

Rapport d'Enquête de Sécurité

Échappement d'un train de voyageurs Mechelen - 24/05/2024

TABLE DES VERSIONS DU RAPPORT

Numéro de la version	Sujet de révision	Date
1.0	Première version	28/07/2025

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

TABLE DES MATIÈRES

Glossaire	4
1. RÉSUMÉ	6
2. L'ENQUÊTE ET SON CONTEXTE	10
2.1. La décision d'ouvrir une enquête	10
2.2. Composition de l'équipe d'enquête	10
2.3. Parties concernées	10
2.4. Processus de communication	10
2.5. Conduite de l'enquête	11
3. DESCRIPTION DU FAIT SURVENU	12
3.1. Fait survenu et informations générales	12
3.1.1. Description de l'événement	12
3.1.2. Description du site	12
3.1.3. Travaux réalisés sur le site ou à proximité de l'incident	13
3.1.4. Pertes humaines, blessés et dommages matériels	13
3.1.5. Entreprises et personnels concernés	13
3.1.6. Matériel roulant	14
3.1.7. Description de l'infrastructure	18
3.1.8. Description du système de signalisation	19
3.1.9. Déclenchement du plan d'urgence ferroviaire et sa chaîne d'événements	21
3.2. Facteurs humains et organisationnels	22
3.2.1. Caractéristiques humaines et individuelles	22
3.2.2. Facteurs liés au poste	22
3.2.3. Facteurs organisationnels	24
3.3. Description factuelle des événements	27
3.4. Faits survenus antérieurs de nature comparable	27
4. ANALYSE DU FAIT SURVENU ET DES FACTEURS CONTRIBUTIFS	28
4.1. Analyse du fonctionnement et des dysfonctionnements des principes de sécurité / barrières associées à la situation opérationnelle	28
4.1.1. Méthode de dynamique du système	28
4.1.2. Identification des principes de sécurité	29
5. CONCLUSIONS	32
5.1. Résumé de l'analyse et des conclusions	32
5.1.1. Facteur causal	32
5.1.2. Facteurs contributifs	32
5.1.3. Facteurs systémiques	33
5.2. Les mesures prises depuis le fait survenu	34
5.2.1. SNCB	34
5.2.2. Infrabel	34
6. RECOMMANDATIONS	36

GLOSSAIRE

AM	Automotrice
CC	Cabine de conduite
CFA	Conduite de Frein Automatique
CT	Conducteur de train
DOBMI	Detectie/Détection Ontijdige Beweging Mouvement Intempestif
EBP	Poste de Commande électronique
ECM	Entité en Charge de la Maintenance
ETCS	European Train Control System
GF	(attelage) Georg Fischer
GSM-R	GSM for Railways
HLP	Haut-le-pied
HLT	Handboek Livret Treinbestuurders
kV	Kilovolts
OEAIF	Organisme d'Enquête sur les Accidents et Incidents Ferroviaires
PSS	Plan Schématique de Signalisation
RDEI	Règlementation et Documentation pour l'Exploitation de l'Infrastructure
(Répartiteur) ES	(Répartiteur) Elektrische Spanning
REX	Return on experience
RTS	Realtime Train Supervisor
SNCB	Société Nationale des Chemins de fer Belges
SSICF	Service de Sécurité et d'Interoperabilité des Chemins de Fer



1. RÉSUMÉ

À 09 h 09, le train de voyageurs E3458 arrive à la gare de Mechelen sur le quai 5 avec un retard de cinq minutes. À bord, il y a un chef de bord et deux conducteurs de train : l'un des conducteurs conduit le train E3458 et l'autre voyage en tant que passager (« haut le pied »). Le train de voyageurs E3458 se compose de deux automotrices : l'AM931 (en tête) et l'AM902.

En raison de problèmes de caténaire à Bruxelles-Schuman, des changements ont lieu en temps réel. Par conséquent, le service de train entre Mechelen et Bruxelles-Luxembourg est modifié, nécessitant un désaccouplement du train E3458 en E3480 (automotrice 902) et E3481 (automotrice 931).

Le départ du train E3480 de la gare de Mechelen est prévu pour 09 h 12. L'horaire modifié entraîne le fait que le conducteur de l'E3481, qui part une heure plus tard, procédera au désaccouplement. Pendant la manœuvre du désaccouplement, l'autre conducteur de train se trouve sur le quai à Mechelen. Le chef de bord est à bord de l'AM931.

Le conducteur de train se trouvant dans la cabine de conduite de l'AM931 effectue une première tentative de désaccouplement. Comme cette première tentative échoue, il en fait une deuxième. La deuxième tentative de désaccouplement réussit (les deux automotrices sont séparées), mais pendant cette manœuvre de désaccouplement, vers 9 h 13, l'automotrice 902 s'échappe en direction de Muizen, avec, à son bord, une trentaine de passagers sans personnel de l'entreprise ferroviaire. Le conducteur du train qui se trouve sur le quai donne l'alerte avec son GSM de service et le Central Dispatch est informé.

L'automotrice échappée talonne un aiguillage sur la voie B de la ligne 53. Après qu'un voyageur du train ait actionné le signal d'alarme, le train de voyageurs s'immobilise.



À moins d'un kilomètre de là, le train de marchandises E48514 circule sur la même voie. Le conducteur du train reçoit un appel d'urgence du Central Dispatch via GSM-R, lui demandant d'effectuer un freinage d'urgence et de quitter immédiatement la cabine de conduite.

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

La cause immédiate de l'échappement réside dans la conjonction de l'absence de freinage de l'automotrice durant le désaccouplement et de la voie en pente.

Un facteur contributif est la discordance entre les actions réalisées et les procédures prescrites.

En raison de problèmes de caténaire à Bruxelles-Schuman, le trafic ferroviaire a été perturbé et le service a donc subi des changements. De tels changements inattendus peuvent entraîner des délais serrés pour les conducteurs de train.

En raison d'un défaut de câblage, la lampe d'accouplement dans le poste de conduite ne s'allume pas. La lampe de désaccouplement a fonctionné correctement, mais n'a pas attiré suffisamment l'attention du conducteur du train.

Après l'échec de la première tentative de désaccouplement, la procédure pour une seconde tentative n'a pas été appliquée.

À la suite de la première tentative de désaccouplement, le conducteur du train désactive la cabine de conduite. Cette action n'est pas prévue dans la procédure de désaccouplement dans le *manuel des conducteurs de train* (HLT). En temps normal, la pression de l'air dans la conduite de frein automatique (CFA) diminue et la voiture est freinée. Cependant, en raison d'une erreur de câblage dans l'AM902, cela ne se produit pas. La pression de la conduite du frein automatique (CFA) demeure à 5 bars et les freins restent desserrés.

Le conducteur du train qui effectue le désaccouplement n'a pas mis en route sa radio GSM-R et ne peut donc pas envoyer d'alarme par GSM-R au moment de l'échappement. Son GSM de service n'est pas non plus enclenché, ce qui retarde l'envoi de l'alarme initiale. L'alarme est déclenchée par le second conducteur de train sur le quai, avec son GSM de service, après quoi le Central Dispatch envoie un appel d'alarme via GSM-R.

Un facteur contributif est le fonctionnement anormal de l'automotrice à cause de défauts de câblage.

En raison d'un défaut de câblage, la conduite de frein automatique (CFA) n'est pas vidée lorsque la cabine de conduite est désactivée, empêchant les freins de l'automotrice de s'activer. Cette anomalie passe inaperçue.

En outre, la lampe d'accouplement ne fonctionne pas en raison d'un défaut de câblage, ce qui signifie qu'il n'y a pas de confirmation visuelle que les deux automotrices sont toujours accouplées. De plus, le conducteur du train n'a pas de perception visuelle de la lampe de désaccouplement qui permette de s'assurer que le désaccouplement s'est bien déroulé. Le désaccouplement se poursuit sans confirmation visuelle de l'allumage de la lampe de désaccouplement.

Un facteur systémique est que les risques associés aux changements d'horaire n'ont pas été suffisamment gérés dans le cadre du processus de désaccouplement.

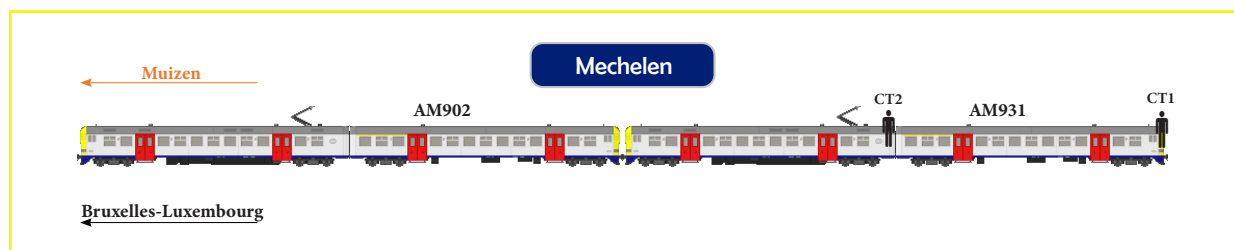
Le changement d'horaire n'a pas été planifié à l'avance et les risques potentiels n'en ont pas été évalués. Les conducteurs de train se sont donc retrouvés dans une situation où ils doivent effectuer des actions qui n'ont pas été décrites de manière procédurale : le désaccouplement est effectué par un autre conducteur de train, à partir d'un poste de conduite différent, et l'automotrice doit ensuite partir dans un sens différent de celui décrit dans le *manuel des conducteurs de train* (HLT).

L'OEAIIF recommande au SSICF de veiller à ce que la SNCB élabore tous les scénarios réalistement prévisibles pour l'exécution sûre d'un désaccouplement, y compris ce qui peut se produire en cas de changement d'horaire. Pour chaque scénario identifié, la SNCB évalue et documente les risques.

Un facteur systémique est que le *manuel des conducteurs de train* (HLT) et le *manuel des accompagnateurs de train* ne sont pas alignés, ce qui entraîne des attentes différentes quant à la répartition du travail dans les opérations conjointes.

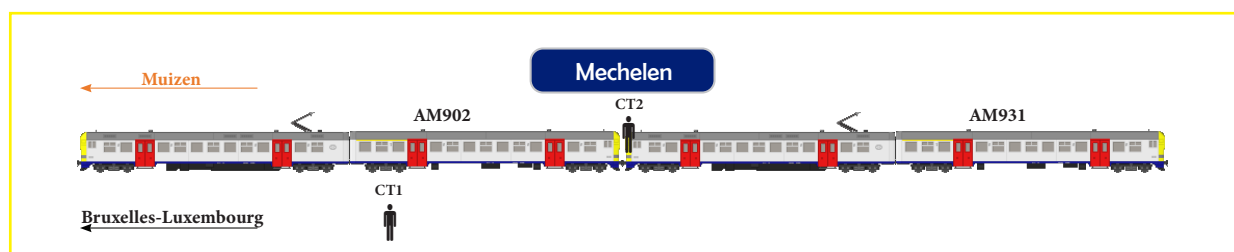
Le livret HLT est incomplet et laisse place à l'interprétation. La procédure de désaccouplement appliquée le jour de l'incident n'est pas prescrite dans le *manuel des conducteurs de train* (HLT) car ces circonstances spécifiques n'y figurent pas. Le livret HLT ne prévoit pas, dans la procédure de désaccouplement rapide, de situation où la partie de tête ne roule plus dans sa direction initiale (celle d'avant le désaccouplement).

La situation d'avant le désaccouplement à l'arrivée à Mechelen :



CT1 : le conducteur du train arrivant à Mechelen avec le convoi allait partir avec l'AM902 après le désaccouplement.
CT2 : le conducteur du train effectuant le désaccouplement allait partir une heure plus tard avec l'AM931.

La situation lorsque le désaccouplement est effectué :



Il convient d'ajouter que le *manuel de l'accompagnateur de train* ne mentionne pas explicitement les mêmes exigences pour le rôle du chef de bord. Ces lignes directrices non harmonisées entre les manuels créent une ambiguïté quant aux responsabilités du personnel de bord lors d'opérations partagées.

L'OEAIF recommande au SSICF de veiller à ce que la SNCB harmonise le contenu du *manuel du conducteur de train* (HLT) et celui du *manuel de l'accompagnateur de train*.

Un facteur systémique est le fait que des irrégularités dans le câblage de l'automotrice n'ont pas été identifiées pendant la maintenance et lors du contrôle qui suit la maintenance.

Les défauts de câblage de l'automotrice passent inaperçus lors de la maintenance du matériel roulant avant l'incident.

L'OEAIF recommande que l'ECM SNCB Technics vérifie, lors de la maintenance du matériel roulant, le bon fonctionnement des pièces concernées par cette maintenance avant la remise en service, afin que les anomalies techniques soient identifiées à temps.



2. L'ENQUÊTE ET SON CONTEXTE

2.1. LA DÉCISION D'OUVRIR UNE ENQUÊTE

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

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

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

2.2. COMPOSITION DE L'ÉQUIPE D'ENQUÊTE

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

2.3. PARTIES CONCERNÉES

Organisme d'appartenance	Rôle
Infrabel	Assistance documentaire, logistique, technique
SNCB	Assistance documentaire, logistique, technique
Service de Sécurité et d'Interopérabilité des Chemins de Fer (SSICF)	Expertise technique et réglementaire, assistance documentaire

2.4. PROCESSUS DE COMMUNICATION

Le Central Dispatch du gestionnaire de l'infrastructure Infrabel informe l'enquêteur de garde, après quoi deux enquêteurs de l'OEAF se rendent sur le site de l'incident pour procéder aux premières constatations et recueillir les premières informations.

L'OEAF assiste à l'inspection du matériel roulant quelques jours après l'incident. L'OEAF organise ensuite une réunion d'échange avec Infrabel, la SNCB et le SSICF. Après cette réunion, Infrabel et la SNCB fournissent les informations complémentaires demandées.

L'Organisme d'Enquête rédige un projet de rapport d'enquête qui est soumis aux parties concernées pour relecture. Cette consultation n'a pas pour but de modifier le rapport produit par l'OEAF mais de permettre aux parties concernées de réagir et de commenter le projet de rapport, notamment en relevant des inexactitudes ou des erreurs factuelles. Les parties concernées sont ensuite informées de la suite donnée à leurs observations.

2.5. CONDUITE DE L'ENQUÊTE

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

L'enquête de sécurité concerne les éléments suivants :

- le déroulement de l'incident ;
- les circonstances opérationnelles ;
- le matériel roulant concerné et les inspections techniques qui y ont été réalisées ;
- la réglementation et la documentation du gestionnaire de l'infrastructure et de l'entreprise ferroviaire ;
- l'analyse des facteurs qui ont contribué à l'incident.

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

3. DESCRIPTION DU FAIT SURVENU

3.1. FAIT SURVENU ET INFORMATIONS GÉNÉRALES

3.1.1. DESCRIPTION DE L'ÉVÉNEMENT

Le vendredi 24 mai 2024, à 09h09, le train de voyageurs E3458¹ arrive à la gare de Mechelen sur le quai 5 (flèches bleues) avec un retard de cinq minutes. Ce train est composé de deux automotrices qui doivent être exceptionnellement désaccouplées pour former les deux trains de voyageurs E3480 et E3481.

Vers 09h13, l'automotrice AM902 s'échappe du quai 5 lors de cette manœuvre de désaccouplement (flèches orange), sans qu'il y ait du personnel de l'entreprise ferroviaire à bord. L'automotrice échappée, qui compte une trentaine de voyageurs à bord, talonne un aiguillage sur la voie B de la ligne 53. Après qu'un voyageur du train a actionné le signal d'alarme, le train de voyageurs échappé s'immobilise.

À moins d'un kilomètre de là, le train de marchandises E48514² se trouve sur la même voie (flèches vertes). Le conducteur de train reçoit un appel d'urgence du Central Dispatch via GSM-R lui enjoignant d'effectuer un freinage d'urgence et de quitter immédiatement la cabine de conduite.



Google Earth

3.1.2. DESCRIPTION DU SITE

3.1.2.1. RÉFÉRENCES GÉOGRAPHIQUES

Mechelen se situe dans la province d'Antwerpen, au sud du chef-lieu Antwerpen.

3.1.2.2. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Le temps est pluvieux au moment de l'incident. La visibilité est supérieure à 200 mètres.



¹ Train de voyageurs E3458 (Bruxelles-Luxembourg – Mechelen) de la SNCB.

² Train de marchandises E48514 (Piacenza – Montzen – Zeebrugge Faisceau-Ramskapelle) de Crossrail Benelux.

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

Il n'y a pas de travaux sur le site ou à proximité de l'incident.

3.1.4. PERTES HUMAINES, BLESSÉS ET DOMMAGES MATÉRIELS

3.1.4.1. VICTIMES

Aucune victime n'est à déplorer.

3.1.4.2. DÉGÂTS AU MATÉRIEL ROULANT

Aucun dommage n'a été constaté sur le matériel roulant.

3.1.4.3. DÉGÂTS À L'INFRASTRUCTURE

L'aiguillage 10BN est endommagé : il a été talonné et des réparations sont nécessaires.

3.1.4.4. AUTRES CONSÉQUENCES

D'après les informations fournies, l'incident a eu les conséquences suivantes sur le trafic ferroviaire :

- 5 trains internationaux sont supprimés et 22 trains internationaux sont retardés pour une durée totale de 119 minutes.
- 14 trains de marchandises sont retardés pour une durée totale de 1067 minutes.
- 57 trains de voyageurs sont (partiellement) supprimés et 239 trains de voyageurs sont retardés pour une durée totale de 1572 minutes.

3.1.5. ENTREPRISES ET PERSONNELS CONCERNÉS

3.1.5.1. LE GESTIONNAIRE DE L'INFRASTRUCTURE INFRABEL

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

La zone où s'est produit l'incident est gérée par la cabine de signalisation de Mechelen, bloc 5 (area Nord-Est).

3.1.5.2. L'ENTREPRISE FERROVIAIRE SNCB

En tant que transporteur ou opérateur, la Société Nationale des Chemins de fer Belges (SNCB) organise et commercialise le trafic ferroviaire pour les voyageurs. La SNCB est également le gestionnaire des gares en collaboration avec Infrabel.

3.1.5.3. L'ECM SNCB

En tant qu'ECM³, SNCB Technics est responsable de l'entretien et de la rénovation de son propre matériel roulant.

³ Entité chargée de l'entretien : une entité chargée de l'entretien d'un véhicule et inscrite en tant que telle dans le Registre national des véhicules.

3.1.6. MATÉRIEL ROULANT

3.1.6.1. TRAIN E3458

Mouvement E3458

Le jour de l'incident, le train de voyageurs E3458 démarre de Bruxelles-Luxembourg à 08h08 (retard de trois minutes) et arrive à Mechelen à 09h09 (retard de cinq minutes).

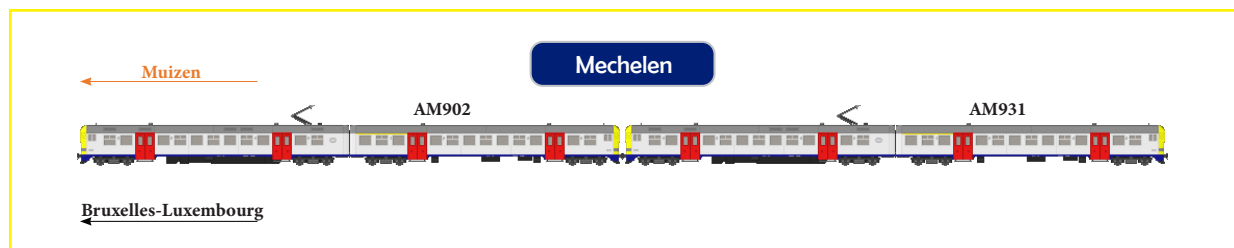
En raison de problèmes à la caténaire à Bruxelles-Schuman, l'horaire du train de voyageurs et les fiches de prestation des conducteurs de train sont modifiés. Le trajet du train E3458 vers Mechelen est effectué par un autre conducteur que celui initialement prévu. À Vilvoorde, un autre conducteur de train prend le relais et poursuit le trajet vers Mechelen. Ce conducteur de train assure également le trajet suivant entre Mechelen et Bruxelles-Luxembourg. Selon le planning modifié, un autre conducteur de train, partant une heure plus tard de Mechelen, se chargera du désaccouplement.

Matériel roulant E3458

À Mechelen, il est prévu, suite à des modifications apportées en temps réel à l'horaire, de scinder le train E3458 en deux trains de voyageurs, les trains E3480 et E3481, qui assureront tous deux la liaison entre Mechelen et Bruxelles-Luxembourg. Le départ du train de voyageurs E3480 est prévu à 09h12 (trois minutes après l'arrivée du train E3458). Quant au train de voyageurs E3481, il partira une heure plus tard, à 10h12.

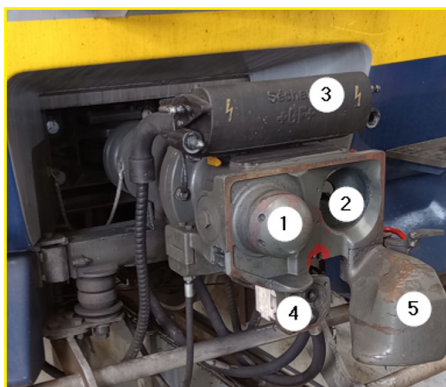
Le train E3458 est composé de deux automotrices AM86 « Sprinter » (931 (tête) + 902). Il s'agit d'automotrices doubles fonctionnant en 3kV. Elles ont été conçues pour pouvoir rouler dans les deux sens, avec une cabine de conduite à chaque extrémité.

Après le désaccouplement du train de voyageurs E3458, le trajet du train E3480 sera effectué avec l'AM902 (l'automotrice qui s'échappera ultérieurement). L'AM931 assurera le trajet du train E3481. Le désaccouplement du train E3458 est effectué à partir de l'AM931.



Coupleur GF

Chaque extrémité de l'automotrice est équipée d'un dispositif d'accouplement totalement automatique (coupleur Georg Fischer ou GF) qui permet l'accouplement mécanique et pneumatique avec d'autres types d'automotrices équipées d'un coupleur GF compatible (à l'exception de l'AM96). Pour les automotrices du même type, le coupleur GF assure l'accouplement mécanique, pneumatique et électrique.



Légende :

- ① Partie sphérique
- ② Partie "concave" accueillant la sphère du coupleur de l'autre automotrice
- ③ Boîtiers contenant les contacteurs électriques (s'ouvrent lors de l'accouplement)
- ④ Buses pour les circuits pneumatiques
- ⑤ Eléments de guidage et d'alignement intervenant lors de l'accouplement

Le coupleur GF des AM86 est automatique, permettant, sans aucune intervention d'un agent extérieur supplémentaire :

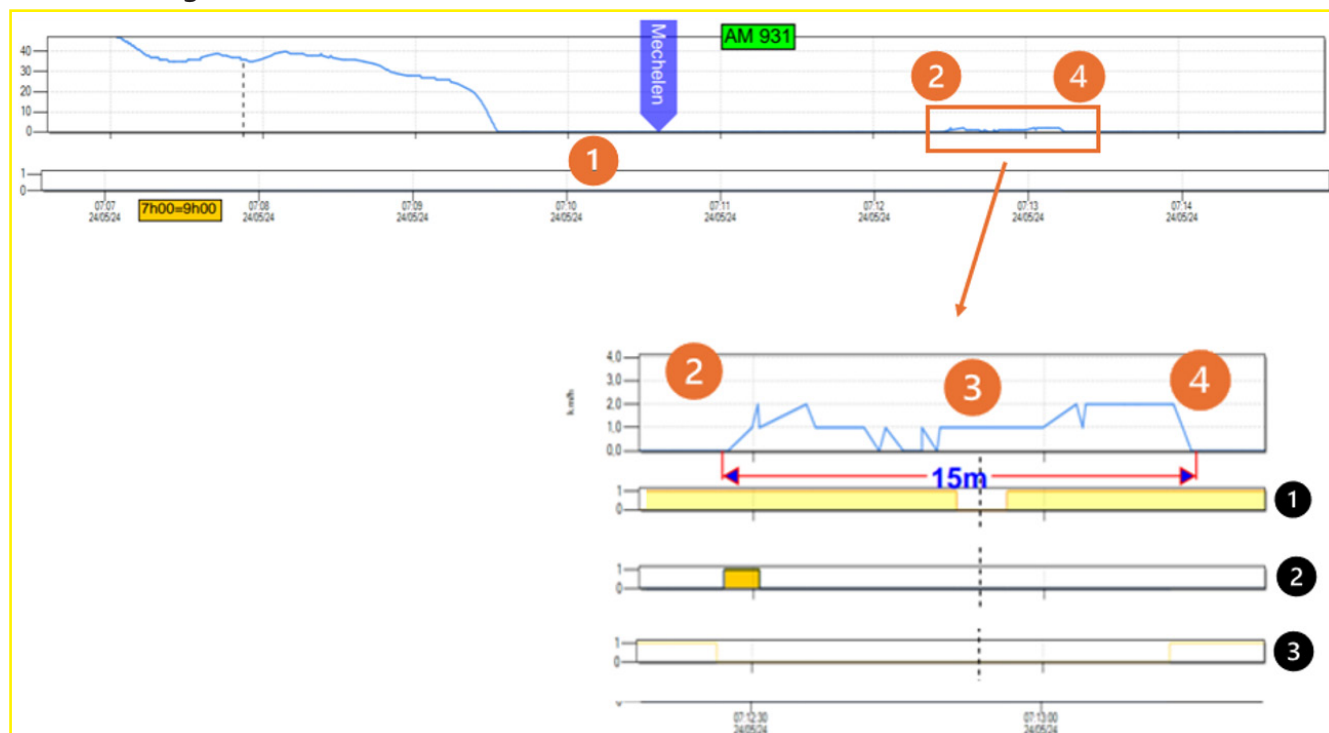
- d'accrocher 2 rames mécaniquement ;
- de réaliser simultanément l'accouplement des liaisons pneumatiques et électriques.

Le processus de désaccouplement

Selon la procédure de désaccouplement de deux automotrices AM86, celles-ci doivent être à l'état freiné. Puis, le désaccouplement se fait de manière électrique, pneumatique et mécanique. Les freins sont ensuite desserrés sur une des automotrices, qui effectue un mouvement vers l'arrière pour séparer physiquement les deux automotrices. L'autre automotrice reste à l'état freiné et ne bouge pas pendant le désaccouplement.

3.1.6.2. DONNÉES ENREGISTRÉES À BORD DU TRAIN E3458

Données enregistrées à bord de l'AM931



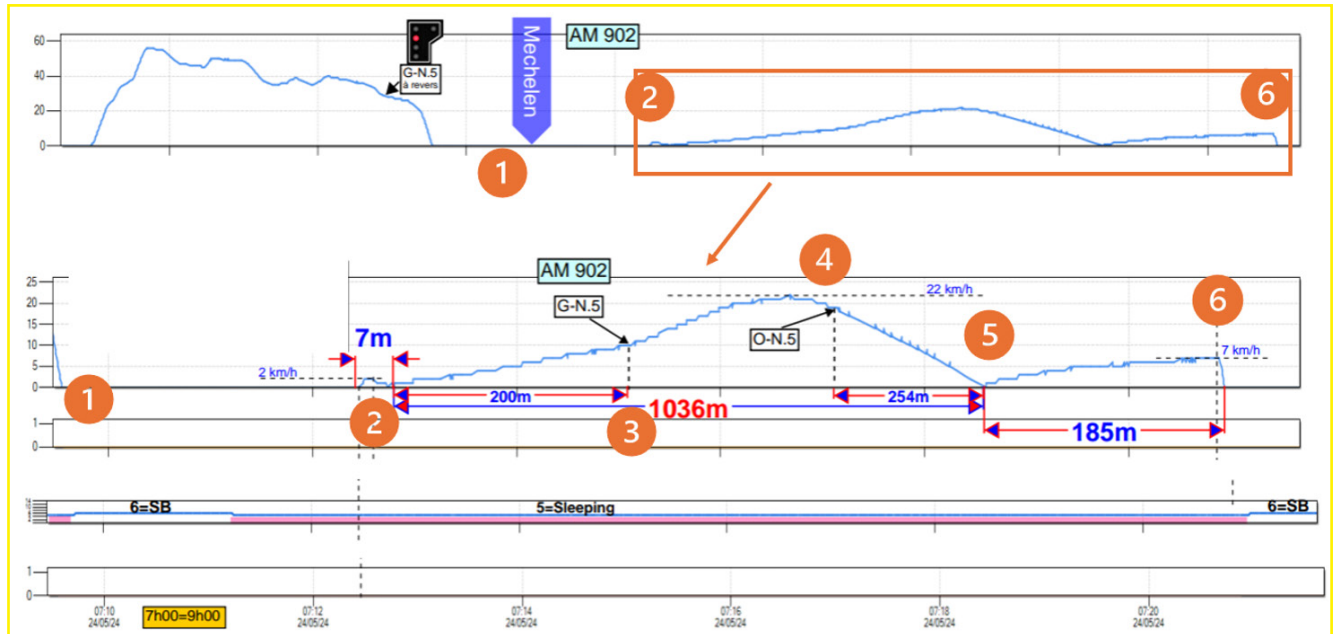
Ligne ❶ : enregistrement d'une cabine de conduite active.

Ligne ❷ : enregistrement de la traction donnée.

Ligne ❸ : enregistrement du freinage de service donné.

- (1) Le train E3458 arrive au quai 5 à Mechelen.
- (2) La première tentative de désaccouplement est lancée. Pour ce faire, le conducteur de train appuie sur le bouton-poussoir et la pédale de désaccouplement pour désaccoupler les automotrices (non enregistré dans les données d'analyse du trajet). Le conducteur de train desserre d'abord les freins à l'aide du manipulateur traction-freinage, puis met ce dernier en mode traction (ligne ❷). Le graphique montre que l'AM931 effectue un mouvement vers l'arrière à une vitesse comprise entre 1 et 2 km/h. Au même moment, l'AM902 effectue le même mouvement à une vitesse de 1 à 2 km/h (voir l'analyse du trajet de l'AM902 ci-dessous).
- (3) La première tentative de désaccouplement échoue, après quoi une deuxième tentative de désaccouplement est entreprise. Pour ce faire, le conducteur de train désactive sa cabine de conduite puis la réactive (ligne ❶). Les freins restent desserrés et le train est encore en mouvement à ce moment, à une vitesse de 1 à 2 km/h en direction de Muizen. Le conducteur de train appuie une deuxième fois sur le bouton-poussoir et la pédale de désaccouplement (non enregistré sur le graphique). Après la deuxième tentative de désaccouplement, les deux automotrices AM902 et AM931 sont bel et bien désaccouplées.
- (4) Le conducteur de train effectue un freinage de service (ligne ❸) et immobilise son automotrice. L'AM931 a parcouru 15 mètres entre la première tentative de désaccouplement (2) et l'arrêt.

Données enregistrées à bord de l'AM902



- (1) L'AM902 est à l'arrêt et à l'état freiné sur le quai 5 à Mechelen.
- (2) Dans l'AM931, le conducteur de train desserre d'abord les freins à l'aide du manipulateur traction-freinage, puis met ce dernier en mode traction. Il en résulte un mouvement des deux automotrices en direction de Bruxelles-Luxembourg. La vitesse retombe à 0 km/h. Là, le mouvement s'arrête en raison de la pente de la voie, puis la vitesse augmente à nouveau pour atteindre 1 à 2 km/h. C'est là que commence le mouvement en direction de Muizen (voir (2) dans l'analyse du trajet de l'AM931 plus haut). À ce moment, dans la cabine de conduite de l'AM931, le conducteur de train appuie une deuxième fois sur le bouton-poussoir et la pédale de désaccouplement (non enregistré sur le graphique). Alors que les deux automotrices sont en mouvement, elles sont désaccouplées. Après le désaccouplement, le conducteur de train immobilise l'AM931 en effectuant un freinage de service, tandis que l'AM902 continue à s'éloigner sur la voie en pente descendante et prend de la vitesse.
- (3) L'automotrice échappée franchit le signal G-N.5, situé à l'extrémité du quai 5. À ce moment, l'AM902 a parcouru 200 mètres. La voie est en pente descendante en direction de Muizen et l'automotrice échappée prend de la vitesse.
- (4) La vitesse maximale atteinte par l'automotrice échappée durant l'échappement est de 22 km/h.
- (5) La vitesse de l'automotrice échappée diminue et l'AM902 finit par s'arrêter. Entre (2) et ce point, le train a parcouru 1036 mètres.
- (6) Après qu'un voyageur du train a actionné le signal d'alarme à bord, l'automotrice s'arrête. L'automotrice a encore parcouru 185 mètres en direction de Mechelen.

Les données de l'analyse du trajet montrent que l'automotrice 902 était toujours en mode « sleeping » en raison de l'accouplement avec l'AM931.

Constatation : au moment du désaccouplement, les deux automotrices étaient en mouvement et les freins étaient desserrés.

3.1.6.3. INSPECTION TECHNIQUE DU TRAIN E3458 APRÈS L'INCIDENT

NB : La CFA⁴ est une conduite alimentée en air comprimé qui parcourt toute la rame et qui assure le système de freinage. La pression dans la CFA peut être portée à 5 bars, ce qui desserre les freins de la rame. Après avoir actionné le robinet de frein ou lorsque la cabine de conduite est désactivée, la pression dans la CFA tombe en dessous de 5 bars et la rame se retrouve à l'état freiné. Une fois que la pression dans la CFA atteint de nouveau 5 bars, les freins se desserrent de nouveau.

Suite à l'expertise post-incident, les constatations suivantes ont pu être faites concernant l'automotrice 902 échappée :

- En raison d'un défaut dans le câblage de l'AM902, la pression dans la CFA ne baisse pas lorsque l'AM est accouplée à une autre automotrice de type AM86, telle que l'AM931, lors de la désactivation de la cabine de conduite. La pression dans la CFA reste de 5 bars, si bien que l'automotrice n'est pas freinée.
- En raison d'un défaut dans le câblage de l'AM902, la lampe d'accouplement n'est pas allumée dans l'AM931.

Selon l'analyse effectuée par l'entreprise ferroviaire, l'origine des défauts dans le câblage n'est pas claire.

En outre, l'expertise technique a permis de comprendre pourquoi l'ETCS⁵ n'a pas permis d'arrêter l'automotrice 902. Comme l'AM902 est accouplée à l'AM931, l'AM902 est automatiquement en mode « sleeping ». L'ETCS est en mode « sleeping » pendant l'échappement, si bien qu'aucun dispositif de surveillance de l'arrêt n'est activé au moment où l'automotrice se met inopinément en mouvement. Lorsque l'ETCS est en mode « stand-by », le système de sécurité vérifie que le train reste à l'arrêt. L'ETCS peut passer du mode « sleeping » au mode « stand-by » lorsque :

- soit la cabine de conduite est active ;
- soit plus aucun signal « sleeping » n'est reçu et le train est à l'arrêt.

Vu que le désaccouplement est réalisé alors que les deux automotrices sont en mouvement, il n'est pas satisfait à la condition « et le train est à l'arrêt ». Le passage en mode « stand-by » ne peut pas être réalisé et, par conséquent, l'ETCS n'active pas le dispositif de surveillance de l'arrêt pour arrêter automatiquement le train en cas d'échappement.

Constatation : en ce qui concerne le désaccouplement, deux manquements techniques sont constatés au niveau de l'AM902.

3.1.6.4. TRAIN DE MARCHANDISES E48514

Le train E48514 est un train de marchandises de l'entreprise ferroviaire Crossrail Benelux ; il roule de Piacenza à Zeebrugge-Bundel-Ramskapelle sur la voie B de la ligne 53. De ce fait, le train E48514 roule en direction de l'automotrice échappée et il y a un risque de collision frontale entre les deux trains. Le Central Dispatch envoie une alarme GSM-R pour arrêter tout le trafic ferroviaire présent dans la zone d'appel. Le train E48514 s'arrête à 110 mètres en amont du signal BX413.

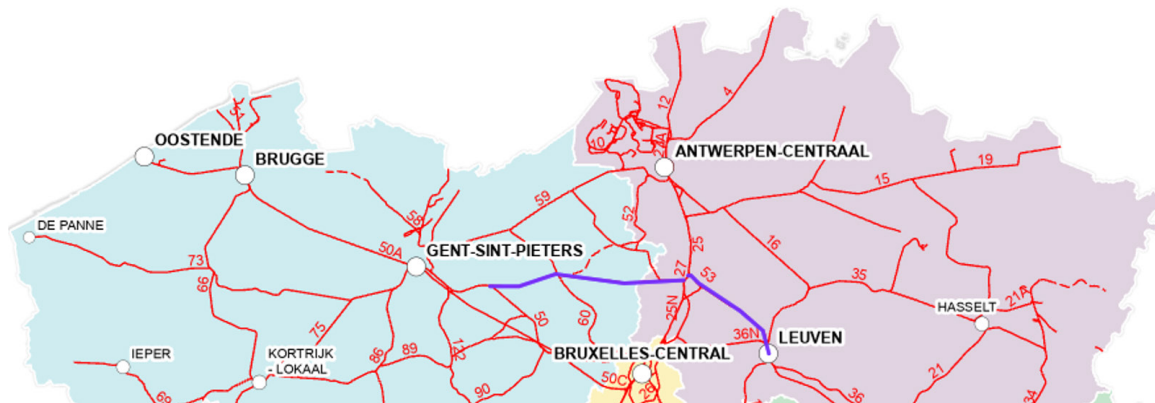
⁴ CFA : Conduite du Frein Automatique.

⁵ ETCS : European Train Control System, un système de sécurité automatique européen.

3.1.7. DESCRIPTION DE L'INFRASTRUCTURE

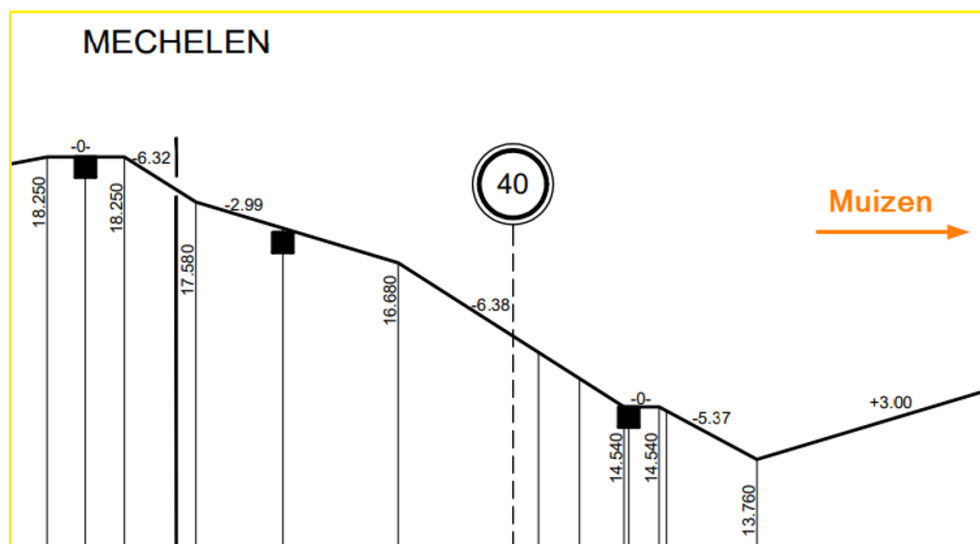
3.1.7.1. LIGNE 53

La ligne 53 est la ligne électrifiée à deux voies entre Leuven et Schellebelle. La vitesse de référence de cette ligne est de 140 km/h entre Leuven et Mechelen et 120 km/h entre Mechelen et Schellebelle.



Ligne 53 (source : Infrabel)

À Mechelen, la ligne 53 est en pente descendante vers Muizen.



Profil de longueur de la ligne 53 à Mechelen (source : Infrabel)

La différence de hauteur entre le point le plus haut de la gare de Mechelen (18.250) et le point le plus bas (13.760) est de 4,49 mètres.

3.1.7.2. LA GARE DE MECHELEN

La gare de Mechelen comprend 12 voies le long des lignes ferroviaires 53, 27, 25 et 25N. La longueur du quai 5 à Mechelen est de 370 mètres.

3.1.8. DESCRIPTION DU SYSTÈME DE SIGNALISATION

3.1.8.1. LE SIGNAL G-N.5

Le signal G-N.5 est un grand signal d'arrêt desservi installé à l'extrémité du quai 5. En entrant dans la gare de Mechelen, le train E3458 a franchi ce signal par l'arrière. Lorsque l'AM902 s'est échappée et a franchi le signal G-N.5, ce signal présentait un aspect rouge.

3.1.8.2. LE SIGNAL O-N.5

Le signal O-N.5 est un grand signal d'arrêt desservi sur la voie B de la ligne 53. L'automotrice échappée s'est arrêtée en aval du signal O-N.5.

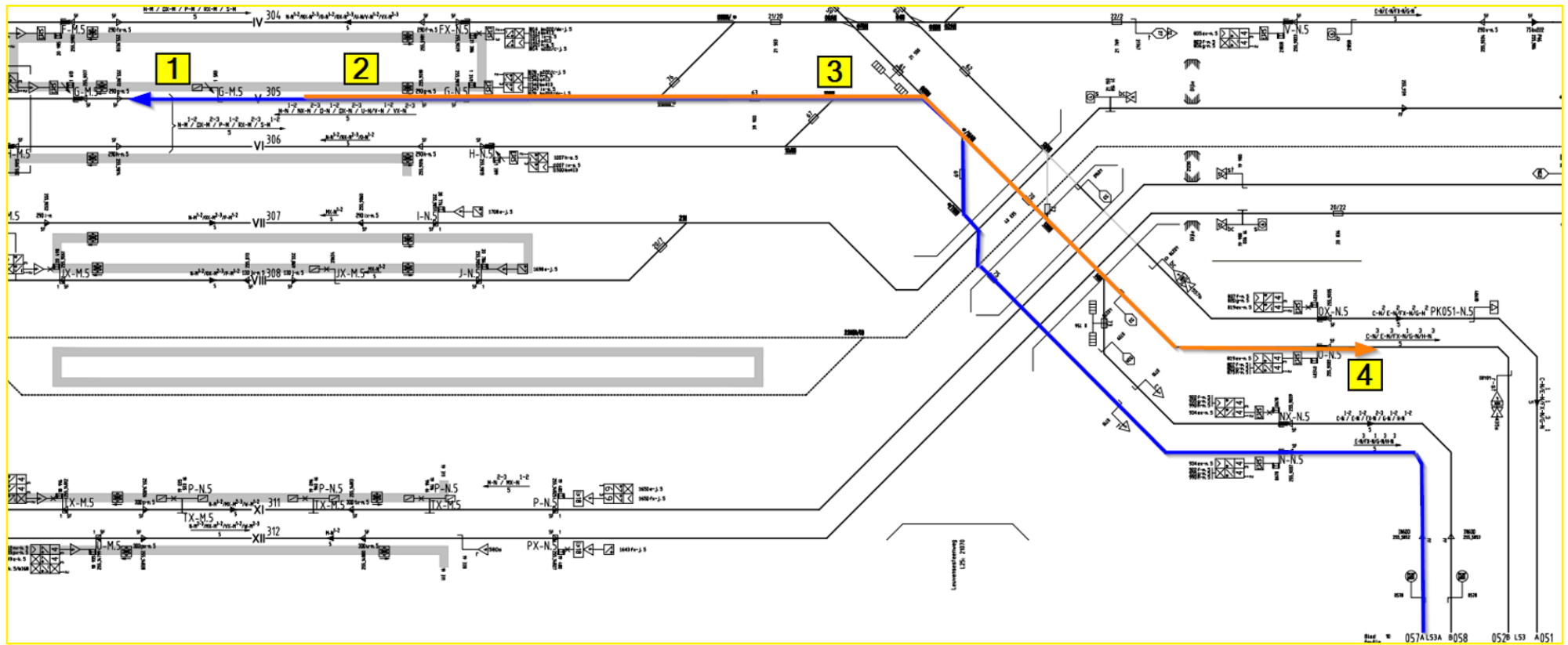
3.1.8.3. LE SIGNAL BX413

Le signal BX413 est un signal automatique sur la voie B de la ligne 53. Le train de marchandises E48514 s'est immobilisé 110 mètres en amont du signal BX413 après l'appel d'alarme. La distance entre le signal BX413 et le signal O-N.5 est de 960 mètres.



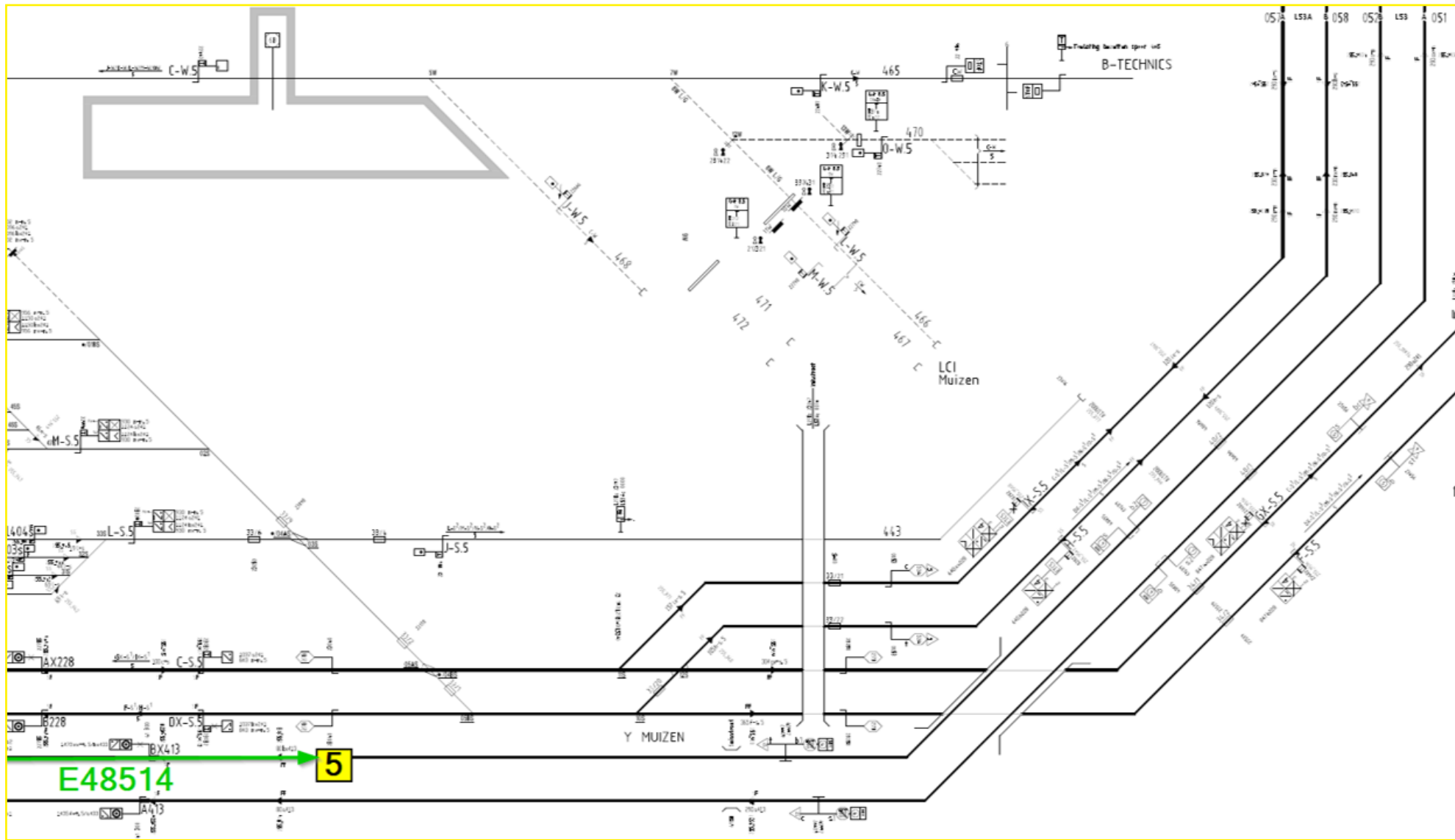
Google Earth

3.1.8.4. PSS



Légende :

- ① Le train E3458 arrive à la gare de Mechelen sur le quai 5. E3458 est désaccouplé en AM902 et AM931.
- ② Pendant cette manœuvre du désaccouplage, l'AM902 s'échappe en direction de Muizen depuis le quai 5.
- ③ L'automotrice échappée talonne l'aiguillage 10BN sur la voie B de la ligne 53.
- ④ Après qu'un voyageur du train ait actionné le signal d'alarme, l'AM902 s'immobilise.
- ⑤ Le train de marchandises E48514 est immobilisé à moins d'un kilomètre de l'automotrice échappée.



3.1.9. DÉCLENCHEMENT DU PLAN D'URGENCE FERROVIAIRE ET SA CHAÎNE D'ÉVÉNEMENTS

Le plan d'urgence ferroviaire n'a pas été déclenché car l'événement ne le nécessitait pas.

3.2. FACTEURS HUMAINS ET ORGANISATIONNELS

3.2.1. CARACTÉRISTIQUES HUMAINES ET INDIVIDUELLES

3.2.1.1. FORMATION ET DÉVELOPPEMENT

Conducteur de train 1

La licence du conducteur de train qui effectue le désaccouplement, est valable jusqu'au 4 juin 2028 inclus. L'attestation complémentaire est valable jusqu'au 18 avril 2025 inclus. Il est autorisé à rouler avec le matériel roulant AM86 sur la ligne 53A.

Conducteur de train 2

La licence du conducteur du train E3458 est valable jusqu'au 29 mai 2029 inclus. L'attestation complémentaire est valable jusqu'au 19 mars 2026 inclus. Il est autorisé à rouler le matériel roulant AM86 sur les lignes 53 et 53A.

3.2.2. FACTEURS LIÉS AU POSTE

3.2.2.1. ACTIONS LORS D'UN DÉSACCOUPLEMENT

La procédure prescrite

Avant le désaccouplement, le conducteur de train s'assure que la CFA est vidée afin que le train reste freiné. Il active ensuite la cabine de conduite du convoi qui part en dernier, les pantographes restant abaissés. Il met la radio en service. Le conducteur de train appuie ensuite simultanément sur le bouton-poussoir de désaccouplement ① et sur la pédale de désaccouplement ② pendant cinq à dix secondes. La lampe d'accouplement s'éteint et le conducteur de train vérifie que la lampe de désaccouplement est allumée. Il signale ensuite au chef de bord⁶ que les automotrices sont désaccouplées sur le plan électrique. Le chef de bord peut alors fermer les portes de l'automotrice qui effectue le mouvement de désaccouplement. Après avoir vérifié que toutes les portes de son convoi sont fermées, le conducteur de train effectue le mouvement de désaccouplement par lequel il fait reculer son convoi d'un mètre maximum tandis que l'autre partie reste freinée.⁷



Lampes indiquant l'état « accouplé » (à gauche) ou « désaccouplé » (à droite) dans la cabine de conduite.

Les actions réalisées

Le conducteur de train effectue le désaccouplement depuis la cabine de conduite de l'AM931. Il appuie sur le bouton-poussoir et la pédale de désaccouplement. En raison d'un défaut de câblage, la lampe d'accouplement n'est pas allumée. On ne peut déduire des déclarations disponibles que le conducteur de train l'a remarqué. La lampe de désaccouplement ne s'allume pas en raison d'un défaut de câblage. Le conducteur de train desserre d'abord les freins à l'aide du manipulateur traction-freinage, puis met ce dernier en mode traction. Il remarque que les automotrices ne sont pas séparées et que le désaccouplement a échoué. Le conducteur de train désactive alors sa cabine de conduite, puis la réactive. Il fait une deuxième tentative de désaccouplement en appuyant de nouveau sur le bouton-poussoir et la pédale, suite à quoi les automotrices se séparent. L'AM931 s'arrête après un freinage de service, mais l'AM902 s'échappe.

Constatation : la désactivation de la cabine de conduite n'est pas prévue dans la procédure de désaccouplement du HLT.

⁶ L'accompagnateur de train en tant que chef de bord.

⁷ SNCB, "Utilisation des attelages", dans Fascicule IV Instructions générales relatives à la desserte des engins moteurs et à la remorque des véhicules.

La procédure prescrite

Lorsque le conducteur de train active sa cabine de conduite, il doit mettre sa radio (GSM-R) en service⁸. Ensuite, il peut procéder au désaccouplement.

« Lorsque la réglementation n'impose pas un moyen de communication spécifique, les règles suivantes sont d'application :

- pour les communications entre le conducteur de train et le poste de signalisation :
 - le GSM-R est le moyen de communication prioritaire ;
 - [...]
- pour les communications entre le conducteur de train et le Central Dispatch, est utilisé, dans l'ordre de préférence suivant :
 - le GSM de service ;
 - le GSM-R ;
 - tout autre moyen de communication permettant de contacter le Central Dispatch (ex. GSM de service d'un conducteur de train HLP ou du chef de bord). »⁹

« Le conducteur de train qui doit émettre un appel « Alarme » à l'aide de son GSM de service :

- sélectionne le numéro d'alarme selon les prescriptions [...] et appelle le numéro de téléphone concerné. Le numéro de réserve n'est à utiliser que si le numéro principal ne fonctionne pas. [...] »¹⁰

Lorsqu'il reçoit un appel d'alarme via GSM-R, le conducteur de train réduit immédiatement la vitesse à la vitesse appropriée en marche à vue. Il n'arrête son convoi que si, soit l'agent du mouvement le lui demande, par exemple via le message d'alarme, ou il y a un danger imminent.¹¹

Le chef de bord peut aussi donner l'alarme « lorsque la sécurité du trafic ferroviaire est en danger ». ¹² Dans ce cas, le chef de bord contacte directement le Central Dispatch via le GSM de service avec un numéro unique.

Les actions réalisées

Le conducteur de train qui a effectué le désaccouplement ne met pas sa radio en service, bien que cela fasse partie de la procédure de « désaccouplement rapide ». De ce fait, il ne peut envoyer d'alarme GSM-R lorsque l'AM902 s'échappe. Il n'utilise pas non plus son GSM de service, bien que cela soit prescrit comme alternative.

Lorsque l'AM902 s'échappe, le conducteur de train qui se trouve sur le quai donne l'alarme à l'aide de son GSM de service. Il appelle le numéro d'alarme secondaire du team 1, bien que le team 2 gère la zone de Mechelen.¹³ Bien qu'il ait informé la mauvaise équipe, le Central Dispatch déclenche l'alarme aux environs immédiats de l'automotrice échappée.

En outre, le chef de bord contacte le Realtime Train Supervisor (RTS) via son GSM de service pour signaler l'échappement.

Le Central Dispatch envoie ensuite un appel d'alarme GSM-R avec un message vocal pour arrêter tout le trafic ferroviaire dans la zone d'appel. En outre, le Répartiteur ES¹⁴ est informé qu'il doit couper la tension. Le conducteur du train de marchandises E48514 se voit intimer l'ordre, aussi bien par le Central Dispatch que par le poste de signalisation B.5 via GSM-R, de s'arrêter immédiatement, de quitter son train et de rester joignable sur son GSM de service.

Constatation : le conducteur de train qui effectue le désaccouplement ne met pas sa radio GSM-R en service et n'est donc pas en mesure d'envoyer une alarme par GSM-R au moment de l'échappement. Son GSM de service n'est pas non plus utilisé. L'alarme est déclenchée par le deuxième conducteur de train sur le quai, avec son GSM de service, après quoi le Central Dispatch envoie un appel d'alarme via GSM-R.

⁸ « Après la mise en service de la cabine de conduite, la radio GSM-R est sous tension et se met en mode veille. Pour le bon déroulement des autotests, il faut attendre une minute avant de mettre la radio en service. » de SNCB, « 4. Mise en service de la radio », dans le HLT V – Radio GSM-R MESA 24.

⁹ SNCB, « Généralités », dans Fascicule II Prescriptions réglementaires propres à la signalisation latérale.

¹⁰ SNCB, « Envoi d'un appel alarme », Fascicule II Prescriptions réglementaires propres à la signalisation latérale.

¹¹ SNCB, « Moyens de communication », dans Fascicule II Prescriptions réglementaires propres à la signalisation latérale; Infrabel, « Appel d'alarme », dans RDEI 352 – Accidents, incidents, détresses.

¹² SNCB, « Partie 4, module 2 – Partenaires de communication », dans le Manuel des accompagnateurs de train.

¹³ Sur le réseau ferroviaire belge, il y a quatre teams qui gèrent chacune des lignes ferroviaires différentes. Le team 2 gère notamment les lignes ferroviaires dans et autour de la gare de Mechelen.

¹⁴ Le Répartiteur ES est chargé, entre autres, de la gestion de l'alimentation électrique.

3.2.2.3. HORAIRE DU PERSONNEL IMPLIQUÉ

Le conducteur du train E3458 a comme résidence administrative le dépôt de Schaerbeek. Son service a commencé le vendredi 24 mai 2024 à 04h00 et devait normalement se terminer à 12h45 ce jour-là. C'était son troisième jour de travail dans une semaine où il devait prendre son service tôt le matin.

Le conducteur de train qui a effectué le désaccouplement est stationné à Geraardsbergen. Le vendredi 24 mai 2024, son service a commencé à 4h45 et devait se terminer à 13h45. C'était son quatrième jour de travail dans une semaine où il devait prendre son service tôt le matin.

3.2.3. FACTEURS ORGANISATIONNELS

3.2.3.1. RÈGLES ET RÉGLEMENTATIONS EUROPÉENNES

Une directive européenne fixe un objectif que les pays membres de l'Union européenne doivent atteindre. Toutefois, les États membres sont libres de déterminer dans leur législation nationale comment atteindre cet objectif.

Directive 2007/59/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à la certification des conducteurs de train assurant la conduite de locomotives et de trains sur le système ferroviaire dans la Communauté

Annexe V Connaissances professionnelles relatives au matériel roulant et exigences concernant l'attestation

« [...] 2. Connaissance du matériel roulant

Pour conduire une locomotive, le conducteur doit connaître l'ensemble des organes de commande et des indicateurs mis à sa disposition. [...] Pour pouvoir repérer et localiser une anomalie sur le matériel roulant, la signaler et déterminer les réparations à effectuer et, dans certains cas, intervenir lui-même, il doit connaître :

- les structures mécaniques,
- les organes de suspension et de liaison,
- [...]
- les systèmes électriques et pneumatiques,
- [...]

6. Anomalies

Le conducteur doit :

- pouvoir être attentif aux événements inhabituels concernant la conduite du train ;
- être capable d'inspecter le train et d'identifier les signes d'anomalies, de les différencier, de réagir selon leur importance relative et d'essayer d'y remédier, en privilégiant, dans tous les cas, la sécurité du trafic ferroviaire et des personnes ;
- [...]

9. Immobilisation du train

Le conducteur doit être capable de prendre les mesures nécessaires pour que le train, ou des parties de celui-ci, ne se mette pas en mouvement inopinément, même dans les situations les plus délicates.

En outre, le conducteur doit connaître les mesures permettant d'arrêter un train, ou des parties de celui-ci, dans le cas où il a commencé à se mettre en mouvement inopinément. »

3.2.3.2. RÈGLES ET RÉGLEMENTATIONS NATIONALES

La loi du 30 août 2013 portant le Code ferroviaire a transposé les dispositions européennes dans la législation nationale. L'annexe 11 du Code ferroviaire reprend les dispositions de la directive européenne 2007/59/CE.

3.2.3.3. RÈGLES ET PRESCRIPTIONS AU NIVEAU DE L'ORGANISATION

La SNCB a rédigé le HLT, le *Manuel des conducteurs de train*. Il contient des règles pour les conducteurs de train et est basé sur les directives européennes et la législation belge.

HLT

« Le mouvement de désaccouplement s'effectue sur une distance maximale d'un mètre afin de matérialiser la séparation des convois.

Le désaccouplement rapide

Pour effectuer un désaccouplement rapide, deux CT¹⁵ sont nécessaires ; un chef de bord pour la desserte des portes aux convois escortés.

Le CT qui amène le convoi reste dans la CC¹⁶ durant la procédure de désaccouplement. Le CT qui désaccouple prend place dans la CC, côté désaccouplement, de la partie qui partira en dernier lieu.

Lors de toute opération de désaccouplement, le CT doit considérer que l'accouplement GF n'est plus réalisé et que la continuité de la CFA n'existe plus.

Lorsque l'attelage reste accouplé mécaniquement et en l'absence du contrôle de l'état « désaccouplé », le CT s'assure que les conditions pour le désaccouplement sont remplies dans la CC utilisée pour la procédure ; à savoir :

- aucun sens de marche sélectionné ;
- CC activée, si une boîte à interrupteurs est présente, seul le déverrouillage est à réaliser ;
- aucun pantographe levé ;
- pression de régime dans la CA ;
- pression dans la CFA \leq à 3,5 bar ;
- les particularités reprises au HLT V respectées.

Si ces conditions sont remplies, une nouvelle tentative de désaccouplement est réalisée. »¹⁷

En outre, la SNCB a précisé des durées pour les différents scénarios de désaccouplement. Selon ces prescriptions, le temps calculé pour effectuer la procédure de désaccouplement rapide avec deux conducteurs de train et avec changement de cabine de conduite est de sept minutes.

Outre le HLT pour les conducteurs de train, la SNCB a également un *Manuel des accompagnateurs de train* qui contient les règles à suivre par le chef de bord.

Manuel des accompagnateurs de train

« Le désaccouplement rapide implique la présence obligatoire de minimum deux conducteurs de train. Durant la procédure de désaccouplement, l'un des conducteurs de train reste dans le poste de conduite de tête pendant que le second effectue le mouvement de désaccouplement.

Le chef de bord chargé de la mission désaccouplement reste à proximité du point de désaccouplement. La fermeture des portes d'accès ne peut avoir lieu qu'une fois le **désaccouplement électrique** réalisé. Lorsque le chef de bord est informé du désaccouplement électrique par le conducteur de train, il effectue la commande de fermeture collective des portes d'accès pour permettre au conducteur de train d'effectuer le mouvement de désaccouplement du train.

Le chef de bord chargé de la mission de désaccouplement :

- reste à proximité du point de désaccouplement ;
- s'assure du désaccouplement électrique avant de verrouiller les portes d'accès ;
- verrouille les portes d'accès (dans le convoi qui convient) ;
- informe le conducteur de train situé en tête du désaccouplement électrique ;
- vérifie l'allumage des feux (de tête / de queue) ;
- adapte la composition du train dans ses smart devices. »¹⁸

¹⁵ CT : conducteur de train.

¹⁶ CC : cabine de conduite.

¹⁷ SNCB, « Utilisation des attelages », dans Fascicule IV Instructions générales relatives à la desserte des engins moteurs et à la remorque des véhicules.

¹⁸ SNCB, « Partie 3, module 10 – Accoupler et désaccoupler », dans le Manuel des accompagnateurs de train.

3.2.3.4. CONSTATATIONS SUR LA RÉGLEMENTATION

- La législation et réglementation

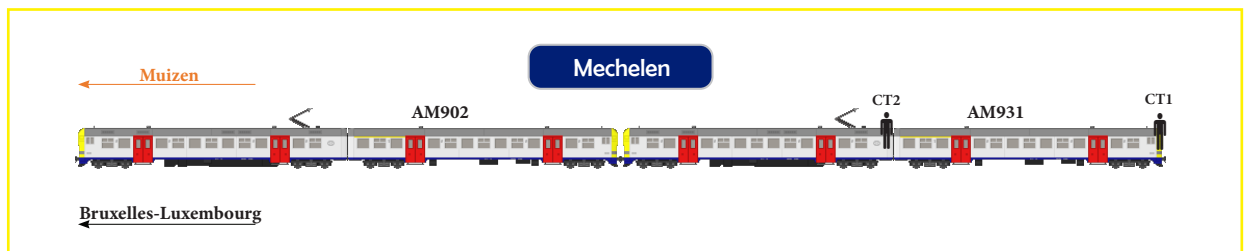
Constatation : Les réglementations européennes et nationales concernant le matériel roulant sont incluses dans le HLT.

- Les réglementations dans le HLT

La procédure prescrite

Le HLT présente la procédure de désaccouplement rapide ainsi : « Le CT qui amène le convoi reste dans la CC durant la procédure de désaccouplement. Le CT qui désaccouple prend place dans la CC, côté désaccouplement, de la partie qui partira en dernier lieu. »¹⁹

La situation d'avant le désaccouplement à l'arrivée à Mechelen :



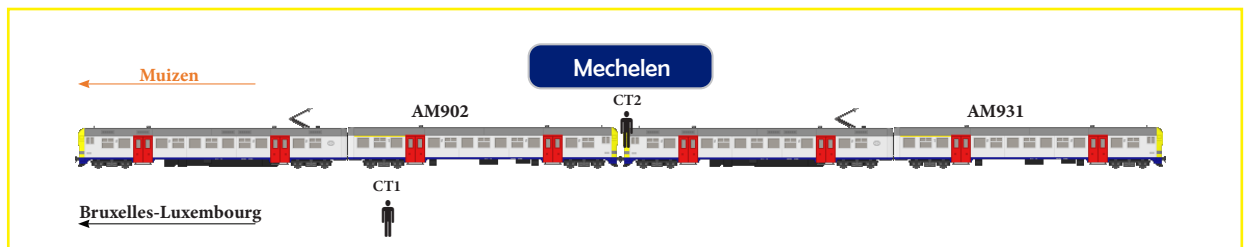
CT1 : le conducteur du train arrivant à Mechelen avec le convoi allait partir avec l'AM902 après le désaccouplement.
CT2 : le conducteur du train effectuant le désaccouplement allait partir une heure plus tard avec l'AM931.

Ce n'est pas le cas à Mechelen : selon l'horaire, après le désaccouplement, c'est le CT1 qui devait repartir le premier avec l'AM902 en direction de Bruxelles.

Les actions réalisées

À Mechelen, c'est le CT2 qui effectue le désaccouplement : il prend place dans la cabine de conduite (côté désaccouplement) de l'automotrice qui partira en dernier.

L'autre conducteur de train (CT1) se trouve sur le quai pendant le désaccouplement.



Constatation : le HLT ne prévoit pas de situation dans la procédure de désaccouplement rapide où l'automotrice de tête ne continuera pas dans le sens de la marche initial après le désaccouplement. Par conséquent, le conducteur de train concerné ne peut pas suivre l'instruction du HLT, à savoir rester dans la cabine de conduite pendant le désaccouplement.

- La position de l'accompagnateur de train durant la procédure de désaccouplement

Pour la procédure de désaccouplement rapide, le HLT stipule : « Pour effectuer un désaccouplement rapide, deux CT sont nécessaires ; un chef de bord pour la desserte des portes aux convois escortés. »²⁰

Le *Manuel des accompagnateurs de train* dit : « Le chef de bord chargé de la mission désaccouplement reste à proximité du point de désaccouplement. »²¹

Constatation : contrairement au HLT, le Manuel des accompagnateurs de train n'exige pas que le chef de bord se trouve sur le quai pour la desserte des portes.

19 SNCB, « Utilisation des attelages », dans Fascicule IV Instructions générales relatives à la desserte des engins moteurs et à la remorque des véhicules.

20 SNCB, « Utilisation des attelages », dans Fascicule IV Instructions générales relatives à la desserte des engins moteurs et à la remorque des véhicules.

21 SNCB, « Partie 3, module 10 – Accoupler et désaccoupler », dans le Manuel des accompagnateurs de train.

3.3. DESCRIPTION FACTUELLE DES ÉVÉNEMENTS

À 09 h 09, le train de voyageurs E3458 arrive à la gare de Mechelen sur le quai 5 avec un retard de cinq minutes. À bord, il y a un chef de bord et deux conducteurs de train : l'un des conducteurs conduit le train E3458 et l'autre voyage en tant que HLP²². Le train de voyageurs E3458 se compose de deux automotrices : l'AM931 (en tête) et l'AM902.

En raison de problèmes de caténaire à Bruxelles-Schuman, des changements ont lieu en temps réel. Par conséquent, le service de train entre Mechelen et Bruxelles-Luxembourg est modifié, nécessitant un désaccouplement du train E3458 en E3480 (automotrice 902) et E3481 (automotrice 931). Le départ du train E3480 de la gare de Mechelen est prévu pour 09 h 12. L'horaire modifié entraîne le fait que le conducteur de l'E3481, qui part une heure plus tard, procédera au désaccouplement. Pendant la manœuvre du désaccouplement, l'autre conducteur de train se trouve sur le quai à Mechelen. Le chef de bord est à bord de l'AM931.

Le conducteur de train se trouvant dans la cabine de conduite de l'AM931 effectue une première tentative de désaccouplement. En raison d'un défaut de câblage, la lampe d'accouplement dans le poste de conduite de l'AM931 ne fonctionne pas. Comme cette première tentative échoue, il en fait une deuxième. Pour ce faire, il désactive sa cabine de conduite et la réactive : en raison d'un défaut de câblage, la pression dans la CFA ne diminue pas automatiquement. La pression dans la CFA reste à 5 bars, si bien que l'automotrice n'est pas freinée. Le conducteur de train n'actionne pas le robinet de frein avant d'effectuer le désaccouplement. La deuxième tentative de désaccouplement réussit (les deux automotrices sont séparées), mais pendant cette manœuvre de désaccouplement, vers 9 h 13, l'automotrice 902 s'échappe en direction de Muizen, avec, à son bord, une trentaine de passagers sans personnel de l'entreprise ferroviaire. Le conducteur du train qui se trouve sur le quai donne l'alerte avec son GSM de service et le Central Dispatch est informé.

À 09 h 15, le poste de signalisation reçoit un DOBMI (avis de détection d'un mouvement intempestif) sur le signal G-N.5, situé à l'extrémité du quai 5. Cela signifie que le train a franchi sans autorisation un signal fermé. Le système EBP place alors une protection par tableau 4²³ sur les appareils de voie concernés, y compris l'aiguillage 10BN. Ces protections sont automatiquement supprimées après libération du compteur d'essieux. Le poste de signalisation place en outre des protections sur les aiguillages et sur les voies dans la zone concernée.

L'automotrice échappée talonne l'aiguillage 10BN, si bien que celui-ci est endommagé. L'automotrice échappée poursuit sa route sur la ligne 53 en direction de Muizen.

Le Central Dispatch envoie une alarme GSM-R pour arrêter tout le trafic ferroviaire présent dans la zone d'appel. Le train E48514, un train de marchandises de l'entreprise ferroviaire Crossrail Benelux, roule sur la ligne 53 en direction de l'automotrice échappée. Le conducteur du train E48514 immobilise son train de marchandises environ 110 mètres en amont du signal BX431. Puis, il reçoit un appel du Safety Controller du block du faisceau de Muizen l'informant qu'il doit quitter sa cabine de conduite.

À 09 h 20, un passager actionne le signal d'alarme dans l'AM902 et l'automotrice échappée s'arrête. Le train de marchandises se trouve à moins d'un kilomètre de l'automotrice échappée.

3.4. FAITS SURVENUS ANTÉRIEURS DE NATURE COMPARABLE

Aucune enquête n'a encore été menée sur un échappement similaire d'un train de voyageurs lors d'une manœuvre de désaccouplement depuis le quai avec des voyageurs à bord.

²² HLP : haut-le-pied, un conducteur de train qui voyage en tant que passager.

²³ Une protection par tableau 4 empêche toute commande inopportune des signaux vers ou dans la zone à protéger.

4. ANALYSE DU FAIT SURVENU ET DES FACTEURS CONTRIBUTIFS

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

4.1.1. MÉTHODE DE DYNAMIQUE DU SYSTÈME

Un événement survient lorsque le contrôle sur une situation est perdu. Cela se produit généralement après un "événement pivot", ou initiateur, qui perturbe le cours normal des événements.

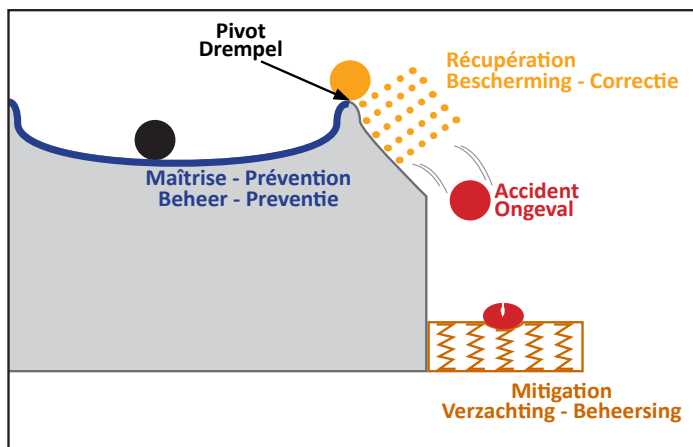
Jusque-là, la situation reste généralement gérable, même si des imperfections, des déviations ou des événements inattendus peuvent se produire. Ceux-ci sont absorbés par des mécanismes de sécurité intégrés dans le système (sécurité intrinsèque du système).

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

Nous distinguons trois types de principes de sécurité :

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

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



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

Cependant, lorsque la bille reçoit trop d'énergie (par exemple, en raison d'une accumulation de déviations dans les processus ou dans les conditions), ou lorsque le bord du bol est plus bas (par exemple, en raison d'un affaiblissement des contrôles), elle peut s'approcher du bord (escalade naissante).

C'est le moment de la perte de contrôle, le pivot. Seules des mesures correctives rapides et efficaces peuvent prévenir un accident ou un incident.

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

Ensemble, ces principes forment le modèle de sécurité autour d'un risque ou d'un incident. Ce modèle comprend à la fois :

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

4.1.2. IDENTIFICATION DES PRINCIPES DE SÉCURITÉ

1. Principes de maîtrise	2. Pivot	3. Principes de récupération	4. Incident	5. Principes de mitigation
<p>–</p> <p>1.1 Le HLT prévoit une procédure de désaccouplement rapide adaptée aux circonstances spécifiques.</p>	2.1 Le désaccouplement	<p>–</p> <p>3.1 Le conducteur de train observe les changements au niveau des lampes (allumées/éteintes).</p>	4.1 L'échappement du train de la gare.	<p>–</p> <p>5.1 Le conducteur de train effectue un freinage manuel depuis la cabine de conduite de l'AM902.</p>
<p>–</p> <p>1.2 L'automotrice réagit comme prévu en cas de mise hors service.</p>		<p>–</p> <p>3.2 Le conducteur de train exécute la procédure prévue en cas d'échec du désaccouplement.</p>		<p>–</p> <p>5.2 Le système de sécurité réalise un freinage automatique.</p>
<p>–</p> <p>1.3 Le conducteur de train dispose de suffisamment de temps pour effectuer le désaccouplement.</p>				<p>+</p> <p>5.3 Un voyageur à bord du train actionne le frein d'urgence.</p>
<p>+</p> <p>1.4 Les conducteurs de train sont formés et ont l'expérience pour conduire le type d'automotrice.</p>				<p>+</p> <p>5.4 Il y a un DOBMI.</p> <p>+</p> <p>5.5 Une alarme GSM-R est lancée.</p>

1.1 Principe de maîtrise - Le HLT prévoit une procédure de désaccouplement rapide adaptée aux circonstances spécifiques.

Selon la procédure de désaccouplement rapide décrite dans le HLT, le conducteur de train qui arrive avec le convoi reste dans la cabine de conduite pendant la procédure de désaccouplement. Le conducteur de train qui procède au désaccouplement prend place dans la cabine de conduite, côté désaccouplement, de la partie qui partira en dernier. L'horaire modifié prévoit que le conducteur du train E3481 (qui part une heure plus tard) procédera au désaccouplement. L'autre conducteur de train (qui partirait en premier après le désaccouplement) se trouve sur le quai au moment du désaccouplement. Le HLT ne prévoit pas d'instructions concernant la situation dans laquelle un désaccouplement doit avoir lieu et où le conducteur de train qui arrive en premier doit également partir immédiatement dans la direction d'où il est venu et doit donc changer de cabine de conduite.

1.2 Principe de maîtrise – L'automotrice réagit comme prévu en cas de mise hors service.

La désactivation de la cabine de conduite n'est pas prévue dans la procédure de désaccouplement rapide reprise dans le HLT.

Lors de l'inspection technique du matériel roulant concerné, il a été constaté que, lorsque l'AM931 était accouplée à l'AM902, la désactivation de la cabine de conduite de l'AM931 n'a pas entraîné de baisse de la pression dans la CFA, alors que c'est normalement le cas. La cause est un défaut de câblage dans l'AM902. En conséquence, la pression dans la CFA est restée à 5 bars, empêchant ainsi le freinage des automotrices. Le conducteur de train ne s'en est pas aperçu et a effectué la deuxième tentative de désaccouplement.

1.3 Principe de maîtrise - Le conducteur de train dispose de suffisamment de temps pour effectuer le désaccouplement.

Suite à des problèmes à la caténaire à Bruxelles-Schuman, les horaires des conducteurs de train sont modifiés. Le train E3458 arrive au quai 5 de la gare de Mechelen à 09h09 avec un retard de cinq minutes. Le départ pour Bruxelles-Luxembourg après l'arrivée à Mechelen est prévu à 09h12 avec le train E3480 (automotrice 902). Dans la pratique, le temps calculé pour effectuer la procédure de désaccouplement rapide avec deux conducteurs de train et changement de cabine de conduite est de sept minutes. Bien qu'il n'y ait pas de limite de temps formelle pour le désaccouplement, de tels changements inattendus peuvent entraîner une certaine pression chez les conducteurs de train.

1.4 Principe de maîtrise - Les conducteurs de train sont formés et ont l'expérience pour conduire le type d'automotrice concerné.

Les deux conducteurs de train sont en possession d'une licence valide et d'une attestation complémentaire. Les deux conducteurs de train sont autorisés à conduire le matériel roulant AM86.

2.1 Pivot (perte de contrôle) - Le désaccouplement

Lors de la première tentative de désaccouplement, le désaccouplement électrique, pneumatique et mécanique entre l'AM902 et l'AM931 n'est pas réalisé. Les deux automotrices ne sont pas désaccouplées avant l'exécution du mouvement de désaccouplement. Il en résulte la nécessité de réaliser une deuxième tentative de désaccouplement.

3.1 Principe de récupération - Le conducteur de train observe les changements au niveau des lampes (allumées/éteintes).

Pendant le désaccouplement, les conducteurs de train semblent se fier au son typique de l'opération de désaccouplement pour juger de sa réussite ou non. En conséquence, il se peut que les conducteurs de train n'observent pas les lampes dans la cabine de conduite, qui affichent le statut « accouplé » et « désaccouplé », bien que leur contrôle soit prescrit dans le HLT.

En raison d'un défaut dans le câblage de l'AM902, la lampe « statut accouplé » n'est pas allumée, ce qui n'a pas attiré l'attention du conducteur de train.

3.2 Principe de récupération - Le conducteur de train exécute la procédure prévue en cas d'échec du désaccouplement.

Le conducteur de train doit remplir certaines conditions avant de pouvoir entreprendre une nouvelle tentative de désaccouplement. Ces conditions sont les suivantes :

- « aucun sens de marche sélectionné ;
- CC activée, si une boîte à interrupteurs est présente, seul le déverrouillage est à réaliser ;
- aucun pantographe levé ;
- pression de régime dans la CA ;
- pression dans la CFA \leq à 3,5 bar ;
- les particularités reprises au HLT V respectées ».²⁴

Après la première tentative de désaccouplement, la procédure à suivre en cas d'échec du désaccouplement n'est pas suivie et les conditions pour entreprendre une deuxième tentative de désaccouplement ne sont pas réunies. Le conducteur de train, qui a effectué le désaccouplement, n'a pas vérifié que la pression dans la CFA était inférieure à 3,5 bars avant d'entamer les opérations de désaccouplement. La désactivation puis l'activation de la cabine de conduite n'est pas reprise dans la procédure.

4.1 Incident – L'échappement du train de la gare

L'automotrice 902 n'est pas freinée parce que la pression dans la CFA était de 5 bars et non inférieure à 3,5 bars comme prescrit, si bien que le train peut s'échapper après le désaccouplement, en partie à cause de la voie en pente descendante.

5.1 Principe de mitigation - Le conducteur de train effectue un freinage manuel depuis la cabine de conduite de l'AM902.

Il n'y a pas de conducteur de train à bord de l'automotrice 902 au moment du désaccouplement et de l'échappement qui s'en est suivi. Par conséquent, il ne peut effectuer de freinage dans la cabine de conduite pour arrêter le train.

5.2 Principe de mitigation – Le système de sécurité réalise un freinage automatique.

La cabine de conduite de l'automotrice 902 n'est pas active et le train n'est pas arrêté lors du désaccouplement, ce qui empêche l'ETCS de passer du mode « sleeping » au mode « stand-by ». Comme le train est encore en mode « sleeping », l'ETCS ne peut pas effectuer de freinage automatique et, par conséquent, le dispositif de surveillance de l'arrêt n'est pas actif.

5.3 Principe de mitigation - Un voyageur à bord du train actionne le frein d'urgence.

Une trentaine de voyageurs se trouvent à bord du train échappé sans personnel de l'entreprise ferroviaire. Finalement, un voyageur actionne le signal d'alarme, si bien que le train s'immobilise à environ 47,7 mètres en aval du signal O-N.5.

5.4 Principe de mitigation – Il y a un DOBMI.

Lorsque le train s'échappe après le désaccouplement, il franchit le signal fermé G-N.5 situé à l'extrémité du quai 5. Le poste de signalisation reçoit alors un avis de détection d'un mouvement intempestif (DOBMI). Le système EBP place automatiquement des protections sur les aiguillages et celles-ci sont également levées automatiquement après libération du compteur d'essieux.

5.5 Principe de mitigation – Une alarme GSM-R est lancée.

Après le désaccouplement et l'échappement du train, le conducteur de train qui a procédé au désaccouplement ne donne pas l'alarme dans la cabine de conduite. Son GSM-R n'était pas activé et il n'utilisait pas son GSM de service. Le conducteur du train sur le quai donne l'alarme. Il contacte le numéro d'alarme secondaire d'une autre équipe. Bien qu'il ait informé la mauvaise équipe, le Central Dispatch déclenche l'alarme aux environs immédiats de l'automotrice échappée. Le Central Dispatch envoie ensuite un appel d'alarme (alarme GSM-R) avec un message vocal pour arrêter le trafic ferroviaire dans la zone d'appel. Le train de marchandises, qui circule sur la même voie, s'arrête.

5. CONCLUSIONS

5.1. RÉSUMÉ DE L'ANALYSE ET DES CONCLUSIONS

5.1.1. FACTEUR CAUSAL

La cause immédiate de l'échappement réside dans la conjonction de l'absence de freinage de l'automotrice durant le désaccouplement et de la voie en pente.

5.1.2. FACTEURS CONTRIBUTIFS

Sensibilisation

Un facteur contributif est la discordance entre les actions réalisées et les procédures prescrites.

En raison de problèmes de caténaire à Bruxelles-Schuman, le trafic ferroviaire a été perturbé et le service a donc subi des changements. De tels changements inattendus peuvent entraîner des délais serrés pour les conducteurs de train.

En raison d'un défaut de câblage, la lampe d'accouplement dans le poste de conduite ne s'allume pas. La lampe de désaccouplement a fonctionné correctement, mais n'a pas attiré suffisamment l'attention du conducteur du train.

Après l'échec de la première tentative de désaccouplement, la procédure pour une seconde tentative n'a pas été appliquée.

À la suite de la première tentative de désaccouplement, le conducteur du train désactive la cabine de conduite. Cette action n'est pas prévue dans la procédure de désaccouplement dans le HLT. En temps normal, la pression de l'air dans la CFA²⁵ diminue et la voiture est freinée. Cependant, en raison d'une erreur de câblage dans l'AM902, cela ne se produit pas. La pression de la CFA demeure à 5 bars et les freins restent desserrés.

Le conducteur du train qui effectue le désaccouplement n'a pas mis en route sa radio GSM-R et ne peut donc pas envoyer d'alarme par GSM-R au moment de l'échappement. Son GSM de service n'est pas non plus enclenché, ce qui retarde l'envoi de l'alarme initiale. L'alarme est déclenchée par le second conducteur de train sur le quai, avec son GSM de service, après quoi le Central Dispatch envoie un appel d'alarme via GSM-R.

Gestion des actifs

Un facteur contributif est le fonctionnement anormal de l'automotrice à cause de défauts de câblage.

En raison d'un défaut de câblage, la conduite de frein automatique (CFA) n'est pas vidée lorsque la cabine de conduite est désactivée, empêchant les freins de l'automotrice de s'activer. Cette anomalie passe inaperçue.

En outre, la lampe d'accouplement ne fonctionne pas en raison d'un défaut de câblage, ce qui signifie qu'il n'y a pas de confirmation visuelle que les deux automotrices sont toujours accouplées. De plus, le conducteur du train n'a pas de perception visuelle de la lampe de désaccouplement qui permette de s'assurer que le désaccouplement s'est bien déroulé. Le désaccouplement se poursuit sans confirmation visuelle de l'allumage de la lampe de désaccouplement.

5.1.3. FACTEURS SYSTÉMIQUES

Appréciation des risques

Un facteur systémique est que les risques associés aux changements d'horaire n'ont pas été suffisamment gérés dans le cadre du processus de désaccouplement.

Le changement d'horaire n'a pas été planifié à l'avance et les risques potentiels n'en ont pas été évalués. Les conducteurs de train se sont donc retrouvés dans une situation où ils doivent effectuer des actions qui n'ont pas été décrites de manière procédurale : le désaccouplement est effectué par un autre conducteur de train, à partir d'un poste de conduite différent, et l'automotrice doit ensuite partir dans un sens différent de celui décrit dans le *manuel des conducteurs de train* (HLT).

Information et communication

Un facteur systémique est que le *manuel des conducteurs de train* (HLT) et le *manuel des accompagnateurs de train* ne sont pas alignés, ce qui entraîne des attentes différentes quant à la répartition du travail dans les opérations conjointes.

Le livret HLT est incomplet et laisse place à l'interprétation. La procédure de désaccouplement appliquée le jour de l'incident n'est pas prescrite dans le *manuel des conducteurs de train* (HLT) car ces circonstances spécifiques n'y figurent pas. Le livret HLT ne prévoit pas, dans la procédure de désaccouplement rapide, de situation où la partie de tête ne roule plus dans sa direction initiale (celle d'avant le désaccouplement).

Il convient d'ajouter que le *manuel de l'accompagnateur de train* ne mentionne pas explicitement les mêmes exigences pour le rôle du chef de bord. Ces lignes directrices non harmonisées entre les manuels créent une ambiguïté quant aux responsabilités du personnel de bord lors d'opérations partagées.

Contrôle

Un facteur systémique est le fait que des irrégularités dans le câblage de l'automotrice n'ont pas été identifiées pendant la maintenance et lors du contrôle qui suit la maintenance.

Les défauts de câblage de l'automotrice passent inaperçus lors de la maintenance du matériel roulant avant l'incident.

5.2. LES MESURES PRISES DEPUIS LE FAIT SURVENU

5.2.1. SNCB

La SNCB a pris les mesures suivantes :

- Elle a relayé l'incident aux services concernés à l'aide d'un message REX²⁶ ;
- Durant l'été 2024, un contrôle de l'ensemble de la flotte du type AM86-89 a été réalisé. Aucun autre défaut de câblage n'a été détecté dans les autres automotrices de type Sprinter. Le défaut de câblage dans l'AM902 a été réparé.
- La réglementation relative aux procédures de désaccouplement a été adaptée et cette adaptation a été intégrée dans la formation de base des conducteurs de train.

La SNCB a prévu les mesures suivantes :

- introduire l'adaptation de la réglementation relative aux procédures de désaccouplement dans les formations permanentes des conducteurs de train ;
- revoir l'outil d'enregistrement des défauts techniques du matériel roulant afin de détecter plus rapidement les anomalies ;
- examiner si la désactivation de la cabine de conduite doit être prescrite lorsqu'une tentative de désaccouplement échoue avant qu'une deuxième tentative soit entreprise ;
- étudier la possibilité d'une protection technique pour empêcher un désaccouplement lorsque la CFA est à 5 bars ;
- adapter la procédure d'alarme (lancer l'alarme avec le GSM de service via un point de contact unique) ;
- un message REX sur l'envoi d'une alarme aux conducteurs de train.

5.2.2. INFRABEL

Infrabel a prévu la mesure suivante :

- l'adaptation des lignes directrices relatives à la communication en ce qui concerne les appels d'alarme à un point de contact central unique. Cette modification sera reprise dans les documents RDEI²⁷ pertinents.

²⁶ REX : return on experience

²⁷ RDEI : Règlementation et Documentation pour l'Exploitation de l'Infrastructure

6. RECOMMANDATIONS

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

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

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 Service de Sécurité et d'Interopérabilité des Chemins de Fer (SSICF).

Il n'y a pas d'ordre de priorité dans les recommandations suivantes.

	Constatation	Recommandation
1.	Un facteur systémique est que les risques associés aux changements d'horaires n'ont pas été suffisamment gérés dans le cadre du processus de désaccouplement.	L'OEAIF recommande au SSICF de veiller à ce que la SNCB élabore tous les scénarios réalistement prévisibles pour l'exécution sûre d'un désaccouplement, y compris ce qui peut se produire en cas de changement d'horaire. Pour chaque scénario identifié, la SNCB évalue et documente les risques.
2.	Un facteur systémique est que le <i>manuel des conducteurs de train</i> (HLT) et le <i>manuel des accompagnateurs de train</i> ne sont pas alignés l'un sur l'autre, ce qui entraîne des attentes différentes quant à la division du travail dans les opérations conjointes.	L'OEAIF recommande au SSICF de veiller à ce que la SNCB harmonise le contenu du <i>manuel du conducteur de train</i> (HLT) et celui du <i>manuel de l'accompagnateur de train</i> .
3.	Un facteur systémique est le fait que des irrégularités dans le câblage de l'automotrice n'ont pas été identifiées pendant la maintenance et lors du contrôle après la maintenance.	L'OEAIF recommande que l'ECM SNCB Technics vérifie, lors de la maintenance du matériel roulant, le bon fonctionnement des pièces concernées par cette maintenance avant la remise en service, afin que les anomalies techniques soient identifiées à temps.



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

