

Rien n'indique que l'accident soit dû à un niveau accru de fatigue ou de stress dû aux horaires.

³⁵ Le HSE précise que chaque organisation doit décider quel niveau de risque doit être considéré comme acceptable, et ce en fonction de la nature du travail et de l'individu.

Driving Without Awareness (DWA) ou highway hypnosis (relâchement de l'attention sur parcours monotone)

Pendant la conduite, il peut arriver que le niveau d'attention des conducteurs soit sensiblement réduit sans qu'il y ait nécessairement un niveau accru de fatigue causé, par exemple, par la durée de la journée de travail, le manque de sommeil, un mauvais sommeil, ... Pendant la conduite, les conducteurs effectuent quasi « automatiquement » toutes les actions nécessaires à la conduite et il se peut que, par moments, ils roulent pour ainsi dire « en pilotage automatique ». En général, dans de tels cas, les conducteurs se « réveillent » à un moment donné sans pouvoir se souvenir de tout ce qui s'est passé pendant la période où ils ont conduit en « pilote automatique ». Pendant la conduite en mode DWA, les yeux restent ouverts, ce qui contraste avec le micro-sommeil, pendant lequel les yeux se ferment pendant au moins 2 secondes. Les symptômes de la DWA sont le regard dans le vide, le hochement de la tête de haut en bas, les yeux révulsés, la vision trouble ou le strabisme. L'étude de Brown³⁶ lie ce phénomène à la monotonie de la tâche du conducteur ou à la monotonie ou prévisibilité de l'environnement dans lequel il conduit. Un bon exemple de ce caractère monotone d'une tâche pourrait être la conduite dans de longs tunnels, comme le tunnel Antigone.

La vigilance des conducteurs de train n'étant pas contrôlée pendant la conduite, il est impossible de vérifier si ce phénomène s'est produit, bien que l'on peut constater que tout au long du trajet dans le tunnel, le conducteur gère activement la vitesse de son train, remonte et baisse activement les stores et acquitte l'aspect restrictif du signal DL-W.9 par anticipation. Il est donc raisonnable de supposer que le conducteur de train est vigilant pendant le trajet entre la rive gauche et la rive droite.

Constatation :

Rien n'indique que la monotonie du trajet dans le tunnel Antigone ait influencé le mode de conduite du conducteur de train (pas de mode DWA).

3.6.2. CIRCONSTANCES MÉDICALES ET PERSONNELLES AYANT INFLUENCÉ L'ÉVÉNEMENT, Y COMPRIS L'EXISTENCE DE STRESS PHYSIQUE OU PSYCHOLOGIQUE

Conduite sous influence et distraction

Un test d'alcoolémie a confirmé que le conducteur de train ne roulait pas sous influence.

L'analyse des appels et des messages enregistrés entre le conducteur de train et le Traffic Control confirme que le conducteur de train n'a pas eu de conversation ni envoyé de messages avec le GSM-R pendant le trajet de la rive gauche à la rive droite de l'Escaut. L'entreprise ferroviaire confirme qu'il n'y a eu aucune conversation avec le GSM professionnel peu avant l'accident.

En outre, il n'y avait pas de travaux ni d'autres événements le long de la voie qui auraient pu détourner l'attention du conducteur de train. Cependant, à la sortie du tunnel Antigone, le conducteur de train est gêné par le soleil bas. Il n'a pas de lunettes de soleil et se lève pour baisser les stores dans le poste de conduite. Par conséquent, il n'est plus concentré plus sur la prévention d'un SPAD. Par ailleurs, en se tenant debout, il ne peut pas voir le dernier signal et la lampe de vigilance TBL1+ disparaît de son champ de vision.

Constatation :

Selon l'hypothèse retenue, le conducteur de train a été distrait en baissant les stores et a, de ce fait, oublié l'aspect du signal DL-W.9.

Connaissance des lignes et du matériel

Le conducteur du train LZ70080 a 3 ans d'expérience de conduite et dispose de la connaissance nécessaire des lignes et du matériel depuis mars 2017. La connaissance des lignes comprend les gestes métiers concernant la conduite sur les pentes de la liaison ferroviaire du Liefkenshoek. Le conducteur de train roule régulièrement avec le type de matériel roulant concerné sur la liaison ferroviaire du Liefkenshoek.

En 2018, le conducteur du train LZ70080 était impliqué dans un dépassement de signal ayant entraîné le heurt d'un butoir. L'événement a été discuté avec le conducteur de train et un Safety Flash a été publié. Le conducteur de train a suivi un cours de recyclage et a reçu un certain nombre de recommandations visant à prévenir la récurrence, parmi lesquelles l'utilisation de moyens mnémotechniques pour l'aider à attirer son attention sur un aspect restrictif obtenu.

Faisant suite à cette recommandation, le conducteur de train a utilisé pendant un certain temps une petite carte colorée qu'il pouvait placer devant lui dans le poste de conduite. Le jour de l'accident, le conducteur de train n'a plus utilisé ce moyen mnémotechnique.

Constatation :

Le conducteur de train a acquis l'expérience professionnelle nécessaire et possède la connaissance nécessaire des lignes pour rouler sur la liaison ferroviaire du Liefkenshoek. Il n'utilise plus de moyens mnémotechniques pour attirer son attention sur un aspect restrictif obtenu.

Comportement de conduite générale

Dans le cadre de la présente enquête de sécurité, l'Organisme d'enquête a discuté des expériences de conduite avec un certain nombre de conducteurs de train qui effectuent régulièrement le trajet via la liaison ferroviaire du Liefkenshoek.

Selon les conducteurs de train interrogés, Infrabel donne normalement la priorité aux trains de marchandises sortant du tunnel Antigone en direction de la rive droite, et ce, en raison de la forte pente (12,89 mm/m) au bout du tunnel. C'est nécessaire car, en cas d'immobilisation devant le signal fermé S-W.9, les trains de marchandises lourdement chargés pourraient ne pas être en mesure de redémarrer. Lorsque le signal DL-W.9 présente l'aspect 2J - toujours selon les déclarations des conducteurs de train interrogés - ils ont pris l'habitude d'attendre en amont du signal DL-W.9, où la pente est moins forte (3,82 mm/m). Selon ses propres dires, le conducteur du train LZ70080 n'a jamais été confronté auparavant à un signal S-W.9 fermé.

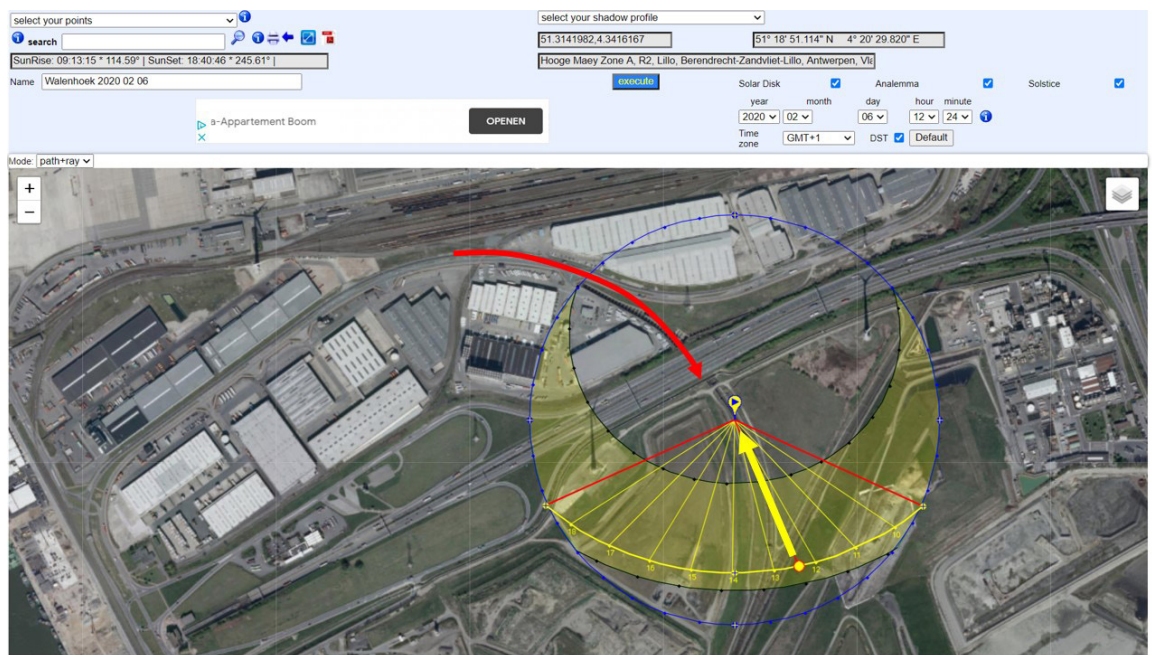
Les conducteurs de train font également remarquer que, pendant la traversée des tranchées à ciel ouvert, des poutres laissent passer et retiennent la lumière en alternance. Le conducteur de train est soumis en quelque sorte à un effet stroboscopique, qui est une source de désagrément pour lui. Les yeux doivent s'y habituer, ce qui est également le cas à la sortie d'un tunnel.

Les conducteurs de train confirment que le soleil bas peut fortement gêner leur vue sur la voie à la sortie du tunnel. Il ne s'agit pas en l'occurrence d'un événement inattendu ou imprévisible, mais d'un événement récurrent dont les conducteurs de train doivent toujours tenir compte et qui les incite presque toujours à mettre leurs lunettes de soleil, même par temps couvert comme lors de la reconstitution. Le conducteur du train LZ70080 n'a pas de lunettes de soleil sur lui le jour de l'accident.

3.6.3. CONCEPTION DES ÉQUIPEMENTS AYANT UN IMPACT SUR L'INTERFACE HOMME-MACHINE

3.6.3.1. SIMULATION DE LA POSITION DU SOLEIL LE 6/2/2020

Lorsque le train LZ70080 quitte le tunnel Antigone et amorce un virage le 6/2/2020, la vision du conducteur de train est gênée par le soleil qui, le jour et à l'heure de l'accident, est bas et arrive droit dans les yeux, comme le montre le schéma ci-dessous.



Simulation de la position du soleil via le site web « sunearthtools.com » 300 m en amont du signal S-W.9 : position du soleil ●, sens de la marche →, incidence du soleil →.

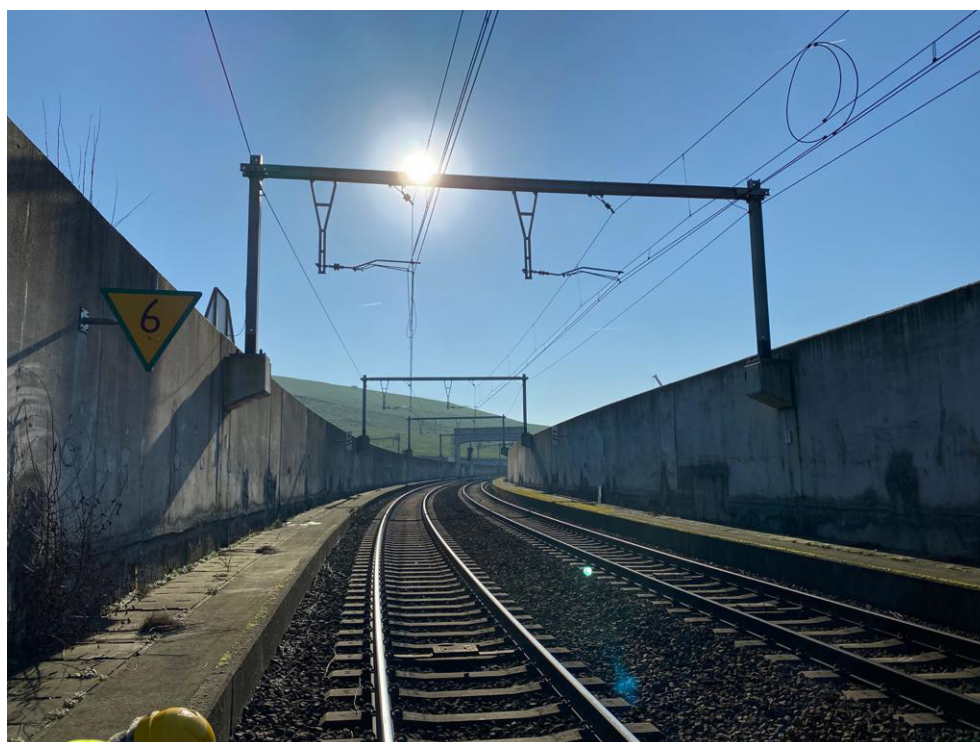


Photo : position du soleil pendant la reconstitution par Lineas le 18/2/2020 à 12h24.

3.6.3.2. PROTECTION CONTRE LA LUMIÈRE DU SOLEIL

La gêne causée par le soleil et l'effet stroboscopique susmentionné peuvent conduire à une moins bonne évaluation des situations de trafic et à des réactions nettement plus lentes. Les lunettes de soleil sont une aide qui tempère la lumière qui pénètre dans les yeux : c'est plus reposant pour les yeux et meilleur pour la concentration sur les signaux. Le jour de l'accident, le conducteur de train n'a pas de lunettes de soleil sur lui.

Le Code ferroviaire prévoit que les conducteurs de train sont soumis à un examen médical et qu'une licence délivrée à un conducteur de train par l'autorité de sécurité atteste que le conducteur remplit les conditions minimales en matière d'exigences médicales, psychologiques, de formation de base et de compétences professionnelles générales. L'examen inclut le contrôle de la vision. Le Code ferroviaire prévoit que « *les verres de contact et les lunettes sont autorisés s'ils sont contrôlés périodiquement par un spécialiste* ». L'entreprise ferroviaire organise des examens médicaux périodiques des conducteurs de train, qui incluent le contrôle de la vision.

Quant à la possession et au port de lunettes de soleil :

- le règlement intérieur de l'entreprise ferroviaire ne comporte pas de rubrique « lunettes de soleil » ;
- l'entreprise ferroviaire n'est plus responsable de la fourniture, du remboursement ou du contrôle du port de lunettes de soleil ;
- l'entreprise ferroviaire y a renoncé étant donné que le Code ferroviaire n'indique nulle part que le port de lunettes de soleil est obligatoire.

Autres constatations :

- le poste de conduite de la locomotive est équipé de stores qui peuvent (aider à se) protéger contre la lumière solaire incidente (les voitures sont équipées de pare-soleil) ;
- certaines entreprises ferroviaires (par exemple la SNCB) fournissent des lunettes de soleil et stipulent que les conducteurs de train doivent toujours les avoir sur eux lorsqu'ils roulent ;
- il n'est pas certain que le port de lunettes de soleil puisse empêcher totalement un conducteur d'être gêné par le soleil s'il a celui droit dans les yeux ;
- pour l'anecdote, le Code de la route³⁷ ne dit rien explicitement sur le port de lunettes de soleil ou l'utilisation d'un pare-soleil. Le Code de la route précise toutefois que tout automobiliste doit être en mesure d'effectuer toutes les manœuvres qui lui incombent. Cela doit être interprété comme signifiant que l'automobiliste doit toujours être en mesure de se protéger contre la lumière solaire incidente.

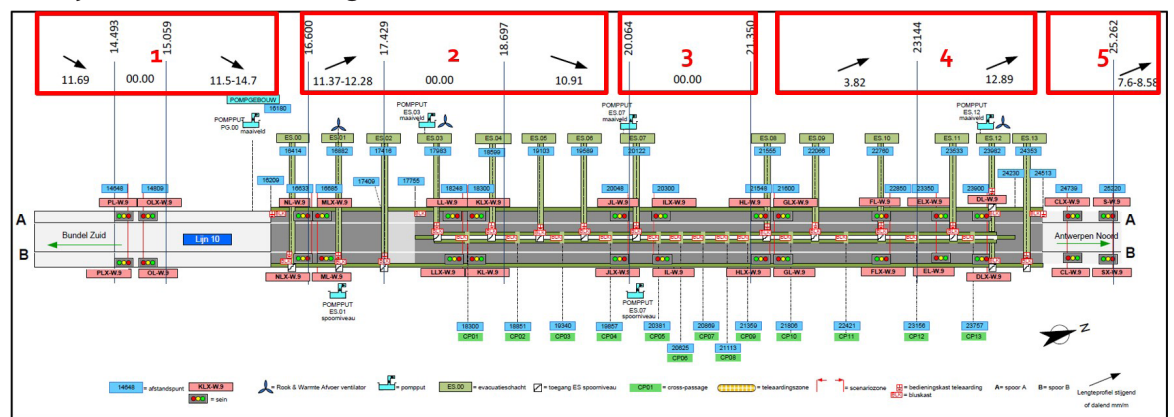
³⁷ Arrêté Royal du 1/12/75, Art. 8.3 « Tout conducteur doit être en état de conduire, présenter les qualités physiques requises et posséder les connaissances et l'habileté nécessaires. Il doit être constamment en mesure d'effectuer toutes les manœuvres qui lui incombent et doit avoir constamment le contrôle du véhicule ou des animaux qu'il conduit. »

3.6.3.3. RECONSTITUTION DE L'ITINÉRAIRE DU TRAIN DU 06/02/2020

Après avoir quitté le port d'Anvers rive gauche, le train LZ70080 arrive sur la ligne 10. Le trajet sur la L10 est long d'environ 4,5 km. Cette partie du trajet est plutôt monotone mais se déroule sans encombre, et le conducteur de train augmente la vitesse de son train jusqu'à environ 60 km/h. Après le départ, le conducteur de train ne redonne que brièvement de la traction. Pendant la conduite, le conducteur de train, assis, baisse le pare-soleil à l'avant du poste de conduite. Pour abaisser le petit pare-soleil situé à droite du poste de conduite, il se lève et quitte très brièvement son siège.

La voie fait ensuite une courbe vers la gauche et le train prend la direction nord-est vers le tunnel Antigone.

Le trajet dans le tunnel Antigone se déroule comme suit :



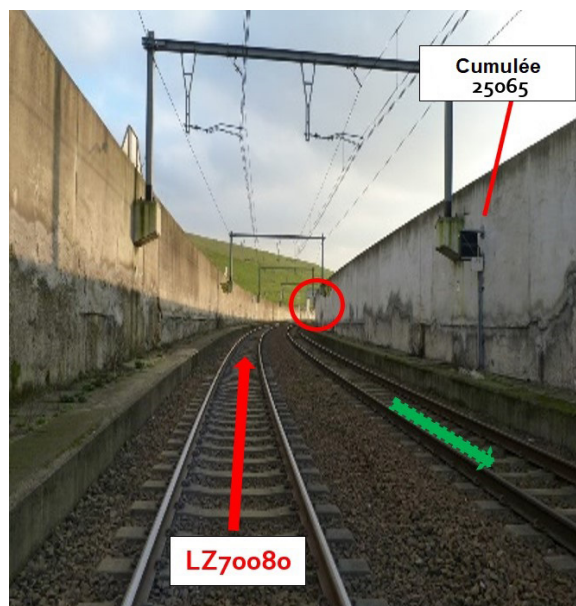
Source : Infrabel RGE 212 « Plan Interne d'Urgence Particulier Tunnel Antigone » d'Infrabel

1 À l'approche du tunnel, la voie descend : le conducteur de train ne donne pas de traction mais laisse « rouler » son train jusqu'à l'entrée du tunnel Antigone. Comme les conducteurs de train trouvent la conduite dans le tunnel avec des stores fermés gênante en raison des reflets dans les vitres, ils se lèvent parfois à l'entrée du tunnel pour ouvrir les pare-soleils. Cette action dure moins de 4 secondes, de sorte que la traction n'est pas interrompue en position debout. Dans le tunnel, la voie descend d'abord sous le canal du Pays de Waes. Le conducteur de train ne donne toujours pas de traction, mais il doit maintenant donner un ordre de freinage pour ne pas dépasser la vitesse maximale de 90 km/h. Au bas de la pente, le train atteint une vitesse de près de 70 km/h.

2 Depuis le point le plus bas dans le tunnel sous le canal du Pays de Waes, la voie remonte vers une « crête » située entre le canal du Pays de Waes et l'Escaut. Le conducteur donne maintenant de la traction pour ne pas trop ralentir. Une fois que la butte est franchie, une deuxième phase de la descente commence. Cette fois-ci aussi le conducteur de train laisse rouler son train.

3 Au point le plus bas du tunnel Antigone, le train atteint une vitesse de près de 90 km/h. À partir du point le plus bas, la voie est horizontale sur environ 1,2 km et le train peut d'abord continuer « en roue libre ». Ensuite, toujours sur la partie plane menant à la montée vers la sortie du tunnel, le conducteur redonne de la traction.

4 Enfin, le train entame la montée vers le bout du tunnel Antigone. En raison de la pente de 12,89 mm/m, le conducteur doit maintenir une traction. Sur cette pente, 690 m en amont du signal DL-W.9, le conducteur de train rencontre un panneau d'annonce indiquant une limitation de vitesse à 60 km/h. La limitation de vitesse commence 50 m en amont du signal DL-W.9. Le signal est ouvert.



5 À la sortie du tunnel Antigone, la voie monte dans une tranchée à ciel ouvert et fait une courbe vers la droite. Après le tunnel sous l'autoroute R2, le signal S-W.9 se situe dans la courbe. Le jour de la reconstitution, le signal S-W.9 est ouvert.

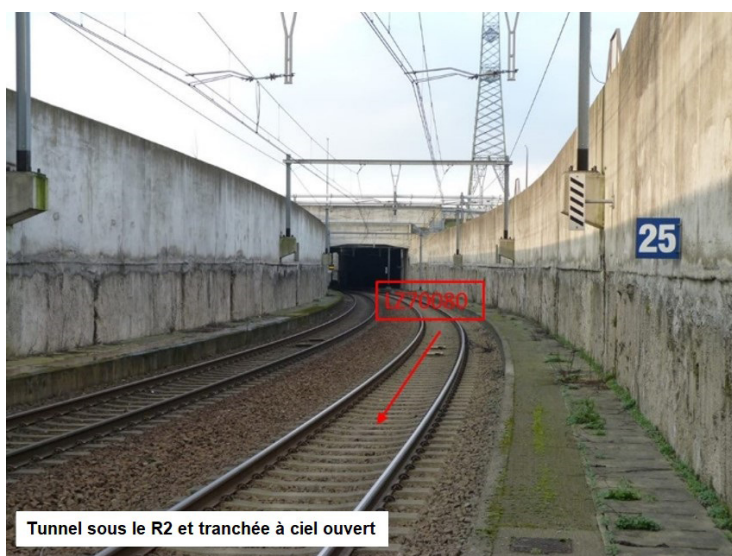
Le jour de l'accident, une photo a été prise du signal (photo de gauche) en amont du signal répéteur SX-W.9 (contre-voie) sur la cumulée 25065, à 150 m en amont du signal S-W.9 : le signal est bien visible³⁸.

Une vérification supplémentaire a été faite pour savoir si la balise d'approche à chevrons sur la contre-voie (100 m en amont du signal SX-W.9) pouvait causer une quelconque gêne : le signal était clairement visible.

Un film d'étude de ligne réalisé par Infrabel et un contrôle supplémentaire démontrent que la distance de visibilité de 150 m du signal S-W.9 est en ordre et que le signal est visible à temps.

Après la sortie du tunnel Antigone, la voie (photo de droite) monte vers le croisement avec la L11. Le rapport de déclivité varie entre 7,6 et 8,58 mm/m.

La voie fait une courbe vers la droite et le signal S-W.9 se situe à la fin de cette courbe. Le croisement avec la L11 se trouve à 167 m en aval de ce signal.



³⁸ RGE 722.1 : « L'implantation de ces signaux doit être envisagée de telle sorte que la distance de visibilité de ces signaux soit au moins égale à 150 mètres, si la vitesse signalisée sur cette même distance, en amont du signal, n'est pas supérieure à 60 km/h »

3.7. ÉVÉNEMENTS ANTÉRIEURS

Y Walenhoek se compose d'un croisement et d'un certain nombre d'aiguillages. L'ensemble du croisement et des aiguillages de Y Walenhoek est couvert par un certain nombre de signaux de couverture. En cas de dépassement d'un de ces signaux de couverture, il y a toujours un risque de déraillement ou de collision. C'est pourquoi on a vérifié si d'autres dépassements de signaux ont eu lieu à Y Walenhoek. Ces dépassements de signaux peuvent être considérés comme des précurseurs d'accidents. Aucun autre dépassement de signal n'a été enregistré au signal S-W.9 ou aux autres signaux de couverture du croisement, à l'exception du signal de couverture O-W.9. Voici un aperçu des dépassements de signaux au signal O-W.9 :

Date	Signal	Line	Station or Y
13/02/2018	O-W.9	11	Y.WALENHOEK
10/12/2020	O-W.9	11	Y.WALENHOEK

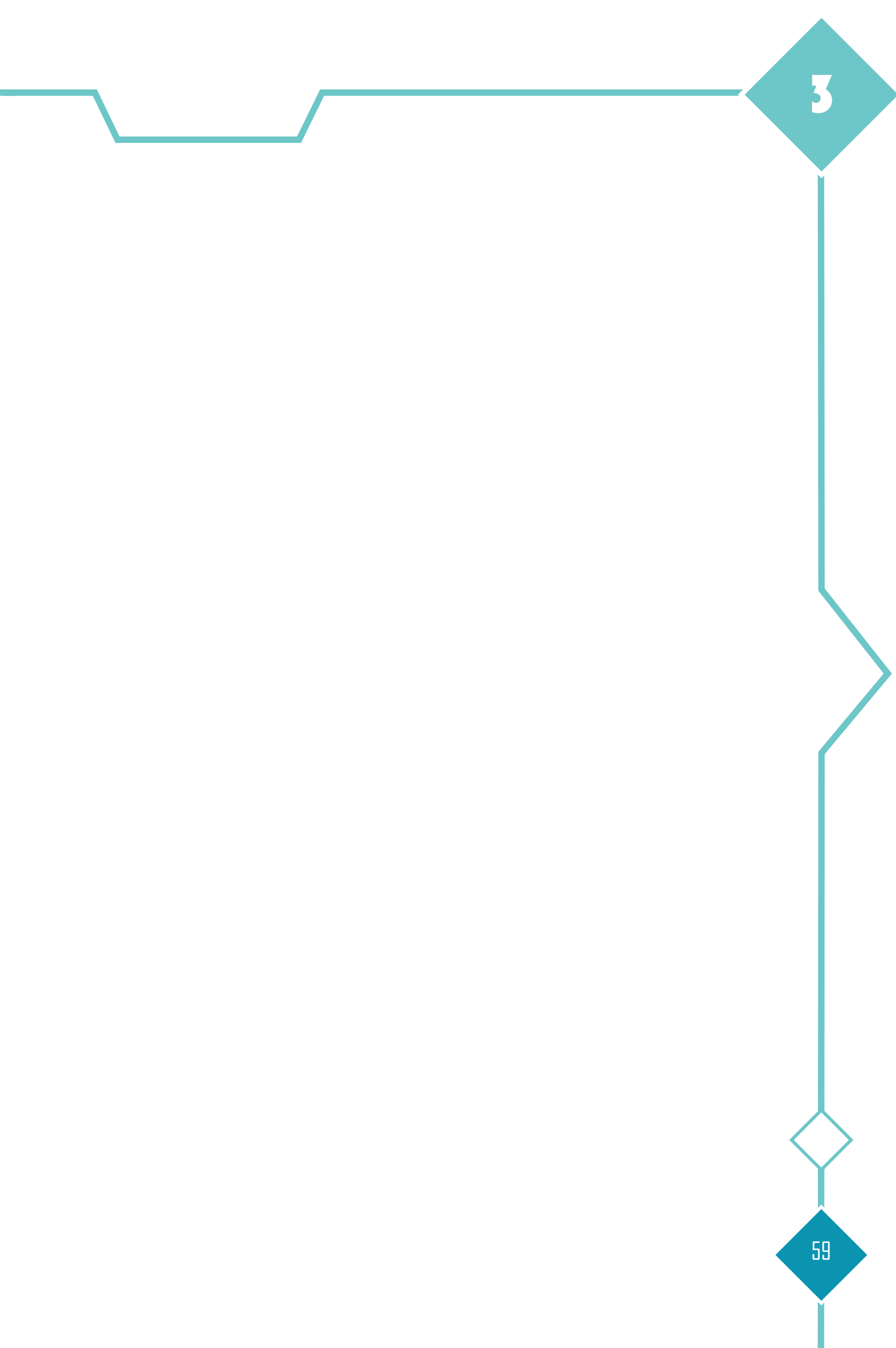
Source : Infrabel

Le signal O-W.9 est situé sur la L11 et, à partir de ce signal, il est possible de s'engager sur la L10 ou de la croiser. Par conséquent, en cas de dépassement d'un signal, il existe un risque, par exemple, de collision avec un train venant de ou roulant vers la L10. Le signal S-W.9 est équipé du Memor/crocodile.

Le jeudi 10 décembre 2020 à 15h18, le train Z70082 part de la voie de faisceau 758 dans le faisceau A2 vers la voie A de la ligne 11. Au signal de sortie de ce faisceau, le conducteur rencontre l'aspect « double jaune » et un peu plus tard un panneau de fin de zone de 40 km/h (bk 3360). À la hauteur du signal d'arrêt desservi E-T.9 (bk 3955), le conducteur du train Z70082 rencontre de nouveau l'aspect « double jaune », mais le conducteur étant encore très concentré sur le respect des 40 km/h, il oublie l'aspect « double jaune ». Lorsqu'il rencontre un peu plus tard un panneau de fin de zone de 60 km/h (bk 4230) sur la voie A de la ligne 11, il règle le télémètre de sa locomotive et lorsque le dernier wagon de son train a dépassé le panneau de fin de zone, le conducteur accélère jusqu'à 60 km/h. Un peu plus tard, le conducteur du train Z70082 aperçoit le signal d'arrêt desservi fermé O-W.9 (bk 5550) et déclenche un freinage d'urgence, mais ne peut plus éviter le dépassement du signal.

À 15h30, le signal d'arrêt fermé O-W.9 est franchi et le train Z70082 s'immobilise 31 mètres plus loin. Le premier point dangereux, le passage à niveau 530, situé à 114 m en aval du signal, n'est pas atteint. En aval du passage à niveau se trouve Y.Walenhoek. L'infrastructure n'est pas endommagée.





4. ANALYSE ET CONCLUSIONS

4.1. COMPTE RENDU FINAL DE LA CHAÎNE D'ÉVÉNEMENTS

L'enchaînement des événements dans le poste de conduite du train LZ70080

Le 6 février 2020, le conducteur du train LZ70080 prend son service à 6h00. Le matin, il traverse une première fois le tunnel Antigone en direction d'Anvers rive droite avant de revenir à Anvers rive gauche. Le voyage aller et le voyage retour se déroulent normalement et tous les signaux rencontrés dans la « liaison ferroviaire du Liefkenshoek » sont ouverts.

À 11h36, le conducteur de train part avec le train LZ70080 (locomotive 7724 tractée par la locomotive 7722) de Kalishoek dans le Port du Pays de Waes pour un deuxième trajet d'Anvers rive gauche en direction d'Anvers rive droite.

Pendant la première partie de ce deuxième trajet, le train arrive sur la ligne 10 via la L211 et se dirige ensuite vers l'est. Le conducteur de train roule à une vitesse de moins de 50 km/h, inférieure à la vitesse de référence de 90 km/h. Le conducteur de train est gêné par le soleil bas. Il n'a pas de lunettes de soleil sur lui et se lève pour fermer les stores dans le poste de conduite.

ÉTAPE 1 : départ du train LZ70080 et approche du tunnel

La voie fait ensuite une courbe et le train roule dans la direction nord-est et entame la descente vers l'entrée du tunnel Antigone. Le conducteur de train laisse « rouler » son train : comme la voie sur la pente descend vers l'entrée du tunnel, le train accélère automatiquement par gravité, sans qu'aucune traction ne soit nécessaire. En raison du rapport de déclivité, la vitesse du train augmente constamment de 40 à 90 km/h. Le conducteur de train freine entre-temps pour maintenir la vitesse du train en dessous de la vitesse de référence. Comme le conducteur de train trouve la conduite dans le tunnel avec des stores fermés gênante en raison des reflets dans les vitres, il se lève à l'entrée du tunnel pour rouvrir les stores dans le poste de conduite.

ÉTAPE 2 : passage sous le canal du Pays de Waes

Pendant la deuxième partie du trajet, le train s'engage dans le tunnel Antigone sous le canal du Pays de Waes et ensuite sous l'Escaut.

Le train descend vers le point le plus bas du tunnel du Pays de Waes : le conducteur sait qu'à partir du point le plus bas, il y a une courte montée, car la L10 forme une petite « butte » entre le canal du Pays de Waes et l'Escaut. Tous les signaux sont ouverts et le conducteur laisse « rouler » le train. Comme le train a accumulé suffisamment de vitesse, il peut monter cette pente sans traction.

Une fois sur la « butte », le trajet est horizontal, d'abord dans une tranchée à ciel ouvert, puis dans un tunnel cut & cover et enfin de nouveau dans la partie horizontale du tunnel entre le canal du Pays de Waes et l'Escaut. La voie descend ensuite vers le tunnel sous l'Escaut.

ÉTAPE 3 : passage sous l'Escaut

À la fin de la descente, la voie passe sur une partie horizontale sous l'Escaut sur une distance de 1 286 m. Ici aussi, tous les signaux sont ouverts et le conducteur de train laisse rouler son train afin d'utiliser de manière optimale le profil du tunnel pour rouler de manière économique. Il a pris l'habitude de laisser rouler son train depuis le point le plus bas du tunnel, le faisant ainsi ralentir par gravitation.

ÉTAPE 4 : la montée vers la sortie du tunnel

Depuis le point le plus bas du tunnel sous l'Escaut, le tunnel remonte vers la rive droite de l'Escaut. Dans le tunnel sous l'Escaut, tous les signaux sont ouverts. Grâce à sa connaissance des lignes, le conducteur sait que la vitesse maximale du train est réduite de 90 à 60 km/h à 663 m en amont de la sortie du tunnel et utilise la vitesse accumulée pour remonter la pente le plus longtemps possible sans traction.

ÉTAPE 5 : la sortie du tunnel et plus loin jusqu'à la L11

À 613 m en amont de la fin du tunnel, le signal DL-W.9 présente l'aspect double jaune. La vitesse du train est entre-temps retombée à 52,18 km/h. Jusqu'au jour de l'accident, le conducteur du train LZ70080 a, selon ses déclarations, toujours rencontré un signal ouvert à la sortie du tunnel (au signal DL-W.9). Au passage du signal DL-W.9, le conducteur de train l'acquiesce par anticipation.

Dès que le conducteur approche le signal DL-W.9, qui présente un aspect restrictif, il est tenu de suivre les règles SARES. Les règles SARES prévoient que le conducteur de train « doit se concentrer sur l'évitement d'un SPAD » et interrompre la traction. Il doit immédiatement « faire abstraction de tous les éléments susceptibles de le distraire (GSM, GSM-R, tablette, conversation dans le poste de conduite, ...) ». En outre, le train doit « avoir atteint la vitesse de 30 km/h au plus tard à 300 m en amont du signal fermé ».

Par conséquent, compte tenu de la vitesse du train, le conducteur de train doit continuer à réduire la vitesse de son train tout en continuant à l'entretenir. Il doit donner de la traction de manière contrôlée afin que le train puisse continuer à remonter la pente en direction du signal S-W.9 pour pouvoir s'arrêter au pied du signal. C'est ce que prévoit le règlement, mais c'est en même temps nécessaire car, si le train devait s'immobiliser prématurément, le conducteur ne pourrait pas voir le signal en raison de la courbe de la voie et ne pourrait donc pas voir non plus si et quand le signal est rouvert.

À la sortie du tunnel, la voie fait une courbe vers la droite. Le conducteur de train sait que sur la pente, il aura le soleil droit dans les yeux et qu'il doit prendre des précautions pour ne pas être ébloui. Il n'a pas de lunettes de soleil sur lui ce jour-là. C'est pourquoi il se lève dans son poste de conduite pour baisser de nouveau les stores. À la fin de la courbe, il y a le signal S-W.9, mais comme le conducteur se tient debout dans son poste de conduite, il ne peut pas voir le signal. Ensuite le conducteur s'assied et maintient la traction pour continuer à monter la pente et, ce faisant, le train LZ70080 franchit le signal fermé sans ralentir.

Le signal S-W.9 est équipé d'un crocodile. En combinaison avec le memor et après le pointage à l'aspect restrictif du signal DL-W.9, une lampe de vigilance s'allume dans le poste de conduite, qui rappelle l'aspect restrictif au conducteur. Cette lampe de vigilance reste allumée jusqu'à ce que le train passe le prochain signal présentant un aspect vert. En cas de passage non autorisé à un signal fermé (en l'occurrence le signal S-W.9), un crocodile ne donne pas de signal au train et il n'y a pas d'intervention automatique pour faire arrêter le train immédiatement.

Au moment où le train LZ70080 franchit le signal fermé S-W.9, le train E49826 arrive sur la L10 via le croisement entre la L11 et la L10. Le train E49826 circule sur la voie adjacente en direction de la rive gauche. En haut de la pente, les deux trains se croisent et le conducteur du train LZ70080 salue son collègue dans le train E49826. Immédiatement après, le conducteur du train LZ70080 s'aperçoit que les aiguilles du croisement devant lui sont dans une « mauvaise » position. Il n'a plus le temps de freiner : le train talonne les aiguilles du croisement entre la L10 et la L11 et déraile. Pendant le déraillement, le train est poussé vers l'entrevoie et heurte latéralement le train venant en sens inverse.

La collision provoque le déraillement des 2 locomotives du train LZ70080 et de 6 wagons-citernes du train E49826. Le réservoir de carburant de la première locomotive présente des fuites et laisse échapper du diesel. Un wagon-citerne se met également à fuir et perd une petite quantité de résidu de cargaison dans les voies.

4.2. DÉTERMINER LES PRINCIPES DE SÉCURITÉ

4.2.1. IDENTIFICATION DES PRINCIPES DE SÉCURITÉ LIÉS À LA SITUATION OPÉRATIONNELLE

Les principes de sécurité suivants sont retenus par l'Organisme d'enquête pour son analyse :

Principes de maîtrise	Perte de contrôle	Récupération	Événement	Mitigation
<p>Maîtrise 1 ■ Le conducteur de train suit les règles SARES après un aspect restrictif.</p> <p>Maîtrise 2 + Signaux visibles.</p> <p>Maîtrise 3 ■ Le conducteur observe le signal, interprète correctement son aspect et adopte le comportement attendu.</p> <p>Maîtrise 4 + Train équipé d'un système de contrôle de la vitesse des trains.</p> <p>Maîtrise 5 ■ Signal équipé d'un système de contrôle de la vitesse des trains.</p>	<p>Perte de contrôle 1 Le train ne s'arrête pas au signal fermé.</p>	<p>Récupération 1 ■ Un freinage automatique empêche ou corrige le dépassement d'un signal fermé.</p> <p>Récupération 2 ■ Le conducteur de train s'aperçoit de son erreur et arrête son train.</p>	<p>Le train atteint le point dangereux et déraile.</p>	<p>Mitigation 1 Une aggravation du déraillement est évitée.</p> <p>Mitigation 2 La capacité de résistance aux chocs de la locomotive protège les occupants.</p> <p>Mitigation 3 La capacité de résistance aux chocs des wagons-citernes empêche les fuites.</p> <p>Mitigation 4 Une alarme GSM-R est envoyée et un nouvel accident est évité.</p>

4.2.2. ANALYSE DU FONCTIONNEMENT ET DES PANNES DES SYSTÈMES DE GESTION

Maîtrise 1 Le conducteur de train suit les règles SARES après avoir rencontré un aspect restrictif.

■ Le jour de l'accident, le conducteur de train n'applique pas les règles SARES après avoir passé le signal DL-W.9 qui présente un signal restrictif : un conducteur de train est censé acquiescer l'aspect restrictif et adapter la vitesse de son train afin de pouvoir s'arrêter au pied d'un signal fermé. Le conducteur de train roule en direction du signal fermé S-W.9 sans adapter sa vitesse.

Maîtrise 2 Signaux visibles

■ Le signal S-W.9 est visible à plus de 150 m en amont du signal lumineux et est « annoncé » par une balise d'approche.

■ Après la sortie du tunnel Antigone, le signal S-W.9 est placé dans une courbe, là où la voie passe dans une tranchée à ciel ouvert. Comme le train circule dans la tranchée, le conducteur n'est pas gêné par le soleil bas à 150 m en amont du signal S-W.9. La gêne causée par le soleil bas se produit le jour et à l'heure de l'accident lorsque le train circule dans la courbe à la hauteur du signal S-W.9.

Maîtrise 3 Le conducteur observe le signal, interprète correctement son aspect et adopte le comportement attendu.

■ Le poste de conduite d'une locomotive est pourvu de vitres qui permettent aux conducteurs de train d'avoir une bonne vue non seulement sur la voie devant eux, mais aussi sur leur gauche et leur droite. Les vitres des postes de conduite des locomotives sont également équipées de stores (EPC) pour occulter les postes de conduite ou pour protéger les conducteurs de train de la lumière solaire incidente qui pourrait les gêner pendant la conduite.

■ L'entreprise ferroviaire ne considère pas les lunettes de soleil comme un EPI imposé par la loi et n'assure plus la fourniture, le remboursement ou le contrôle du port de lunettes de soleil, mais considère l'utilisation de lunettes de soleil comme une « bonne pratique ».

■ Le DML ne comprend pas de règles internes pour l'utilisation de lunettes de soleil ou pare-soleil.

■ Le jour de l'accident, le conducteur de train n'a pas de lunettes de soleil sur lui. C'est la raison pour laquelle il se lève pendant la conduite pour baisser les stores. De ce fait, il ne peut plus voir le signal.

■ Le conducteur de train n'applique pas la règle SARES, qui lui impose de se concentrer exclusivement sur l'évitement d'un SPAD : en se levant, il n'est plus concentré sur l'évitement d'un SPAD.

Maîtrise 4 Train équipé d'un système de contrôle de la vitesse des trains.

■ La locomotive du train LZ70080 est équipée des systèmes d'aide à la conduite TBL1+ et Memor.

Maîtrise 5 Signal équipé d'un système de contrôle de la vitesse des trains.

■ Le signal S-W.9 est équipé du Memor/Crocodile (pas de TBL1+ ni d'ETCS).

Perte de contrôle 1 Le train ne s'arrête pas au signal fermé S-W.9.

Récupération 1 Un freinage automatique empêche le dépassement d'un signal fermé ou en limite les conséquences.

■ La ligne 10 est équipée de la TBL1+ et de l'ETCS1 jusqu'en amont du signal S-W.9. Le signal S-W.9 est équipé du Memor/crocodile. En cas de passage non autorisé à un signal fermé, le système crocodile ne transmet pas de signal au train. En l'absence d'un système de contrôle de la vitesse des trains adéquat, aucune intervention n'est possible pour faire arrêter le train.

Récupération 2 Le conducteur de train s'aperçoit de son erreur et arrête son train.

■ Le conducteur de train s'aperçoit de son erreur lorsqu'il voit la position du croisement et n'a pas le temps de freiner.

Événement Le train atteint le point dangereux, déraile sur le croisement et entre en collision latérale avec un autre train.

Mitigation 1 Capacité de résistance aux chocs de la locomotive.

Lors de la collision latérale, le poste de conduite est détruit, le conducteur de train reste indemne.

Mitigation 2 La capacité de résistance aux chocs des wagons-citernes empêche les fuites.

La collision entraîne le déraillement de 7 wagons-citernes. Une citerne se met à fuir pendant le déraillement. Comme les wagons-citernes sont vides mais pas nettoyés, la perte de chargement est limitée.

Mitigation 3 Une alarme GSM-R est envoyée et un nouvel accident est évité.

Le conducteur du train E49826 envoie une alarme GSM-R et informe le TC.

4.2.3. ANALYSE FACTEUR HUMAIN

4.2.3.1. ANALYSE FACTEUR HUMAIN CONDUCTEUR DE TRAIN

Pour les conducteurs de train qui connaissent les lignes, la gêne provoquée par le soleil bas n'est pas un événement soudain et imprévisible. Selon le lieu, l'heure et la saison, et en fonction des conditions météorologiques, ils savent quand le soleil bas peut être gênant. Anticiper cette gêne, par exemple en mettant à temps des lunettes de soleil, fait donc partie des règles de bon professionnalisme.

Le jour de l'accident, vers midi, le conducteur de train entame un second trajet d'Anvers rive gauche vers Anvers rive droite. Pendant le trajet sur la rive gauche, le conducteur de train est déjà gêné par le soleil bas. Comme il n'a pas de lunettes de soleil sur lui ce jour-là, il baisse les stores dans son poste de conduite. Pour baisser les stores situés à sa droite, il doit se lever et quitter son siège pendant quelques secondes.

Une fois dans le tunnel, le conducteur de train est gêné par les reflets dans les vitres du poste de conduite et remonte donc les stores. Pour ouvrir les stores situés à sa droite, il doit de nouveau se lever et quitter son siège pendant quelques secondes.

Pendant le trajet, le conducteur de train gère activement la vitesse du train. À 613 m en amont de la fin du tunnel, le conducteur de train réagit par anticipation à l'aspect restrictif du signal DL-W.9 : cet acquittement par anticipation peut être le signe qu'il est vigilant. À partir de ce moment-là, le conducteur de train doit suivre les règles SARES et il sait qu'il doit adapter la vitesse de son train afin de pouvoir s'arrêter au pied du signal suivant, le signal S-W.9.

Comme la vitesse du train est inférieure à 60 km/h (52,18 km/h) au passage du signal DL-W.9, et que le train s'engage sur une pente, le conducteur de train ne freine pas immédiatement, mais maintient la traction pour éviter que son train ne s'arrête trop tôt.

Après avoir passé le signal DL-W.9, le train quitte le tunnel et traverse une tranchée à ciel ouvert en pente ascendante qui fait une courbe. À la sortie de la courbe se trouve le signal fermé S-W.9. Lorsque le train quitte le tunnel, le conducteur de train sait qu'il aura le soleil droit dans les yeux à la fin de la courbe. Il ne porte pas de lunettes de soleil mais veut éviter d'être ébloui par le soleil. C'est pourquoi il baisse de nouveau les stores dans le poste de conduite.

En baissant les stores, le conducteur de train ne se concentre plus exclusivement sur l'évitement d'un SPAD, comme prévu par les règles SARES (immédiatement « *faire abstraction de tous les éléments susceptibles de le distraire (GSM, GSM-R, tablette, conversation dans le poste de conduite, ...)* »). Selon l'hypothèse retenue, le dépassement du signal S-W.9 est dû à une distraction du conducteur du train LZ70080.

Selon les hypothèses retenues, deux facteurs ont ensuite favorisé « l'oubli de l'aspect restrictif » :

- la configuration de la ligne sur le lieu de l'accident : d'une part, le conducteur est censé appliquer la procédure SARES à partir de 250 m en amont du signal restrictif DL-W.9. Les règles SARES supposent que le conducteur de train adapte sa vitesse à la baisse, mais d'un autre côté, le conducteur de train doit donner de la traction pour monter la pente afin d'atteindre le pied du signal S-W.9 ;
- selon ses déclarations, le conducteur de train n'a jamais été confronté à un signal fermé S-W.9 sur la pente après avoir quitté le tunnel jusqu'au jour de l'accident. Après avoir baissé les stores, le conducteur de train retombe dans les automatismes de la conduite au vert et donne de la traction pour remonter la pente.

Toujours selon les hypothèses retenues, deux facteurs ont également empêché le conducteur de train de rectifier son « oubli » à temps :

- en se levant dans le poste de conduite pour baisser les stores (élément de distraction), la lampe de vigilance dans le poste de conduite, la balise d'approche du signal S-W.9 et le signal S-W.9 disparaissent de son champ de vision ;
- en saluant le conducteur du train venant en sens inverse, il ne voit pas à temps la position des aiguilles du croisement en amont du signal S-W.9.

4.2.4. ANALYSE SGS

4.2.4.1. ANALYSE SGS - LES RÈGLES

L'entreprise ferroviaire

Le 4 mars 2020, l'entreprise ferroviaire organise une réunion REX. L'Organisme d'enquête fait les constatations suivantes :

- Problèmes de communication

La réunion REX accorde une grande attention aux problèmes de communication le jour de l'accident. L'Organisme d'enquête retient uniquement la constatation que l'ordre des wagons de marchandises dans le train ne correspond pas à l'ordre des wagons sur la liste des marchandises, ceci en raison d'un changement de front. Il va sans dire que la correspondance entre l'ordre des wagons de marchandises sur le terrain et l'ordre mentionné sur la liste des marchandises est extrêmement importante pour les services d'urgence.

- La Root Cause Analysis

L'entreprise ferroviaire procède à une « Root Cause Analysis » (RCA) des événements. Le/la REX/RCA ne permet pas de tirer des conclusions. Un affinement de la RCA permettrait peut-être de mieux comprendre les événements et d'ouvrir une discussion sur l'utilisation de stores ou de lunettes de soleil.

- Les règles SARES

Lors de la réunion REX, il est fait référence à l'application des règles SARES. Les règles SARES proprement dites ne font pas l'objet d'une discussion.

L'Organisme d'enquête constate que les règles SARES donnent des instructions claires en cas de rencontre d'un signal restrictif double jaune et attirent l'attention sur la gestion de la traction en fonction d'une pente : « *interrompre la traction (en fonction de la vitesse et/ou du besoin du moment en rapport notamment avec une pente)* ».

Les règles SARES ne peuvent évidemment pas couvrir tous les scénarios, mais elles pourraient peut-être attirer l'attention sur le « piège » que constitue une situation, comme à Walenhoek, où un train doit s'arrêter sur une pente positive à un signal fermé : le conducteur de train devra ajuster la vitesse de son train, par exemple en freinant, mais il devra peut-être aussi donner de la traction pour empêcher un arrêt prématuré du train sur la pente. Le conducteur de train risque alors de perdre de vue l'ordre initial (s'arrêter au pied du prochain signal fermé) du fait qu'il est (par exemple) distrait.

Le gestionnaire de l'infrastructure

Le dossier de sécurité de TUC RAIL fait référence à une analyse de risques dans laquelle TUC RAIL identifie le risque de collisions entre trains à la suite d'un dépassement de signal. L'introduction de l'ETCS/TBL1+ est prescrite comme mesure de limitation des risques et consiste en un échange d'informations permettant l'arrêt automatique d'un train en cas de dépassement d'un signal.

Pendant la construction, la « liaison ferroviaire du Liefkenshoek ligne 10 » est effectivement équipée de cette technologie ETCS/TBL1+, mais sur la voie A, le dernier signal sur la ligne 10 (signal S-W.9) n'est pas équipé de cette technologie, mais d'une technologie Memor/crocodile. De ce fait, la mesure de limitation des risques envisagée à la hauteur du croisement entre la L10 et la L11 n'est pas applicable car, avec la technologie Memor/Crocodile, aucune information n'est échangée qui permet l'immobilisation automatique d'un train en cas de dépassement d'un signal.

Pour la liaison ferroviaire du Liefkenshoek, TUC RAIL soumet un dossier de demande accompagné d'un dossier de sécurité au SSICF en 2013. Selon TUC RAIL, le dossier de sécurité couvre « *l'ensemble de la liaison ferroviaire* ». Une vérification fait apparaître que le signal S-W.9 fait effectivement partie du dossier de la liaison ferroviaire du Liefkenshoek, mais que le nouveau croisement n'en fait pas partie. Pour la migration de la L11 vers l'ETCS/TBL1+ (y compris le signal S-W.9), Infrabel soumettra un projet de dossier au SSICF en 2017.

La décision d'équiper ultérieurement le signal S-W.9 de l'ETCS/TBL1+ n'est mentionnée que dans les annexes³⁹ du dossier de sécurité (le signal S-W.9 « *est le premier signal qui n'est pas équipé de l'ETCS/TBL1+* »). En d'autres termes, le gestionnaire de l'infrastructure avait déjà prévu, lors de l'introduction de la demande de mise en service de la liaison ferroviaire du Liefkenshoek L10, que le signal S-W.9 serait équipé de la technologie EBP/PLP et ETCS/TBL1 +⁴⁰ à un stade ultérieur, c'est-à-dire lors de la migration de la L11 (mise en œuvre prévue en février 2021).

³⁹ « Fonction Contrôle des Trains ETCS LIAISON FERROVIAIRE DU LIEFKENSHOEK Exigences relatives au système », SI (TC,ETCSsys, L10 Liefkenshoek) SRS 1.3.docx 06/05/13

⁴⁰ En raison de la crise du coronavirus, ces travaux ont de nouveau dû être reportés.

La décision de ne pas équiper immédiatement le signal S-W.9 de la technologie ETCS/TBL1+ n'est remise en cause ni par Belgorail ni par le SSICF et est, du fait de l'octroi de l'autorisation par le SSICF, acceptée sans autre remarque. Le nouveau croisement ne figure pas non plus dans le dossier de sécurité et ne fait l'objet d'aucune remarque de l'AsBo ou du SSICF. La nécessité de mesures de mitigation (éventuellement temporaires) n'est donc pas examinée.

Le gestionnaire de l'infrastructure souligne que la décision d'équiper ultérieurement le signal S-W.9 de l'ETCS 1 FS/TBL1+ est conforme à la décision du Comité de direction du gestionnaire de l'infrastructure d'équiper en premier lieu les trajets qui sont parcourus par les TGV et qui ne sont pas équipés de l'EuroTBL1+, et ensuite les infrastructures destinées au trafic de marchandises en vue de se conformer aux orientations européennes. La décision du Comité de direction ne concerne strictement que la migration des lignes existantes vers l'ETCS.

En outre, Infrabel fait valoir que le signal S-W.9 ne fait pas partie du projet de la liaison ferroviaire de du Liefkenshoek, mais n'est qu'un élément de l'actuel Y.Walenhoek et que le marché relatif à l'installation du sous-système CCS⁴¹ de la liaison ferroviaire du Liefkenshoek a été attribué à Alstom, alors que la zone de transition, en ce compris le signal de couverture S-W.9 et le croisement, ne figurait pas dans le marché d'Alstom. En d'autres termes, le projet de la liaison ferroviaire du Liefkenshoek L10 est divisé en sous-projets, comprenant la nouvelle liaison ferroviaire du Liefkenshoek d'une part, et la migration de la L11 et de Y.Walenhoek vers l'ETCS/TBL1+ d'autre part.

Il ressort donc de l'analyse actuelle que la décision de ne pas équiper immédiatement le signal S-W.9 de la TBL1+/ETCS lors de la construction de la liaison ferroviaire du Liefkenshoek aurait dû faire l'objet d'une analyse de risques (distincte) préalable, comme le prévoit la réglementation européenne. La CSM SMS (i.e. (UE) 2018/762) précise au point 3.1.1.1. que « *L'organisation : a) recense et analyse tous les risques liés à l'exploitation, à l'organisation et aux aspects techniques correspondant au type, à l'ampleur et au domaine des activités de l'organisation. Ces risques comprennent ceux qui résultent des facteurs humains et organisationnels tels que la charge de travail, la conception du poste de travail, la fatigue ou l'adéquation des procédures, ainsi que des activités d'autres parties concernées.* »

4.3. CONCLUSIONS

4.3.1. CAUSE DIRECTE

Le 6 février 2020, le train LZ70080 franchit un signal fermé et déraile pendant le talonnage du prochain appareil de voie à aiguilles mobiles.

À la suite du déraillement, le train heurte latéralement un train venant en sens inverse.

La **cause directe** du déraillement du train LZ70080 est le dépassement, par le train, d'un signal fermé (SPAD).

Aucune recommandation

Le conducteur de train a suivi une formation de base, possède la connaissance nécessaire du matériel et des lignes et suit des formations permanentes. Il connaît la signification des aspects de la signalisation et les règles concernant leur respect et est au courant des gestes métiers qui sont attendus de lui.

4.3.2. FACTEUR INDIRECT - 1

Lorsque le conducteur de train aperçoit l'aspect restrictif du signal DL-W.9, il doit appliquer les règles SARES, c'est-à-dire « *immédiatement faire abstraction de tous les éléments susceptibles de le distraire et se concentrer exclusivement sur l'évitement d'un SPAD* ». Le conducteur de train doit « *interrompre la traction (en fonction de la vitesse et/ou du besoin du moment en rapport notamment avec une pente)* ».

Lorsque le train quitte le tunnel Antigone, il traverse un tunnel « cut and cover » et le conducteur de train fait progressivement face au soleil. Le jour de l'accident, le conducteur de train se lève dans son poste de conduite et baisse les stores. Le fait de baisser les stores est une « activité » qui distrait le conducteur de train de la tâche d'éviter un SPAD.

Le **premier facteur indirect** du déraillement est la distraction causée par la non-application des règles SARES après l'apparition d'un signal présentant un aspect restrictif.

Aucune recommandation

La problématique de la distraction est connue et fait l'objet d'un suivi par l'entreprise ferroviaire. À la suite du dépassement de signal, l'entreprise ferroviaire suit la procédure prévue (recyclage, examen, tests, ...). Le conducteur de train a également été invité à une discussion interne (réunion REX) et a partagé ses « expériences » avec des futurs collègues pendant leur formation.

4.3.3. FACTEUR INDIRECT - 2

Au printemps (en automne), le soleil bas peut gêner la vue des conducteurs de train sur les signaux. Le phénomène du soleil bas n'est pas un événement inattendu ou imprévisible, mais récurrent : chaque conducteur de train peut l'anticiper en prenant les précautions nécessaires par l'utilisation préventive de stores et/ou de lunettes de soleil, qu'il peut/doit avoir à portée de main comme équipement de protection individuelle.

En baissant les stores à temps et/ou en mettant des lunettes de soleil à temps, le conducteur de train aurait pu mieux se concentrer sur la prévention d'un SPAD.

Le deuxième facteur indirect est la non-utilisation, en temps utile, des stores et/ou des lunettes de soleil.

Aucune recommandation

L'utilisation des stores est une activité qui est susceptible de détourner l'attention des conducteurs de train et qui est déjà traitée par l'entreprise ferroviaire (voir les règles SARES).

4.3.4. FACTEUR INDIRECT - 3

Le train LZ70080 est équipé du Memor et de la TBL1+. La L10 est entièrement équipée de la technologie ETCS1 et TBL1+, à l'exception du signal S-W.9 qui est uniquement équipé de la technologie Memor/crocodile. Lorsqu'un train circule en Memor, il ne peut pas être arrêté automatiquement en cas de dépassement d'un signal.

Le **troisième facteur indirect** est l'absence d'un système d'arrêt au dernier signal en amont du croisement des lignes 10 et 11.

Aucune recommandation

Le gestionnaire de l'infrastructure agit conformément à l'autorisation de mise en service et a prévu le déploiement (partiel) de la TBL1+ et de l'ETCS 1 FS sur la ligne 11 pour 2021, y compris l'équipement du signal S-W.9 sur la L10⁴².

⁴² Au terme de l'enquête, la mise en œuvre a de nouveau été reportée à juin 2021 en raison de la crise du coronavirus.

4.3.5. FACTEUR SYSTÉMIQUE - 1

Le danger d'éblouissement par le soleil n'a pas été correctement identifié par l'entreprise ferroviaire.

Recommandation

Le SSICF doit veiller à ce que les utilisateurs de l'infrastructure soumettent le danger d'éblouissement du conducteur de train (dû au soleil) à une analyse de risques prouvant que les mesures appropriées de gestion des risques ont bien été prises.

4.3.6. FACTEUR SYSTÉMIQUE - 2

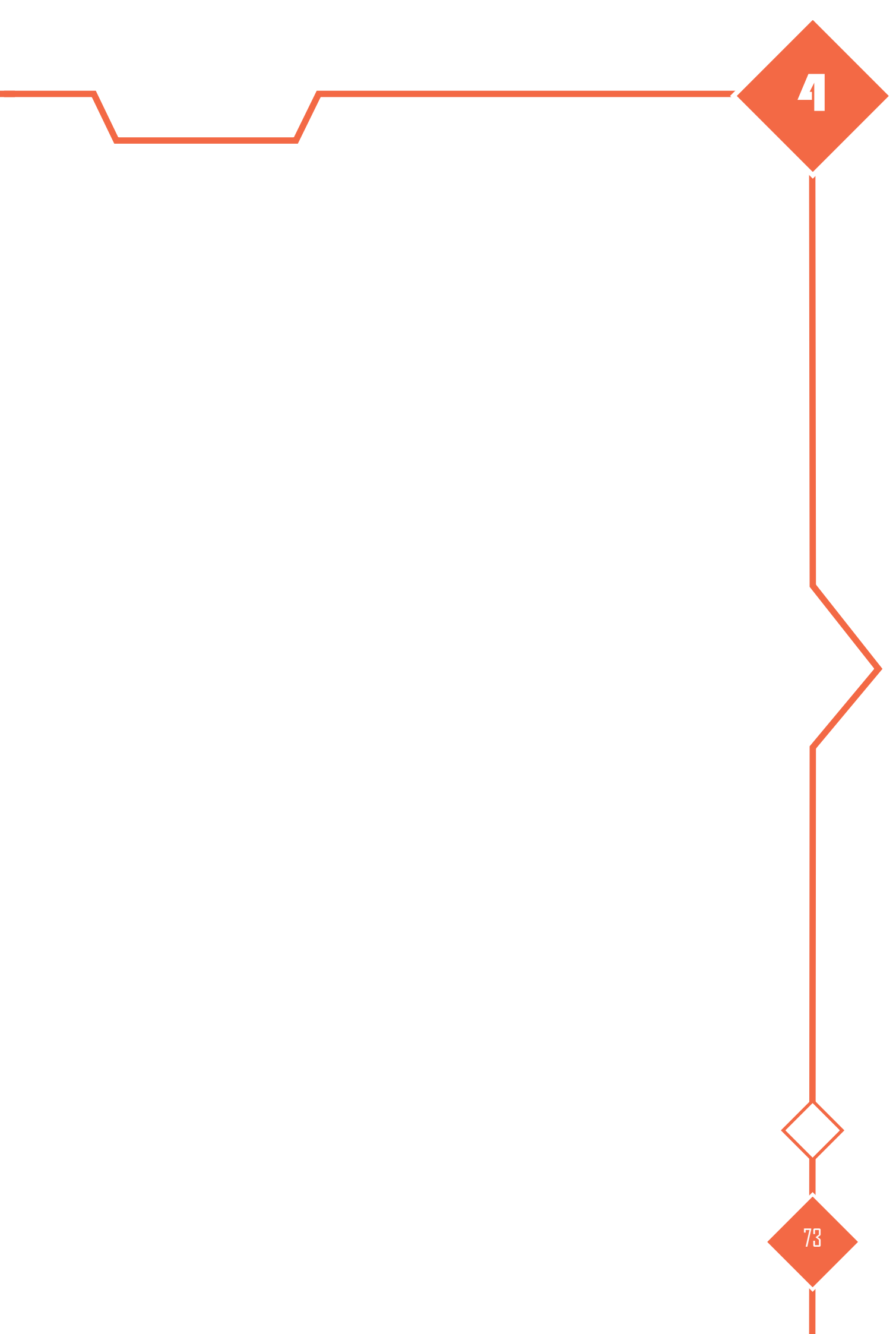
Le dossier de sécurité fait référence à une analyse de risques dans laquelle le risque de collisions entre trains à la suite d'un dépassement de signal est identifié. L'introduction de l'ETCS/TBL1+ est prescrite comme mesure de limitation des risques et consiste en un échange d'informations permettant l'arrêt automatique d'un train en cas de dépassement d'un signal.

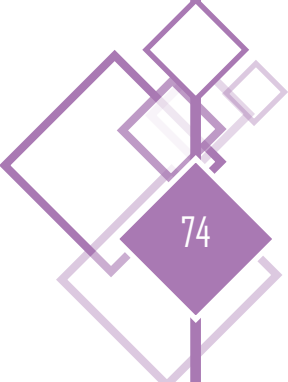
La décision d'équiper ultérieurement le signal S-W.9 (« *le premier signal non équipé de l'ETCS/TBL1+* ») de l'ETCS/TBL1+ n'est mentionnée que dans les annexes du dossier de sécurité. En d'autres termes, le gestionnaire de l'infrastructure avait déjà prévu, lors de l'introduction de la demande de mise en service de la liaison ferroviaire du Liefkenshoek L10, d'équiper ultérieurement, c'est-à-dire lors de la migration de la L11, le signal S-W.9 de la technologie EBP/PLP et ETCS/TBL1+ (réalisation prévue en février 2021).

La décision de ne pas équiper immédiatement le signal S-W.9 de l'ETCS/TBL1+ au moment de la construction de la nouvelle liaison ferroviaire a été prise sans procéder au préalable à une analyse de risques utilisant une méthode appropriée d'évaluation des risques pour le point dangereux concerné.

Recommandation

Le SSICF doit s'assurer que le gestionnaire de l'infrastructure soumette au préalable les décisions ayant un impact sur la sécurité à une analyse de risques reprenant les points dangereux sur lesquels un projet a une influence.





5. MESURES PRISES

5.1. LE GESTIONNAIRE DE L'INFRASTRUCTURE

2. Actieplan SPAD – Pijler 1

Actie 1.15 Seinen uitrusten met TBL1+

CONCEPT

Gezien de toename van het aantal potentieel gevaarlijke punten in 2019 en de context van Buizingen, werd aan Infrabel gevraagd om een lijst op te maken met seinen die bijkomend kunnen uitgerust worden met TBL1+.

STAND VAN ZAKEN

- ✓ Bijkomende seinen uitrusten met TBL1+ op lijn 11:
- In juni 2021 komt er ETCS waardoor reeds een aantal seinen op L11 dus ook TBL1+ zullen krijgen. Daarnaast werden er 9 bijkomende seinen geïdentificeerd op L11 die ook met TBL1+ zouden uitgerust worden. Het totaalpakket voor L11 met extra seinen TBL1+ zal tegen medio 2021 klaar zijn.

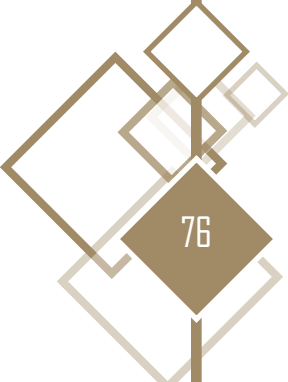
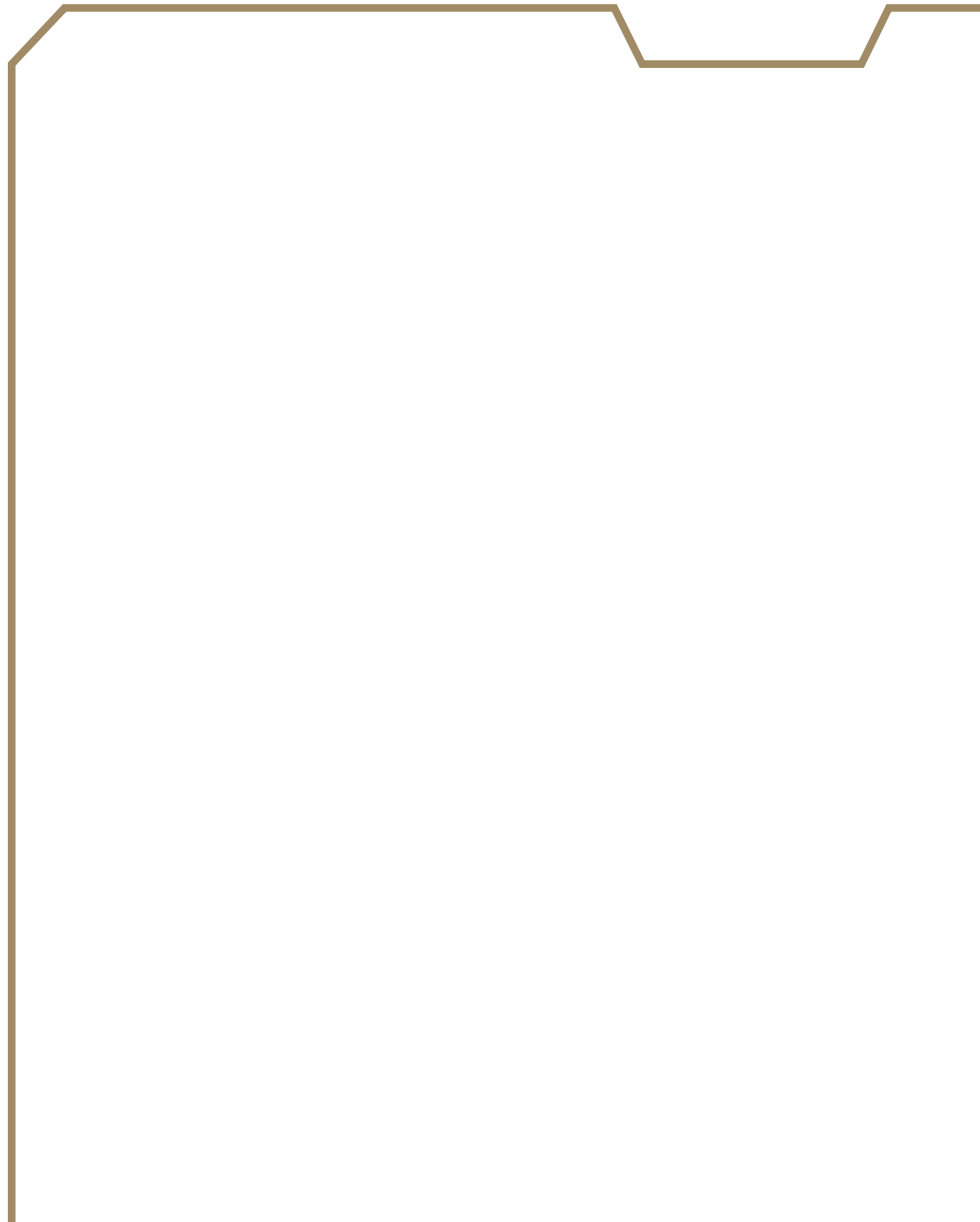
5.2. L'ENTREPRISE FERROVIAIRE

Conformément aux règles internes, l'entreprise ferroviaire organise une réunion REX le 4/3/2020 pour discuter du SPAD.

Dans le rapport de la réunion REX remis à l'Organisme d'enquête, les problèmes de communication interne et externe sont analysés avec le client. L'Organisme d'enquête ne s'étend pas sur ces problèmes de communication.

Le déroulement des événements du 6/2/2020 est également analysé dans le rapport :

- il est demandé au conducteur de train de partager ses expériences liées à l'incident avec une nouvelle classe (de futurs conducteurs de train). Dans ce cas, cet échange d'expériences remplace le « safety flash ». Un croquis de la situation a été réalisé pour les autres conducteurs de train. Le rapport décrit en outre comment le conducteur de train sera encadré et suivi ;
- une Root Cause Analysis (RCA) est effectuée, dans laquelle il est fait référence à « l'état défectueux d'un aiguillage », à « l'absence de position de protection de l'aiguillage » et au « profil de la ligne », sans plus de détails ;
- la RCA fait référence au « traitement erroné du double jaune » conjugué à une possible « distraction due aux stores ». Cependant, le rapport n'entre pas dans les détails au sujet des facteurs susceptibles d'être à la base du détournement de l'attention du conducteur de train.



6. RECOMMANDATIONS

Les recommandations en matière de sécurité formulées par l'Organisme d'Enquête sur les Accidents et Incidents Ferroviaires s'adressent aux parties concernées. Elles visent à améliorer ou maintenir la sécurité ferroviaire.

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

Les recommandations sont classées en 3 catégories :

- Recommandations liées aux causes de l'événement ;
 - causes directes ou immédiates ;
 - facteurs indirects ou sous-jacents (facteurs systémiques) ;
 - facteurs aggravants ;
- Recommandations relatives aux conséquences d'un événement.
Après la mise en œuvre des améliorations suite aux recommandations formulées, les conséquences d'un événement se produisant dans des circonstances similaires devraient selon toute vraisemblance être beaucoup moins lourdes.
- Recommandations concernant d'autres constatations
Ces constatations sont faites pendant l'enquête, mais n'ont aucun lien avec l'événement qui fait l'objet de l'enquête.

Le destinataire d'une recommandation est l'autorité de contrôle qui a des compétences sur certains acteurs. Pour le secteur ferroviaire, le destinataire est l'autorité nationale de sécurité, à savoir le SSICF.

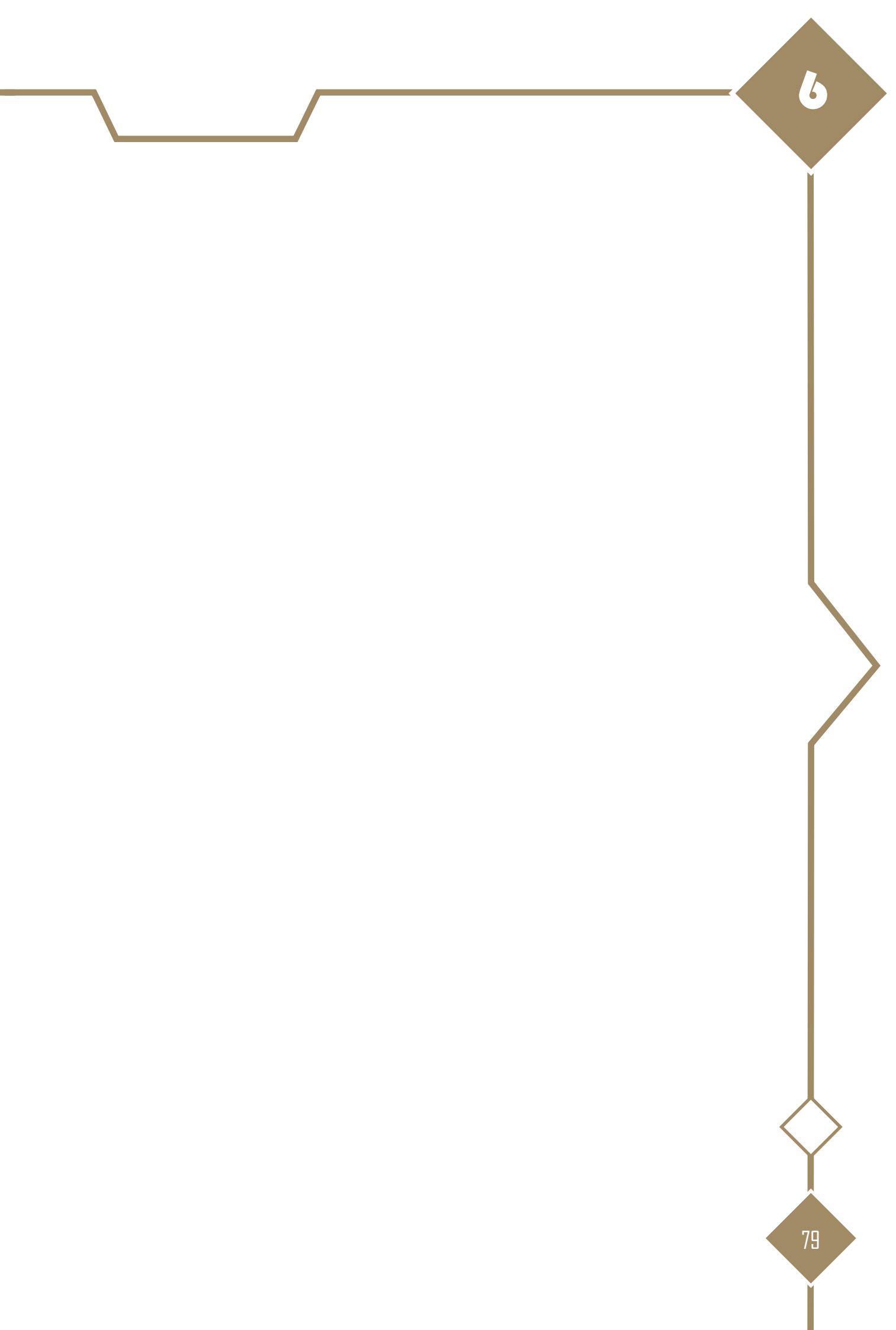
Lorsque les circonstances l'exigent (par exemple lorsque les acteurs concernés n'appartiennent pas au secteur ferroviaire), le destinataire est une autre autorité nationale ou internationale de contrôle.

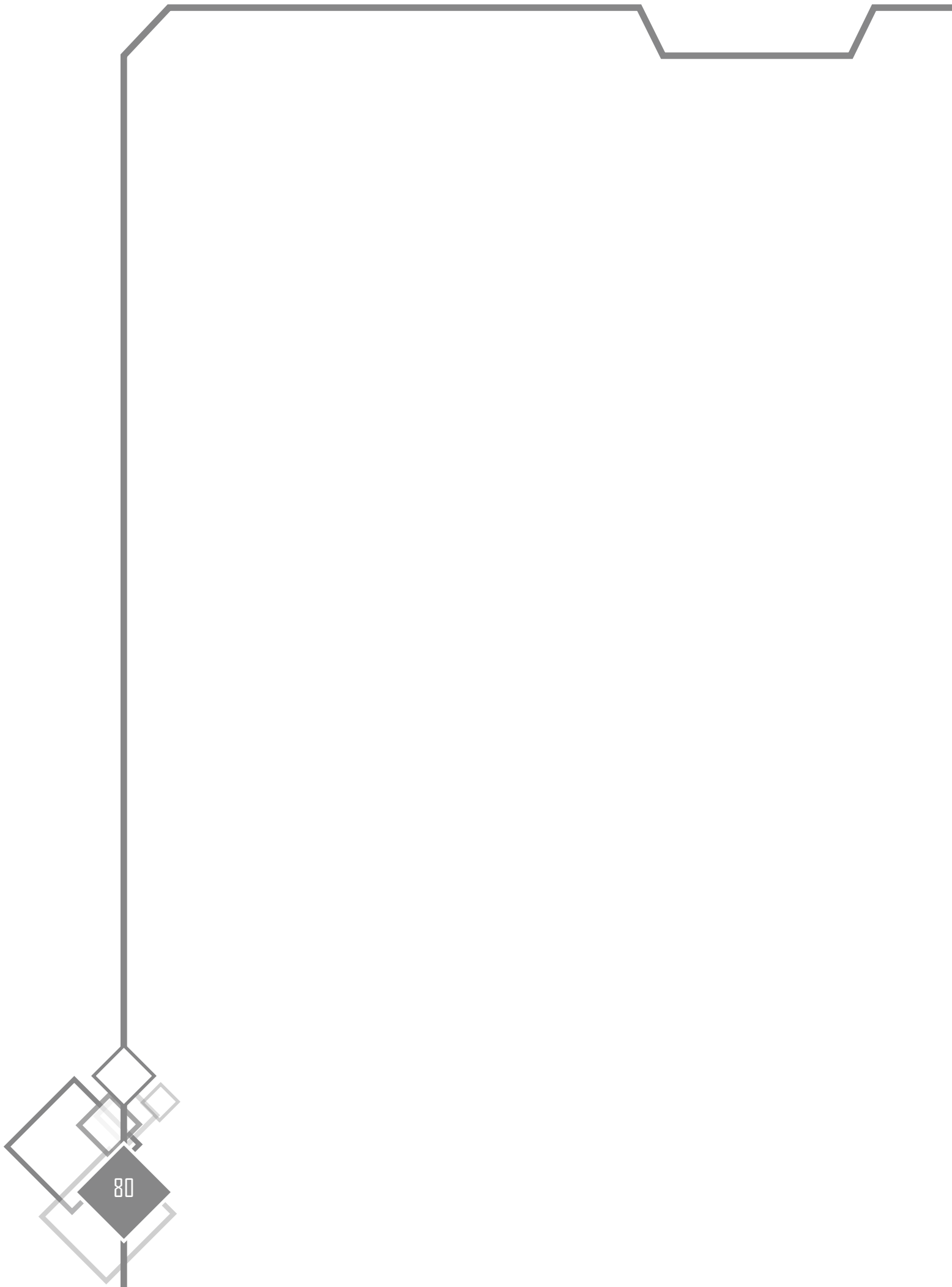
Suite aux recommandations formulées, des solutions (mesures, actions d'amélioration, innovations, ...) sont élaborées par les parties concernées relevant d'une autorité de contrôle.

Le suivi de la mise en œuvre de ces solutions en rapport avec la recommandation formulée relève de la compétence du destinataire (pour le secteur ferroviaire, le SSICF).

Si des mesures efficaces visant à améliorer la sécurité ont déjà été prises durant l'enquête, aucune recommandation ne doit être formulée et il suffit de mentionner les mesures prises dans le rapport.

<p>La cause directe du déraillement du train LZ70080 est le dépassement, par le train, d'un signal fermé (SPAD).</p>	<p>Aucune recommandation : le conducteur a suivi une formation de base et possède la connaissance nécessaire du matériel et des lignes et suit des formations permanentes. Il connaît la signification des aspects de la signalisation et les règles concernant leur respect et est au courant des gestes métiers qui sont attendus de lui.</p>
<p>Le premier facteur indirect du déraillement est la distraction causée par la non-application des règles SARES après l'apparition d'un signal présentant un aspect restrictif.</p>	<p>Aucune recommandation : la problématique de la distraction est connue et fait l'objet d'un suivi par l'entreprise ferroviaire.</p>
<p>Le deuxième facteur indirect est la non-utilisation, en temps utile, des stores et/ou des lunettes de soleil.</p>	<p>Aucune recommandation : l'utilisation des stores est une activité qui est susceptible de détourner l'attention des conducteurs de train et qui est déjà traitée par l'entreprise ferroviaire (voir les règles SARES).</p>
<p>Le troisième facteur indirect est l'absence d'un système d'arrêt au dernier signal en amont du croisement des lignes 10 et 11.</p>	<p>Aucune recommandation : le gestionnaire de l'infrastructure agit conformément à l'autorisation de mise en service et a prévu le déploiement (partiel) de la TBL1+ et de l'ETCS_FS sur la ligne 11 pour 2021, y compris l'équipement du signal S-W.9 sur la L10.</p>
<p>Facteur systémique - 1 Le danger d'éblouissement par le soleil n'a pas été correctement identifié par l'entreprise ferroviaire.</p>	<p>Recommandation Le SSICF doit veiller à ce que les utilisateurs de l'infrastructure soumettent le danger d'éblouissement du conducteur de train (dû au soleil) à une analyse de risques prouvant que les mesures appropriées de gestion des risques ont bien été prises.</p>
<p>Facteur systémique - 2 La décision de ne pas équiper immédiatement le signal S-W.9 de l'ETCS/TBL1+ au moment de la construction de la nouvelle liaison ferroviaire a été prise sans procéder au préalable à une analyse de risques utilisant une méthode appropriée d'évaluation des risques pour le point dangereux concerné.</p>	<p>Recommandation Le SSICF doit s'assurer que le gestionnaire de l'infrastructure soumette au préalable les décisions ayant un impact sur la sécurité à une analyse de risques reprenant les points dangereux sur lesquels un projet a une influence.</p>





7. ANNEXES

Annexe 1 : Le crocodile

Le système « brosse-crocodile » a été développé pendant l'entre-deux guerres et installé progressivement sur une grande partie du réseau à partir des années trente, à la suite de plusieurs accidents ferroviaires importants.

Le système fonctionne par un contact physique entre des lamelles métalliques dans la voie (appelées « crocodile » - voir photo ci-dessous) et une brosse métallique sous le train (qui détecte la présence ou l'absence de tension sur le crocodile). Le crocodile est un appareil situé entre les deux rails de la voie qui aide le conducteur à retenir et à respecter les indications fournies par un signal ou un panneau. Il se compose d'un patin en acier, de deux mètres de long environ, sur lequel vient frotter une brosse fixée sous le châssis des engins moteurs. Il y a, entre le crocodile et le rail le plus proche, une différence de potentiel dont la polarité dépend de l'aspect affiché par le signal concerné. Cette différence de potentiel actionne un appareil installé à bord des engins de traction.



Annexe 2 : Matrice de sécurité

Les critères suivants sont utilisés pour calculer le risque :

Score	Description	Gravité (Bien-être au travail et Sécurité d'exploitation)
1	Très faible	Blessure légère sans incapacité de travail temporaire
2	Faible	Plusieurs blessures légères. Incapacité de travail de 1 à 3 jours
3	Modéré	Incapacité de travail > 3 jours avec de graves séquelles
4	Considérable	Menace de mort d'une personne
5	Grande	Menace de mort de plusieurs personnes (> 1 à 5 équivalents morts)
6	Très grande	Menace de mort de plusieurs personnes (> 5 à 25 équivalents morts)
7	Catastrophique	Menace de mort de plusieurs personnes (> 25 équivalents morts)

ou

Score	Description	Gravité (Finance)
1	Très faible	$x \leq 24.000$ euro
2	Faible	$24.000 \text{ euro} > x \leq 120.000$ euro
3	Modéré	$120.000 \text{ euro} > x \leq 600.000$ euro
4	Considérable	$600.000 \text{ euro} > x \leq 3.000.000$ euro
5	Grande	$3.000.000 \text{ euro} > x \leq 15.000.000$ euro
6	Très grande	$15.000.000 \text{ euro} > x \leq 75.000.000$ euro
7	Catastrophique	$x > 75.000.000$ euro

Les critères suivants sont utilisés pour calculer la fréquence :

C'est une matrice 6x7 où l'échelle de fréquence contient 6 valeurs d'échelle possibles :

- 1: moins de tous les 125 ans ;
- 2: entre tous les 125 ans (excl.) et tous les 25 ans ;
- 3: entre tous les 25 ans (excl.) et tous les 5 ans ;
- 4: entre tous les 5 ans (excl.) et annuellement ;
- 5: entre 1 (excl.) et 5 fois par an ;
- 6: plus de 5 fois par an.

Source : RGE 102 Méthodologie : Gestion des risques opérationnels; p21

Sur la base des tableaux ci-dessus, le gestionnaire de l'infrastructure détermine un score qui figure dans la matrice des risques ci-dessous.

		GRAVITE						
		1	2	3	4	5	6	7
FREQUENCE	6	7	8	9	10	11	12	13
	5	6	7	8	9	10	11	12
	4	5	6	7	8	9	10	11
	3	4	5	6	7	8	9	10
	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	3	4	5	6	7	8

En fonction du score, le gestionnaire de l'infrastructure prévoit les actions à entreprendre :

Niveau de risque	Action
10 ≤	Niveau de risque inacceptable : étudiez si d'autres systèmes ou techniques avec un niveau de risque moins élevé sont possibles; si ceci n'est pas le cas effectuez une analyse de risque détaillé afin d'identifier des mesures pour réduire le niveau de risque au moins à un niveau tolérable.
8 – 9	Niveau de risque élevé : tolérable uniquement moyennant la présence de mesures de réduction de risques et si une réduction de risque plus poussée est difficilement exécutable (à démontrer par une analyse coûts-bénéfices documentée)
6 – 7	Niveau de risque modéré : tolérable moyennant la présence des mesures de réduction de risque; la sélection des mesures est basée sur l'avis d'expert.
≤ 5	Faible niveau de risque : généralement acceptable. des mesures complémentaires ne sont pas exigées.

Figure 5: Définition des zones de risque dans la matrice d'évaluation des risques

Source : RGE 102 (p23);

Annexe 3 Safe Integration

Article 15 de la Directive 2008/57/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 2008 relative à l'interopérabilité du système ferroviaire au sein de la Communauté :

« Les États membres doivent prendre toutes les mesures appropriées pour que les sous-systèmes de nature structurelle constitutifs du système ferroviaire ne puissent être mis en service que s'ils sont conçus, construits et installés de façon à satisfaire aux exigences essentielles les concernant, lorsqu'ils sont intégrés dans le système ferroviaire. En particulier, les États membres doivent vérifier la compatibilité technique de ces sous-systèmes avec le système ferroviaire dans lequel ils s'intègrent ainsi que l'intégration en toute sécurité de ces sous-systèmes conformément au présent règlement. »

Annexe III Exigences essentielles

2. Exigences particulières à chaque sous-système

...

2.3. Contrôle-commande et signalisation

2.3.1. Sécurité

Les installations et les opérations de contrôle-commande et de signalisation utilisées doivent permettre une circulation des trains présentant le niveau de sécurité correspondant aux objectifs fixés sur le réseau. Les systèmes de contrôle-commande et de signalisation doivent continuer à permettre la circulation en toute sécurité des trains autorisés à rouler en situation dégradée spécifiée.

RÈGLEMENT (UE) No 1169/2010 DE LA COMMISSION du 10 décembre 2010 relatif à une méthode de sécurité commune pour l'évaluation de la conformité aux exigences pour l'obtention d'un agrément de sécurité ferroviaire

Annexe II

U. SÉCURITÉ DE L'INFRASTRUCTURE FERROVIAIRE AU NIVEAU DE L'EXPLOITATION (1)

- U.1 Il existe des procédures permettant de garantir que l'infrastructure est gérée et exploitée de manière sûre, compte tenu du nombre, du type et de la taille des exploitants offrant des services sur le réseau, y compris toutes les interactions nécessaires, en fonction de la complexité de l'exploitation.
- U.2 Il existe des procédures qui montrent comment la sécurité est gérée aux frontières physiques et/ou opérationnelles de l'infrastructure.
- U.3 Il existe des procédures qui montrent comment la coopération et la coordination sont gérées concrètement, que ce soit dans les situations normales ou dans les cas d'urgence.
- U.4 Il existe des procédures qui montrent que les règles pertinentes pour l'exploitation et la gestion en toute sécurité des interfaces infrastructure/véhicule ont été répertoriées par le demandeur et qu'il est en mesure de s'y conformer.

1.e	Collision entre deux trains par rattrapage	- Erreur ou panne dans la signalisation	HZL_0085	PHA130	ETCS niveau 1 et TBL1+ , (utilisation en fonction des équipements de matériel roulant)
		- Panne technique du matériel roulant	HZL_0004	PHA005	Signalisation (ETCS, signaux latéraux, EBP) développée conformément à la STI (SIL 4, ...)
		- Mauvaise interprétation d'un ordre en raison de problèmes linguistiques	HZL_0084	PHA129	Signaux desservis aux extrémités du tunnel
		- Procédure d'exploitation inhabituelle pour le conducteur	HZL_0009	PHA011	Formation périodique et contrôles médicaux du personnel
		- Erreur d'un signaleur ou du conducteur en raison d'un manque de routine (situation exceptionnelle)	HZL_0059	PHA104	Signaux latéraux permissifs intermittents (= desservis) dans le tunnel
		- Le conducteur ignore un signal d'arrêt en exploitation normale	HZL_0057	PHA102	Condition d'autorisation MR : ETCS n1 ou TBL1+, éventuellement en association avec des restrictions de vitesse
1.f	Collision entre deux trains par prise en écharpe	--> Pas d'aiguillage dans cette section			Contrairement à ce qui est repris, il y a bien des aiguillages ou des croisements aux extrémités de la L10 LHSV
1.g	Collision frontale entre deux trains	- Le conducteur ignore un signal d'arrêt en exploitation normale	HZL_0085	PHA130	ETCS niveau 1 et TBL1+ , (utilisation en fonction des équipements de matériel roulant)
		- Erreur ou panne dans la signalisation	HZL_0004	PHA005	Signalisation (ETCS, signaux latéraux, EBP) développée conformément à la STI (SIL 4, ...)
		- Panne technique du matériel roulant	HZL_0009	PHA011	Formation périodique et contrôles médicaux du personnel
		- Signaux peu clairs	HZL_0057	PHA102	Condition d'autorisation MR : ETCS n1 ou TBL1+, éventuellement en association avec des restrictions de vitesse
			HZL_0083	PHA128	Évaluation de l'utilisation du mode « Reversing » en ETCS : le conducteur est autorisé à évacuer le convoi en marche arrière hors du tunnel.
			HZL_1573 HZL_1574 HZL_1575		Design et implantation de la signalisation conformément aux codes pratiques en vigueur

1.h	Collision avec un train croiseur	<ul style="list-style-type: none"> - Espace libre entre les voies (entraxe) insuffisant cas de déraillement sur l'autre voie - Panne technique du matériel roulant - Chargement du train de marchandises hors gabarit 	HZL_0010	PHA012	Étude correcte et réalisation de haute qualité de la voie
			HZL_0011	PHA013	Entraxe minimal des voies dans les parties à double voie = 4,80 m, avec cloison là où c'est possible
			HZL_0012	PHA014	Entretien préventif du MR
			HZL_0013	PHA015	Mesures de protection prises par le conducteur du train déraillé
			HZL_0060	PHA105	Détection de boîte chaude sur le réseau (localisation permettant d'arrêter un convoi avant le tunnel)
			HZL_0056	PHA101	Procéder à une évaluation de la nécessité de contre-rails dans le complexe du tunnel
			HZL_0061	PHA106	Inspection visuelle du chargement, des fixations et des portes avant le départ du convoi
			HZL_0059	PHA104	Signaux latéraux permissifs intermittents (= desservis) dans le tunnel
1.i	Collision entre deux trains sur un viaduc	--> pas de viaduc dans cette section			

1.j	Collision avec un objet étranger	- Matériel abandonné dans la voie en raison d'une erreur humaine ou de règles de travail inappropriées	HZL_0014	PHA016	Procédure et instructions de travail (procédures pour les personnes dans la voie & libération de la voie)
		- Une partie fixe de l'infrastructure a été déplacée ou est détachée en raison d'une erreur de conception, ou du vieillissement et de l'usure	HZL_0015	PHA017	Détection de certains objets étrangers au moyen des circuits de voie
		- Perte de chargement d'un véhicule à la suite d'un accident sur un ouvrage d'art supérieur	HZL_0016	PHA018	Règles générales de conception et tolérances pour les infrastructures et les tunnels
		- Acte de vandalisme	HZL_0017	PHA019	Inspections périodiques des infrastructures et des équipements
		- Intrusion d'un véhicule après un accident de la circulation sur un ouvrage d'art supérieur	HZL_0018	PHA020	Résistance structurelle des locomotives (vitres frontales normalisées, impact des collisions)
		- Chargement d'un train de marchandises déplacé, ou porte de chargement ouverte d'un(e) benne/wagon en raison d'une erreur humaine	HZL_0019	PHA021	Engager une réduction de vitesse en cas de détection d'un incident de sécurité
		- Matériel roulant en dérive sur la voie en raison d'une panne technique	HZL_0005	PHA006	Clôture autour des zones dangereuses / parties ouvertes (pont-bac / entrée du tunnel)
			HZL_0007	PHA008	Détection des intrusions aux extrémités du tunnel
			HZL_0011	PHA013	Entraxe minimal des voies dans les parties à double voie = 4,80 m, avec cloison là où c'est possible
			HZL_0020	PHA022	Matériel roulant avec système de freinage (de stationnement) conforme UIC
			HZL_0021	PHA023	Détection de la présence/absence de matériel roulant via les circuits de voie
			HZL_0085	PHA130	ETCS niveau 1 et TBL1+, (utilisation en fonction des équipements de matériel roulant)
			HZL_0022	PHA024	Procédures de manœuvre
			HZL_0062	PHA107	New Jerseys le long de la voie publique à la hauteur des ponts-bacs
			HZL_0058	PHA103	Détection des intrusions à la hauteur de la partie ouverte dans le complexe de tunnels
			HZL_0061	PHA106	Inspection visuelle du chargement, des fixations et des portes avant le départ du convoi
			HZL_0063	PHA108	Contrôle du centre de gravité du chargement avant le départ du convoi
			HZL_0064	PHA109	Vérification du gabarit avant le départ du convoi

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

