



Rapport d'enquête de sécurité

COLLISION ENTRE 2 TRAINS DE MARCHANDISES

REMERSDAAL - 1 OCTOBRE 2013



TABLE DES MATIERES

1. RÉSUMÉ	6
2. LES FAITS IMMEDIATS	8
2.1. L'événement	8
2.1.1. Description de l'événement	8
2.1.2. Description du site	9
2.1.3. La décision d'ouvrir une enquête	10
2.1.4. Composition de l'équipe	10
2.1.5. Conduite de l'enquête	10
2.2. Les circonstances de l'événement	12
2.2.1. Entreprises et personnels concernés	12
2.2.2. Composition des trains	13
2.2.3. Description de l'infrastructure et du système de signalisation	15
2.2.4. Travail réalisé sur le site ou à proximité du site de l'accident	16
2.2.5. Déclenchement du plan d'urgence ferroviaire et sa chaîne d'événements	18
2.2.6. Déclenchement du plan d'urgence des services publics de secours, de la police et des services médicaux et sa chaîne d'événements	19
2.3. Pertes humaines, blessés et dommages matériels	20
2.3.1. Passagers et tiers, personnel, y compris les contractants	20
2.3.2. Fret, bagages et autres biens,	20
2.3.3. Matériel roulant, infrastructure et environnement	20
2.3.4. Autres	20
2.4. Circonstances externes	21
2.4.1. Conditions météorologiques	21
2.4.2. Références géographiques	21
3. COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS ET ENQUÊTES	22
3.1. Résumé des témoignages	22
3.2. Système de gestion de la sécurité	23
3.2.1. SGS Infrabel	23
3.2.2. SGS de la société CROSSRAIL	25
3.2.3. SGS SNCB Logistics	27
3.3. Règles et réglementation	29
3.3.1. Règles et réglementation publique communautaire et nationale applicables	29
3.3.2. Autres règles, telles que les règles d'exploitation, les instructions locales, les exigences applicables au personnel, les prescriptions d'entretien et les normes applicables	31
3.4. Fonctionnement du matériel roulant et des installations techniques	33
3.4.1. Système de signalisation et de contrôle-commande, y compris les enregistrements des enregistreurs automatiques de données	33
3.4.2. Infrastructure	33
3.4.3. Matériel roulant, y compris les enregistrements des enregistreurs automatiques de données	34
3.5. Documentation du système opératoire	37
3.5.1. Mesures prises par le personnel pour le contrôle du trafic et la signalisation	37
3.5.2. Echange de messages verbaux en relation avec l'événement, y compris la documentation provenant des enregistrements	37
3.5.3. Mesures prises pour protéger et sauvegarder le site de l'événement	37
3.6. Interface homme-machine-opération	38
3.6.1. Formation/expérience	38
3.6.2. Conditions ambiantes	38
3.6.3. Conception	38
3.6.4. Procédures	38
3.6.5. Disponibilité technique	39
3.6.6. Communications	39
3.7. Événements antérieurs de nature comparable	40

4.	ANALYSE ET CONCLUSIONS	42
4.1.	Compte rendu final de la chaine d'événements	42
4.2.	Discussion	43
4.2.1.	Barrière de maîtrise	44
4.2.2.	Barrière de Récupération	46
4.2.3.	Barrières de Mitigation	48
4.3.	Conclusions	49
5.	MESURES PRISES	50
5.1.	Crossrail	50
6.	RECOMMANDATIONS	52
7.	ANNEXES	54



DEFINITIONS

AR	:	Arrêté Royal
AM	:	Arrêté Ministériel
Draft	:	Première version du rapport d'enquête de l'OE envoyée aux parties concernées afin qu'elles puissent y apporter leurs commentaires et d'éventuelles précisions nécessaires.
EBP	:	Poste de commande électronique
EF	:	Entreprise Ferroviaire
ERA	:	European Rail Agency
GI	:	Gestionnaire d'Infrastructure
OE	:	Organisme d'Enquête
RGE	:	Règlement Général d'Exploitation
RGUIF	:	Règlement Général des Utilisateurs de l'Infrastructure Ferroviaire
RSEIF	:	Règlement de Sécurité pour l'exploitation de l'infrastructure Ferroviaire
SGS	:	Système de Gestion de la Sécurité
SSICF	:	Service de Sécurité et Interopérabilité des Chemins de Fer

1. RÉSUMÉ

Le vendredi 1^{er} octobre 2013, un premier train de marchandises (train E47540), parti de Montzen, circule sur la voie B de la ligne 24 en direction de Genk.

Un second train de marchandises (train Z65292) en provenance de Aachen West en direction d'Antwerpen, circule sur la même voie B de la même ligne.

Vers 4h, le premier train se trouve à l'arrêt devant un signal desservi un peu avant la gare de Remersdaal. Le second train arrive devant le signal fermé (au rouge) qui protège la section dans laquelle se trouve le premier train. Le conducteur arrête son train au pied de ce signal fermé. En vertu du caractère permissif de ce signal fermé, le conducteur remplit son document de bord et franchit le signal en marche à vue, c'est-à-dire à vitesse réduite, conformément à la procédure.

Vers 4h07, le conducteur du premier train remet son train en mouvement suite à l'ouverture du signal (vert) devant lequel il est à l'arrêt; il alors ressent un choc: le second train vient de percuter l'arrière de son train.

Une alarme GSM-R est lancée et des mesures de protection sont prises. La circulation des trains sur la ligne 24 est interrompue.

L'accident a causé d'importants dégâts à l'infrastructure et au matériel roulant mais aucune victime n'est à déplorer.

Un enquêteur de l'Organisme d'Enquête s'est rendu sur les lieux de l'accident afin de récolter des informations sur les circonstances de la collision, à la suite de quoi une enquête a été ouverte.

L'analyse de l'accident par l'Organisme d'Enquête a pour but de déterminer le scénario le plus probable ainsi que les causes directes, indirectes et sous-jacentes de l'accident.

Un accident peut être expliqué comme une perte de contrôle sur la dynamique d'une situation: le cours des événements bifurque par la survenue d'un événement pivot ou initiateur. Les principes de sécurité destinés à empêcher la survenue de l'événement pivot sont dits principes de maîtrise. Après l'événement initiateur, le processus bascule dans un état instable en sécurité, il devient intrinsèquement non sûr. Une porte vers l'accident s'est ouverte, et le cours des événements va inexorablement conduire à l'accident si une action de récupération volontaire et efficace n'est pas effectuée à temps.

Si cette récupération échoue, l'accident survient. Les conséquences peuvent en être atténuées en amortissant l'impact grâce aux principes de mitigation.

L'analyse de la dynamique de l'accident a permis de placer l'événement pivot au franchissement du signal permissif fermé par le second train.

Le conducteur n'a pas d'information sur la raison de la fermeture du signal B335 : les raisons peuvent être multiples et la représentation mentale que se fait le conducteur de la situation pourrait s'en trouver affectée. La réglementation ne prévoit pas de contact entre le conducteur de train et le poste de signalisation lors du franchissement d'un signal non desservi permissif fermé: le poste de signalisation n'a pas de vue sur les signaux non desservis.

Une fois le signal B335 franchi, diverses barrières de récupération pourraient encore empêcher la survenue de l'accident : la réussite de la marche à vue du second train et des barrières technologiques.

En marche à vue de nuit, un des gestes-métiers des conducteurs consiste à rechercher le signal de queue lumineux d'un autre train.

Le premier train est bien équipé d'une lanterne de queue mais, saisie par la police, elle n'a pas été testée immédiatement : l'enquête n'a pu déterminer si elle fonctionnait au moment de l'accident.

En outre, suite à la réception de commentaires contradictoires lors de l'envoi du *draft* de son rapport d'enquête, l'OE a décidé d'organiser une reconstitution. L'OE a ainsi constaté des problèmes de compatibilité entre des lanternes et les supports de lanterne présents sur certains types de wagons. Ces incompatibilités résulteraient, entre autres, en l'absence d'allumage de la lanterne. Le wagon de queue du premier train est concerné par cette problématique.

Durant la marche à vue du second train, le signal au pied duquel le premier train est à l'arrêt est commandé au passage. Il se pourrait que le passage au vert de ce signal, qui n'est pas destiné au second train, ait agi comme un élément déclenchant intempestivement et automatiquement l'abandon d'une routine plus exceptionnelle (la marche à vue) au profit d'une routine considérée par le cerveau humain comme plus normale (une voie libre manifestée par le signal au passage). Il s'agit là d'une erreur de capture ayant enclenché, dans le chef du conducteur et par automatisme, une représentation mentale erronée, confortée par l'absence de visibilité du signal de queue.

Des barrières technologiques pourraient constituer un autre principe de récupération. L'analyse de l'Organisme d'Enquête a montré l'insuffisance d'efficacité, dans les circonstances de l'accident, du système d'aide à la conduite TBL1+ ainsi que du système de signalisation de cabine ETCS (niveaux 1 et 2) : ces 2 systèmes permettent de franchir un signal permissif fermé à faible vitesse et la détection des trains étant réalisée par des circuits de voie, ils n'apportent pas d'appui technologique au conducteur devant gérer la marche à vue. L'ETCS de niveau 3 (système toujours à l'étude actuellement) prévoirait que l'espacement entre les trains ne serait plus réalisé sur base d'une détection des trains par des circuits de voies (fixes) mais par les informations fournies par les trains eux-mêmes. L'ETCS de niveau 3 pourrait constituer une barrière de récupération.

D'autres dispositifs technologiques permettant de prévenir le conducteur de la présence d'un autre train circulant sur la même voie que le sien (Railway Collision Avoidance System (RCAS) développé par le German Aerospace Center) sont également toujours à l'étude: le conducteur du second train n'a donc pas pu bénéficier de ce genre d'aide technologique.

La représentation mentale erronée du conducteur et l'absence de barrières technologiques ont, selon notre scénario, contribué à l'enclenchement du freinage d'urgence de façon trop tardive par le conducteur du second train, entraînant la collision.

Les barrières de mitigation ont permis d'atténuer les conséquences de l'accident : l'alarme GSM-R lancée et l'interruption de la circulation ont permis d'éviter le sur-accident.

Les conclusions de l'enquête rejoignent celles sur l'accident de Tintigny survenu en mai 2012: le franchissement en marche à vue d'un signal permissif fermé avait également entraîné une collision par rattrapage d'un train présent dans la section en aval par un second train. Une recommandation de l'OE concerne la réflexion à mener par les acteurs du secteur ferroviaire sur les risques de collision suite au rattrapage d'un train par un autre, afin d'identifier les divers éléments intervenant aux niveaux organisationnel, technique ou opérationnel et afin d'identifier des mesures de maîtrise et de récupération à entreprendre.

D'autres recommandations concernent les mesures à prendre pour palier aux risques identifiés d'une défaillance de la batterie de la lanterne et de l'inadéquation entre les lanternes de queue et les supports sur les wagons.

L'OE recommande également que les mesures nécessaires soient prises pour une sensibilisation du personnel à la transmission des informations et à l'application des procédures décrites dans le SGS.

2. LES FAITS IMMEDIATS

2.1. L'ÉVÉNEMENT

2.1.1. DESCRIPTION DE L'ÉVÉNEMENT

Le mardi 1^{er} octobre 2013, un train de marchandises de l'entreprise ferroviaire Crossrail a percuté un train de marchandises de l'entreprise ferroviaire SNCB Logistics à hauteur du viaduc de la Galoppe, situé sur le territoire de la commune de Remersdaal, à hauteur de la borne kilométrique 32.790 de la ligne 24.

Le train de marchandises E47540 de la société SNCB Logistics, parti de la gare de Montzen, circule à voie normale sur la voie B de la ligne 24 en direction de Genk-Goederen.

Le train de marchandises Z65292 de la société Crossrail en provenance d'Aachen en direction d'Antwerpen circule à voie normale sur la voie B de la ligne 24.

Aux environs de 4h07, le train Z65292 percute l'arrière du train E47540, le conducteur du train lance une alarme GSM R.

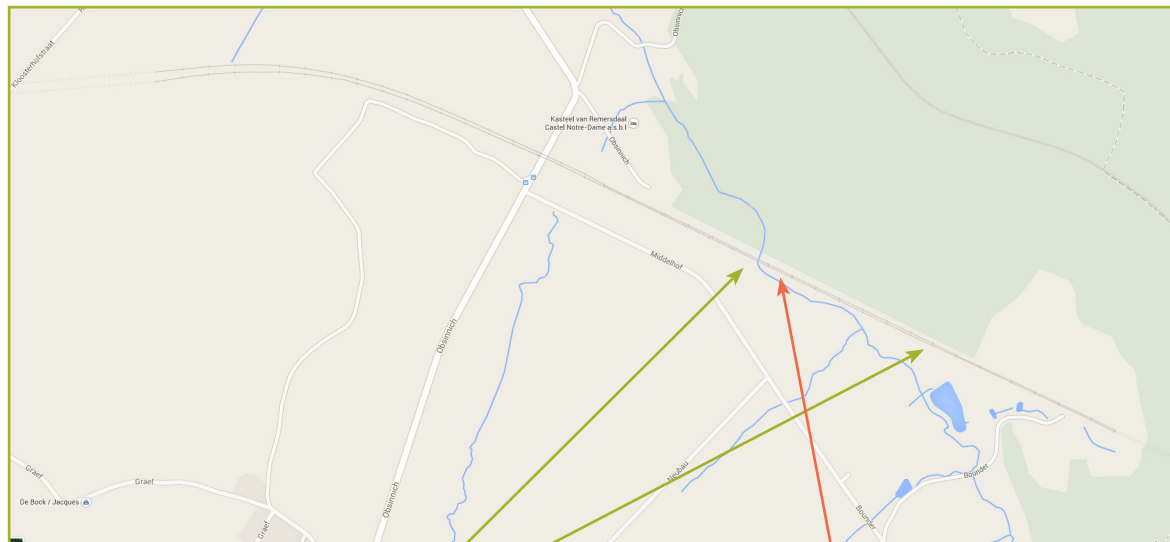
Au moment de la collision, le train E47540 était en train de redémarrer suite au passage au vert du signal K.12 au pied duquel il avait dû marquer l'arrêt. Le second train, Z65292, roulait à vitesse réduite après avoir franchi en marche à vue le signal permissif fermé B335. Les conducteurs ne sont pas blessés.

Le premier train, E47540, est composé de 20 wagons de mitrailles. Certains wagons ont subi un choc lors de la collision mais n'ont pas déraillé.

Le second train, Z65292, est composé de 19 wagons transportant des voitures. Plusieurs wagons ont déraillé et l'un d'eux est tombé en bas du viaduc de la Galoppe.

2.1.2. DESCRIPTION DU SITE

L'accident s'est produit sur la ligne 24 sur le viaduc de la Galoppe sur le territoire de la commune de Remersdaal.



Viaduc de la Galoppe

Lieu de la collision



2.1.3. LA DÉCISION D'OUVRIR UNE ENQUÊTE

L'accident a été notifié par le TC à l'enquêteur de garde vers 5h15. Il s'est rendu sur les lieux.

Cet accident ne répond pas à la définition d'accident grave conformément à la définition de l'article 5 de la loi du 19 décembre 2006 : il n'y a ni mort, ni blessé et les dégâts matériels sont peu importants.

Pendant une certaine similarité des circonstances de cet accident avec celles de l'accident de Tintigny de mai 2012 poussent l'OE à ouvrir une enquête, en conformité avec l'article 45¹ de la loi du 19 décembre 2006.

Conformément à la mission de l'organisme d'enquête définie dans la loi du 19 décembre 2006 en son article 52², l'enquête n'a pas pour but de déterminer les responsabilités mais les causes directes, indirectes ou sous-jacentes ayant pu jouer un rôle dans l'accident.

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.

2.1.4. COMPOSITION DE L'ÉQUIPE

Rôle	Organisme d'appartenance
Enquêteur principal	SPF Mobilité et Transports / Organisme d'Enquête
Enquêteurs	SPF Mobilité et Transports / Organisme d'Enquête
Expertise technique bande Teloc	SPF Mobilité et Transports / Organisme d'Enquête
Assistance documentaire, logistique, technique	Service d'enquête d'Infrabel
Assistance documentaire, logistique, technique	Service d'enquête de la SNCB Logistics
Assistance documentaire, logistique, technique	Service d'enquête de Crossrail Belgium

2.1.5. CONDUITE DE L'ENQUÊTE

2.1.5.1. GÉNÉRAL

L'enquêteur s'est rendu sur le site de l'accident mais n'a pu avoir accès directement vu le périmètre de sécurité établi. Une fois le périmètre de sécurité levé, les premières constatations, relevés et prise de témoignages ont pu être effectués.

¹ Loi du 19 décembre 2006. - Loi relative à la sécurité d'exploitation ferroviaire. Art. 45. En plus des accidents graves, l'organisme d'enquête 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 à grande vitesse ou conventionnel. L'organisme d'enquête peut analyser chaque accident et incident d'exploitation ou affectant celle-ci non visés à l'alinéa 1er, selon les modalités fixées par le Roi.

² Loi du 19 décembre 2006. - Loi relative à la sécurité d'exploitation ferroviaire. Art. 52. L'enquête est effectuée indépendamment de toute information et instruction judiciaire et ne peut en aucun cas viser à la détermination de la faute ou de la responsabilité.

2.1.5.2. ETUDE TECHNIQUE

L'enquête technique a pour but d'établir le scénario le plus probable en fonction des éléments à la disposition de l'OE.

L'OE a travaillé à partir :

- des constatations effectuées sur le site de l'accident par l'enquêteur de l'OE,
- de comptes rendus de conducteurs,
- des demandes d'informations,
- des réglementations et documentations techniques applicables,
- des demandes d'informations au gestionnaire de l'infrastructure et aux entreprises ferroviaires.

2.1.5.3. ETUDE FACTEURS HUMAINS ET ACTIVITÉS OPÉRATIONNELLES

Le plus souvent, la genèse de l'accident résulte de l'association plus ou moins complexe des spécifications, des prescriptions et des attentes du comportement d'une part et du comportement réel d'un individu d'autre part.

On s'intéresse aux écarts entre les comportements constatés et les comportements attendus des acteurs de première ligne comme condition de sécurité.

Dans la plupart des cas, les écarts sont constitutifs des pratiques courantes. Ils traduisent notamment des ajustements des prescriptions à la variation des conditions réelles. Il s'agit d'ajustements "efficaces", voire nécessaires à l'accomplissement de la mission opérationnelle. Ils peuvent aussi résulter d'une dérive lente des pratiques moyennes, pour des raisons d'utilité perçue (ex : abandon d'une vérification par expérience,...) ou des raisons de confort (ex : gain de temps).

L'identification de mesures efficaces de correction des fragilités relevées par l'accident dans le modèle de sécurité suppose une bonne compréhension de ces écarts. Cette explication doit se faire à deux niveaux : le niveau de causalité directe et le niveau de causalité indirecte.

La causalité indirecte consiste à chercher ce qui, dans les modalités d'organisation, de management, de formation, la culture professionnelle,... peut expliquer les causes directes.

L'activité d'une personne est la mobilisation de son corps et de son intelligence pour atteindre des buts successifs dans des conditions déterminées.

L'activité comporte une dimension visible (le comportement) et des dimensions non visibles (les perceptions, la mémoire, les connaissances, le raisonnement, les prises de position).

Par son activité, un opérateur cherche à atteindre les buts fixés, mais en tenant compte des variabilités qui surgissent :

- variation du contexte, de l'état du processus et des matériels, des moyens disponibles, des ressources collectives,
- variation de son propre état (jour/nuit, fatigues, douleurs,...).

L'OE a analysé ces activités humaines de façon limitée, en regard avec les barrières de sécurité du schéma de l'accident.

2.1.5.4. ETUDE DU SYSTÈME DE GESTION DE LA SÉCURITÉ

Une analyse limitée des SGS des parties impliquées a été menée, afin d'apporter un éclairage organisationnel et opérationnel à l'analyse de l'accident.

2.2. LES CIRCONSTANCES DE L'ÉVÉNEMENT

2.2.1. ENTREPRISES ET PERSONNELS CONCERNÉS

2.2.1.1. LE GESTIONNAIRE D'INFRASTRUCTURE : INFRABEL

Suite à l'Arrêté Royal du 14 juin 2004, Infrabel est le gestionnaire d'infrastructure

Le gestionnaire assure :

- l'acquisition, la construction, le renouvellement, l'entretien et la gestion de l'infrastructure
- la gestion des systèmes de régulation et de sécurité de cette infrastructure
- la fourniture aux entreprises ferroviaires de services relatifs à l'infrastructure ferroviaire
- la répartition des capacités de l'infrastructure ferroviaire disponibles (horaires et sillons)
- la tarification, la facturation et la perception des redevances d'utilisation de l'infrastructure ferroviaire et des services.

Le gestionnaire de l'infrastructure doit veiller à l'application correcte des normes techniques et des règles afférentes à la sécurité de l'infrastructure ferroviaire et à son utilisation.

Le gestionnaire est divisé en trois directions principales : Direction Infrastructure, Direction Réseau, Direction Accès Réseau

Les directions d'Infrabel plus particulièrement concernées par l'accident sont :

- La direction Infrastructure qui gère l'infrastructure ferroviaire sur le terrain ainsi que les postes de signalisation
- La direction Réseau qui gère l'exploitation des postes de signalisation et la régulation du trafic.

2.2.1.2. L'ENTREPRISE FERROVIAIRE : SNCB LOGISTICS

SNCB Logistics assure :

- le transport ferroviaire de marchandises.
- les services logistiques liés au transport de marchandises
- l'acquisition, l'entretien, la gestion et le financement du matériel roulant

Elle possède un certificat de sécurité délivré par l'Autorité Nationale de Sécurité belge, le SSICF :

- Partie A : partie générale relative aux systèmes de sécurité depuis le 10/12/2010
- Partie B : partie spécifique liée aux conditions spécifiques du réseau ferroviaire depuis le 21/12/2010 et valide jusqu'au 20/12/2013³.

2.2.1.3. L'ENTREPRISE FERROVIAIRE : CROSSRAIL BELGIUM

Crossrail Belgium assure

- le transport ferroviaire de marchandises.
- les services logistiques liés au transport de marchandises
- l'acquisition, l'entretien, la gestion et le financement du matériel roulant

Elle possède un certificat de sécurité délivré par l'Autorité Nationale de Sécurité belge, le SSICF :

- Partie A : partie générale relative aux systèmes de sécurité depuis le 20/10/2011
- Partie B : partie spécifique liée aux conditions spécifiques du réseau ferroviaire depuis le 10/01/2012 et valide jusqu'au 09/01/2015

Le conducteur du train Z65292:

- avait juste terminé sa formation de conducteur de trains.

³ La partie B du certificat de sécurité de SNCB Logistics a été renouvelée depuis.

2.2.2. COMPOSITION DES TRAINS

2.2.2.1. TRAIN E47540

Le convoi est composé d'une locomotive électrique de type 28 et de 20 wagons. Le train a une longueur de 328 m et un poids de 1561 tonnes; le régime de freinage prévu est P100.

N°	Nr du wagon	Masse totale (tonnes)	Longueur (mètres)
1	3180 5375 366 7	74.2	15.7
2	3180 5376 685 9	74.3	15.7
3	3180 5377 778 1	75.1	15.7
4	3180 5376 179 3	75.3	15.7
5	3180 5375 270 1	73.9	15.7
6	3180 5376 654 5	74.1	15.7
7	3180 5377 966 2	74.2	15.7
8	3180 5377 712 0	75.2	15.7
9	3180 5375 325 3	74.5	15.7
10	3180 5368 175 1	73.4	14
11	3180 5358 517 6	71.7	14.2
12	3180 5376 076 1	73.9	15.7
13	3180 5375 610 8	73.6	15.7
14	3180 5375 319 6	74.2	15.7
15	3180 5375 298 2	74.2	15.7
16	3180 5360 766 5	72.4	14
17	3180 5375 496 2	74.1	15.7
18	3180 5375 381 6	73.9	15.7
19	3180 5368 290 8	73.6	14
20	3180 5400 957 2	73.1	14

Equipements

La locomotive était équipée des systèmes d'aide à la conduite suivants :

- Système de contrôle de vigilance par pédale de veille automatique (pédale d'homme mort);
- Appareil d'enregistrement (vitesse, impulsions crocodile, temps);
- Equipement Memor;
- GSM-R.

2.2.2.2. TRAIN Z65292

Composition

Le convoi est composé d'une locomotive diesel et de 19 wagons. Le train a une longueur de 599m et un poids de 1299 tonnes; le régime de freinage prévu est P100.

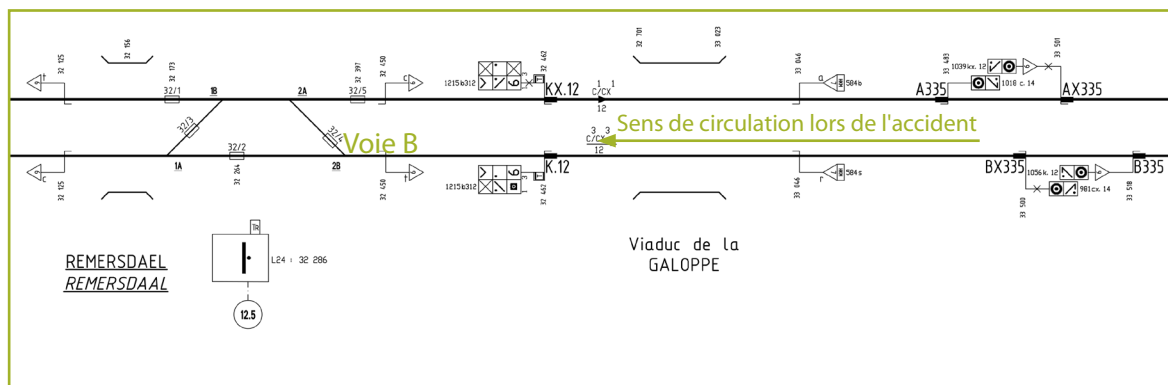
N°	Nr du wagon	Masse totale (tonnes)	Longueur (mètres)
1	2780 4363 809 9	53,16	31
2	2780 4363 815 6	47,32	31
3	2780 4363 812 3	52,98	31
4	2780 4363 787 7	53,55	31
5	2780 4363 768 7	53,80	31
6	2780 4263 783 6	53,48	31
7	2780 4363 854 5	53,62	31
8	2780 4363 805 7	53,27	31
9	2780 4363 773 7	53,31	31
10	2780 4363 762 0	47,36	31
11	2780 4363 799 2	53,44	31
12	2780 4363 808 1	53,04	31
13	2780 4363 822 2	53,20	31
14	2780 4363 855 2	53,38	31
15	2780 4363 790 1	47,38	31
16	2780 4363 801 6	53,82	31
17	2780 4363 820 6	53,73	31
18	2780 4363 840 4	54,00	31
19	2780 4263 777 8	48,14	31

Equipements

La locomotive de tête était équipée des systèmes d'aide à la conduite suivants :

- Système de contrôle de vigilance par pédale de veille automatique (pédale d'homme mort);
- Appareil d'enregistrement (vitesse, impulsions crocodile, temps);
- Equipement Memor;
- GSM-R.

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



La signalisation de la ligne 24 est constituée de signaux lumineux et de panneaux. Ceux-ci sont implantés à gauche de la voie lorsqu'ils s'adressent au régime de circulation à voie normale et à droite pour les circulations à contre-voie.

L'accident s'est produit dans la section comprise entre le signal d'arrêt non desservi B.335 et le signal d'arrêt desservi K.12 (signal d'entrée de la gare de Remersdaal). La gare de Remersdaal est gérée par le block 12 de Remersdaal de technologie "tout relais", télécommandé par le block 5 de Visé également de technologie "tout relais".

2.2.3.1. BLOCK-SYSTEM À VOIE OUVERTE

La voie est divisée en portions, appelées sections de block. Dans une section n'est admis qu'un seul convoi. Une section est la partie de voie comprise entre deux signaux d'arrêt successifs.

L'automatisation de la signalisation a permis de concevoir le fonctionnement suivant : les signaux sont ouverts sauf si la section est occupée par un train ou si on est en présence d'une avarie de CV ou si un PN est présent et est en GA,...

Ainsi, si deux convois se suivent sur un tronçon à voie ouverte, le second verra les signaux s'ouvrir au fur et à mesure que le premier dégage les sections en aval, et ce grâce au système de détection de train dans la section (circuit de voie – voir plus loin), c.-à-d. sans l'action d'un opérateur d'un poste de signalisation.

2.2.3.2. CIRCUIT DE VOIE

Le contrôle "voie libre" est effectué par des appareils de détection placés dans la voie.

Un circuit de voie délivre l'information "voie libre" si la section de voie correspondante est libre de tout engin lourd ou de dérangement.

2.2.3.3. SIGNAL B335

Le signal B335 est un grand signal d'arrêt permissif permanent pourvu d'une couronne de franchissement.

Le signal est implanté à gauche de la voie B à la BK 33.518.

Il peut présenter :

- le rouge
- le vert
- le double-jaune
- le jaune-vert horizontal



2.2.3.4. SIGNAL K.12

Le signal K.12 est un grand signal d'arrêt combiné. Le signal est implanté à gauche de la voie B à la BK 32.462.

Ce signal est desservi par le block 12 de Remersdaal télécommandé par le block 5 de Visé.

Il combine les fonctions du grand signal d'arrêt et la fonction d'avertisseur du signal suivant, le signal B312.

Il est muni

- d'un panneau supérieur pouvant présenter un chevron (en cas de changement de régime : passage à contre-voie)
- d'un panneau inférieur pouvant présenter un chiffre 6 (limitation de vitesse à 60km/h dans le cas d'un passage sur les aiguillages pour passer à contre-voie)
- d'une couronne lumineuse de franchissement
- d'une armoire à T rouge avec un téléphone de communication avec le poste de signalisation



Il peut présenter :

- le rouge
- le vert
- le double-jaune

2.2.3.5. POSTE DE SIGNALISATION

Les postes sont des installations d'où les équipements de signalisation sont commandés et où l'évolution des mouvements dans la zone contrôlée par le poste de signalisation peut être suivie sur des écrans de contrôle.

L'endroit où s'est déroulé l'accident est situé entre un signal non desservi et un signal desservi : cette section n'est donc pas contrôlée par un poste de signalisation.

2.2.3.6. MOYENS DE COMMUNICATION

Un conducteur peut établir une communication directe depuis son poste de conduite avec le Traffic Control via GSM-R.

Le GSM for Railways (GSM-R) est un standard international pour le réseau radio numérique pan-européen de communication.

Le GSM-R supporte les services de voix et de données (il fournira à ce titre le support radio pour le système de signalisation européen ERTMS (European Rail Traffic Management System))

Le réseau radio numérique GSM-R travaille dans des bandes de fréquences allouées par la Communauté Européenne identiques en Europe.

Il permet d'effectuer des appels par groupe, gérer la priorité des appels, enregistrer toutes les conversations (via le système ETRALI).

Les 2 trains, de même que la section de ligne, étaient équipés du GSM-R et les conversations ont été enregistrées.

En outre, les conducteurs disposent également d'un GSM de service.

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

N.A.



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

2.2.5.1. PLAN PRÉVU

Infrabel a défini des tâches prioritaires dans son plan d'Urgence :

- alarme et mesures de protection immédiate
- couverture
- secours aux victimes
- information

Pour faciliter la tâche des agents, des fiches d'alarme sont disponibles pour les postes de signalisation, le régulateur de ligne et le répartiteur ES.

Selon les technologies (Tout relais, EBP) et le type de tronçon concerné par l'accident (tronçon où le block automatique est appliqué ou non), le desservant du poste de signalisation a la possibilité de:

- fermer les signaux desservis;
- utiliser la commande d'arrêt d'urgence de la signalisation dans un tronçon de voie concernée pour bloquer les circulations.

L'application et levée des couvertures des "cas du tableau 1", sur demande du répartiteur ES, supprime la commande :

- automatique du tracé des itinéraires ;
- d'ouverture des signaux dans le secteur ;
- d'ouverture des signaux donnant accès ou autorisant la sortie du secteur correspondant.

Cela provoque directement la fermeture ou le maintien à l'arrêt de ces signaux.

Le régulateur de ligne :

- lance le message alarme par GSM-R (dans l'éventualité où les conducteurs ne l'auraient pas fait),
- lance l'alarme aux postes de signalisation, répartiteur ES et aux autres régulateurs de ligne.

Le Répartiteur ES coupe la tension et demande ensuite l'application du cas caténaire concerné aux blocks concernés.

2.2.5.2. DÉROULEMENT EFFECTIF

Le 01/10/2013

- Vers 4h07 le conducteur du train E47540 a lancé une alarme GSM-R concernant un problème caténaire.
- De 4h07 à 4h18 le répartiteur courant de traction et le TC ont pris des mesures pour traiter le problème caténaire signalé (interdiction d'envoyer d'autres trains vers la zone et application d'un cas caténaire du tableau I à Visé et à Montzen).
- Vers 4h09 le conducteur du train Z65292 a pris contact avec le block 44 pour lui signaler l'accident.
- Vers 4h11 le block 44 a pris contact avec le block 5 pour lui signaler que le conducteur du Z65292 l'avait prévenu d'un problème.
- Vers 4h18 le répartiteur courant de traction et le TC ont été informé par le conducteur du train E47540 que le conducteur du train Z65292 venait de l'avertir de la collision.
- Vers 4h26 le block 5 de Visé, après avoir pris contact avec le conducteur du train Z65292, a informé le TC de la collision. A ce moment, le TC avait déjà été informé
- 04h41 Les cas 24460 et 24462 Tableau II sont appliqués.
- 05h35 Les pompiers de Fourons arrivent sur place.
- 05h40 Le fonctionnaire Area SE Liège arrive sur place.
- 06h20 Arrivée sur place du fonctionnaire de la PSG Liège.
- 09h40 Les services de secours autorisent l'accès des lieux de l'accident.
- 11h00 Le visiteur de matériel autorise l'évacuation du train E47540 à vitesse réduite (60km/h)
- 14h35 Le train de relevage arrive sur place.
- 22h00 La voie A de la ligne 24 est remise en service entre Remersdaal et Montzen.

Le 02/10/2013

- 00h44 Le répartiteur CT Namur côté Liège lève les couvertures du cas 24460 TII Ligne 24.
- 10h10 Les couvertures pour les cas 24451 et 24453 sont appliquées.
- 14h55 La voie B est mise hors service entre Monzen (signal CX 14) et Remersdaal (signal K.12) (le cas 24462 TII est toujours appliqué) pour les travaux de remise en état de la voie et dégagement des débris.
- 15h37 Le répartiteur CT Namur lève les couvertures des cas 24451 + 24453 TII de la ligne 24.

Le 05/10/2013

- 01h02 Remise en service de la voie B

2.2.6. DÉCLENCHEMENT DU PLAN D'URGENCE DES SERVICES PUBLICS DE SECOURS, DE LA POLICE ET DES SERVICES MÉDICAUX ET SA CHAÎNE D'ÉVÉNEMENTS

N.A.

2.3. PERTES HUMAINES, BLESSÉS ET DOMMAGES MATÉRIELS

2.3.1. PASSAGERS ET TIERS, PERSONNEL, Y COMPRIS LES CONTRACTANTS

Aucune victime, aucun blessé n'est à déplorer.

2.3.2. FRET, BAGAGES ET AUTRES BIENS,

Le chargement du second train a subi divers dommages :

- le premier wagon a déraillé et a basculé en bas du viaduc de la Galoppe : il s'est écrasé avec sa charge au pied du viaduc dans une zone arborée;
- les deuxième et troisième wagons se sont écrasés contre les wagons qui les précédaient, subissant et entraînant de gros dégâts tant au matériel roulant qu'aux charges transportées;
- une partie du deuxième wagon (plateforme supérieure) et de son chargement a également été entraînée en bas du viaduc de la Galoppe
- les voitures transportées par les wagons suivants se sont déplacés (longitudinalement principalement)

2.3.3. MATÉRIEL ROULANT, INFRASTRUCTURE ET ENVIRONNEMENT

2.3.3.1. TRAIN E47540

Suite au choc, quelques wagons du premier train ont été légèrement endommagés : ils ont pu être évacués à vitesse réduite.

2.3.3.2. TRAIN Z65292

La locomotive qui a tamponné le dernier wagon du premier train a subi divers dommages notamment:

- aux butoirs,
- à l'avant de la locomotive (dégâts de peinture et à la carrosserie),
- à un phare,
- à la poignée et au marchepied.

Le bloc moteur a subi un décalage.

Les conséquences du choc sont importantes sur les wagons 1 à 6, wagons ayant subi les plus gros dégâts. Le wagon 1 a été poussé hors de la voie et a été précipité en bas du viaduc de la Galoppe. Les chargements des wagons 2 à 4, des voitures, ont subi des déplacements et les wagons eux-mêmes ont été endommagés (dégâts divers aux châssis et aux butoirs) et une partie du deuxième wagon a basculé en bas du viaduc.

2.3.3.3. INFRASTRUCTURE

Dans leurs mouvements consécutifs au choc, des wagons du second du train ont causé des dégâts, tant aux caténaires qu'aux voies elles-mêmes (traverses, rails, etc.) et qu'aux infrastructures du viaduc de la Galoppe. Les voies A et B sont obstruées.

2.3.4. AUTRES

La circulation des trains est interrompue sur les voies A et B :

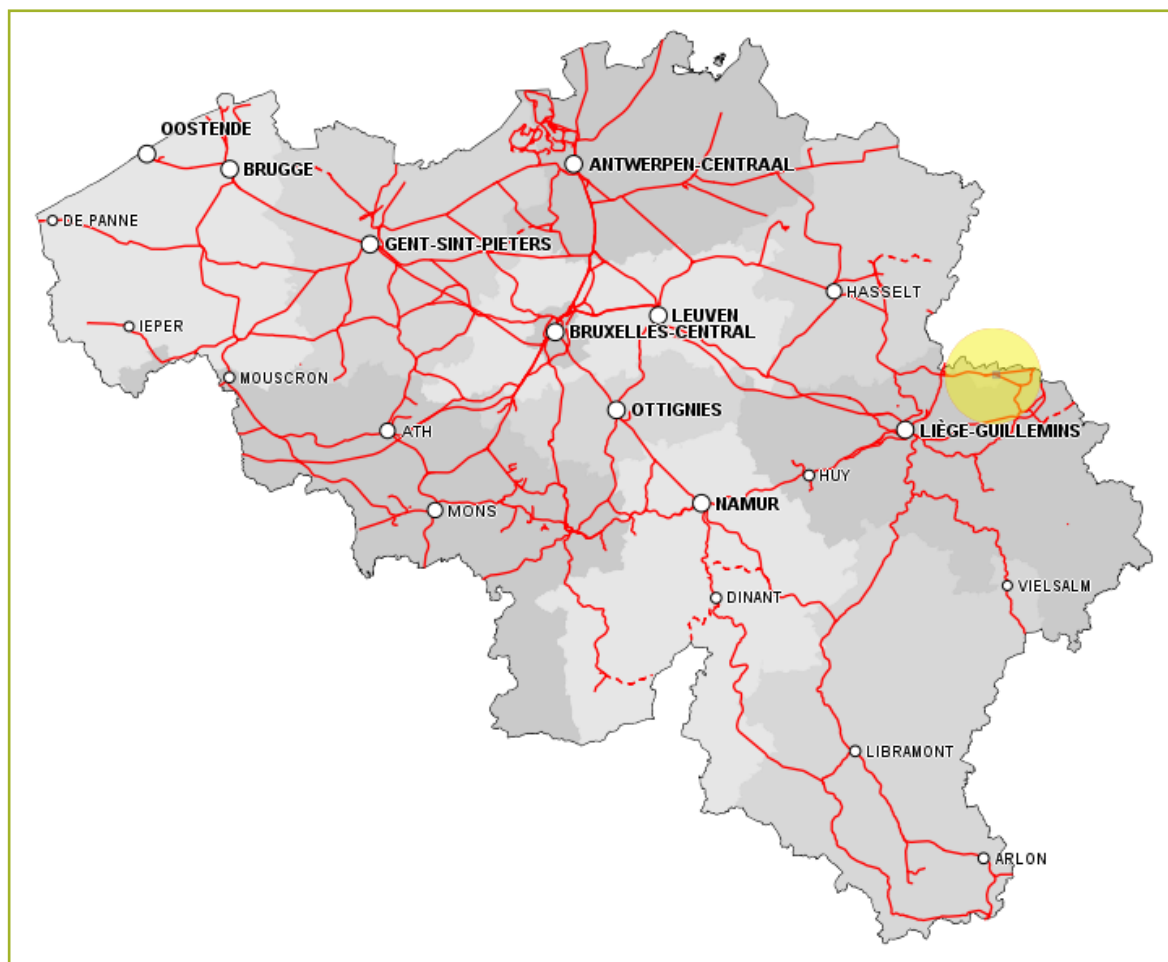
- la voie B a été mise hors service du 1/10 vers 4h10 au 5/10 à 01h02.
- la voie A a été mise hors service le 1/10 vers 4h10 jusqu'à 22h00, puis pour la suite du relevage et des travaux à la voie et à la caténaire, le 2/10 de 8h00 à 16h15 et le 4/10 de 11h45 à 16h15.

2.4. CIRCONSTANCES EXTERNES

2.4.1. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

La nuit de l'accident, le ciel est légèrement nuageux et la lune présente un fin quartier.

2.4.2. RÉFÉRENCES GÉOGRAPHIQUES



3. COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS ET ENQUÊTES

3.1. RÉSUMÉ DES TÉMOIGNAGES

Des témoignages et informations rassemblées, il ressort les éléments suivants :

- la nuit était sombre;
- les procédures liées au franchissement du signal permissif fermé B335 ont bien été respectées;
- lors du choc, le premier train (train tamponné) redémarrait suite à l'ouverture au passage (vert) du signal K.12 devant lequel il avait été arrêté;
- le Traffic Control a reçu une alarme via le GSM-R du conducteur du premier train;
- le block 44 de Montzen a été prévenu de l'accident via le GSM de service du conducteur du second train, à la suite de quoi le block 44 a pris contact avec le block 5 de Visé;
- le block 5 de Visé a pris contact avec le conducteur du second train afin d'obtenir de plus amples renseignements et a ensuite prévenu le Traffic Control; les opérateurs des postes de signalisation ont appliqué des mesures de protection pour éviter le sur-accident.

3.2. SYSTÈME DE GESTION DE LA SÉCURITÉ

L'analyse d'un système de gestion de la sécurité est réalisable suivant trois dimensions: la composante technique, la composante humaine et la composante organisationnelle. Ceci permet de mettre en évidence à différents niveaux les éventuelles défaillances et/ou inadéquations du système et notamment dans la gestion des risques et ce dans le but de prévenir les accidents.

Le présent rapport présente les analyses des différentes barrières de maîtrise du point de vue des SGS:

- la composante technique au chapitre 3.4;
- la composante humaine au chapitre 3.6;
- la composante organisationnelle ci-après.

3.2.1. SGS INFRABEL

3.2.1.1. CONTRÔLE DES RISQUES

Infrabel gère les risques liés à ses activités propres, de même que les risques liés aux activités des entreprises ferroviaires sur son réseau : il s'agit des risques propres, des risques partagés et des risques reportés.

En décembre 2007, une évaluation des risques a été effectuée : Infrabel a alors analysé les risques de façon semi-quantitative en se basant sur l'historique disponible des données de la SNCB-Holding.

L'objectif de cette analyse était de déterminer :

- les risques d'exploitation principaux d'Infrabel;
- les causes et les facteurs qui contribuent au danger;
- les risques dont Infrabel a le contrôle.

Risques d'exploitation – Tâches de coordination du GI

Au niveau de l'exploitation de l'infrastructure ferroviaire et de la circulation des trains, le risque de tamponnement par rattrapage d'un train par un autre existe et a clairement été identifié par le secteur ferroviaire depuis de nombreuses décennies.

Ce risque a été maîtrisé par l'adoption du block-system pour la circulation des trains : les lignes sont divisées en parties successives, de longueurs variables, dénommées sections de block, dans lesquelles deux trains ne peuvent être engagés simultanément. L'accès d'une section de block est commandé par un grand signal d'arrêt fixe ou, dans certains cas exceptionnels, par un signal mobile. En tant que Gestionnaire de l'Infrastructure, la gestion de la signalisation revient à Infrabel.

Au sein de l'ensemble de la réglementation d'Infrabel, c'est le RSEIF qui donne les prescriptions de sécurité pour l'exploitation de l'infrastructure ferroviaire (RSEIF = Règlement de Sécurité pour l'Exploitation de l'Infrastructure Ferroviaire). Il est basé d'une part sur l'expérience ainsi que sur les acquis techniques et opérationnels du secteur ferroviaire, et tient compte des règles (UIC, RID, etc.) et des normes et législations (belges ou internationales) d'autre part.

C'est au sein du RSEIF que se trouve la réglementation relative à la signalisation que doivent suivre les conducteurs pour l'exécution, en toute sécurité, des mouvements de leurs trains. Le RSEIF doit en effet :

- permettre aux EF d'utiliser le réseau ferroviaire belge en toute sécurité;
- être utilisé par Infrabel et les EF comme fil conducteur pour établir leurs propres prescriptions de sécurité.

Le RSEIF spécifie (RSEIF 6.1) qu'un grand signal d'arrêt permissif muni d'une couronne de franchissement en position fermée peut être franchi par le conducteur sans ordre de franchissement. Il n'y a pas de communication entre le conducteur et le poste de signalisation. Le franchissement est suivi d'une marche à vue jusqu'au pied du grand signal d'arrêt suivant. Cette procédure n'a pas fait l'objet d'une modification récente.

Change management

Infrabel réalise également certaines de ces analyses de risque en collaboration avec et moyennant l'accord des entreprises ferroviaires concernées. S'il s'avère qu'une analyse de risque implique une ou plusieurs entreprises ferroviaires, elles sont invitées à participer à l'analyse. Ces risques peuvent être évoqués lors des réunions Safety Desk.

Ces réunions sont aussi une possibilité offerte aux entreprises ferroviaires de discuter et de développer l'identification d'un risque partagé. La nécessité de réaliser une analyse de risque est alors évaluée par les entreprises ferroviaires et par le gestionnaire d'infrastructure.

La procédure d'acceptation suit le cycle de gestion des risques.

Les analyses de risques sont utilisées pour évaluer les dangers en tenant compte de leur probabilité et de leur gravité.

3.2.1.2. MONITORING

Enquête et rapport d'enquête sur un accident

Une enquête interne sur un accident permet à l'organisation d'examiner l'efficacité des mesures de contrôle des risques ainsi que les processus connexes du système de gestion de la sécurité.

Par conséquent, non seulement les causes immédiates, mais également les causes sous-jacentes d'un accident peuvent être riches d'enseignement et doivent être analysées de façon systématique.

L'accident a fait l'objet d'une enquête interne chez Infrabel : en date du 14 octobre 2014, l'OE a reçu le rapport d'enquête du gestionnaire d'infrastructure.

3.2.1.3. RISQUES PROVENANT DES ACTIVITÉS DES AUTRES PARTIES

Dans la situation du jour de l'accident, trois risques étaient principalement concernés :

Le risque lié au respect de la signalisation

Le risque est identifié : le conducteur est tenu de respecter la signalisation.

Dans le cadre de l'accident, une fois le signal franchi, il n'y a plus d'élément de signalisation appartenant à Infrabel pour imposer l'arrêt du train.

Le risque lié au franchissement d'un signal permissif fermé

Le risque est identifié : c'est la raison pour laquelle le conducteur est soumis au respect d'une marche à vue jusqu'au pied du grand signal d'arrêt suivant (RSEIF 6.1).

Le risque de collision

Plusieurs mesures ont été prévues pour palier au risque identifié de collision une fois le signal permissif fermé franchi :

- la vitesse de la marche à vue est limitée : 40km/h de façon générale, 20km/h de nuit et lorsque la visibilité est inférieure à 200m, voire 5km/h lors de traversée de certains tunnels (RSEIF 1.1 et RSEIF 7.1);
- le dernier wagon d'un train de marchandises doit être équipé d'un signal de queue, constitué d'une lanterne électrique de queue amovible présentant, lorsqu'elle est allumée, un feu rouge (RSEIF 4.1). Une lanterne rouge a la même signification qu'un drapeau rouge (RSEIF 3.1, point 7.3.2.3) et impose aux conducteurs qui circulent sur la voie concernée de s'arrêter en amont.

3.2.2. SGS DE LA SOCIÉTÉ CROSSRAIL

3.2.2.1. SYSTÈME DE GESTION DES COMPÉTENCES : FORMATION DU CONDUCTEUR

La loi du 19 décembre 2006 détermine les exigences applicables pour les conducteurs selon différents axes :

- exigences médicales;
- méthode de formation;
- connaissances professionnelles générales et exigences concernant la licence;
- connaissances professionnelles relatives au matériel roulant et exigences concernant l'attestation;
- connaissances professionnelles relatives aux infrastructures et exigences concernant l'attestation;
- fréquence des examens.

Crossrail remplit ces différentes exigences.

- La s.a. Crossrail Benelux est agréée en tant qu'organisme de formation chargé de fournir des services de formation aux conducteurs de train, au sens de l'article 34 de la loi du 19 décembre 2006 relative à la sécurité d'exploitation ferroviaire (Arrêté Royal datant du 14 novembre 2008). L'agrément est valable pour les formations pour les brevets des catégories A1, A2, A3, A4 et B2 décrites à l'annexe 1re de l'arrêté royal du 18 janvier 2008 relatif à la fourniture de services de formation aux conducteurs de train et au personnel de bord.

Crossrail dispense une formation appropriée aux conducteurs de train, et les soumet à des examens : c'est ce qui lui permet de s'assurer que ses conducteurs disposent des connaissances nécessaires pour faire circuler des trains sur le réseau ferroviaire. Au terme de la formation, Crossrail délivre un certificat au conducteur évalué ainsi que les annexes à ce certificat (attestation de connaissance de lignes et de matériel roulant).

- Crossrail assure une formation continue des conducteurs de train via :
 - des formations planifiées;
 - l'édition d'un document périodique distillant des informations liées à la sécurité, à la signalisation et aux procédures.
- Crossrail assure un suivi des circuits de formations ainsi que des examens médicaux et psychologiques de son personnel au travers de registres. Ceci permet de répondre à l'exigence de la validité de la licence, qui veut que son titulaire se soumette à des examens périodiques portant sur son aptitude physique et sur son aptitude psychologique sur le plan professionnel tous les trois ans au moins jusque l'âge de 55 ans et ensuite tous les ans.

3.2.2.2. GESTION DU RISQUE

Le risque lié au respect de la signalisation

Par la formation dispensée par Crossrail à ses conducteurs, la société s'assure qu'ils respectent la signalisation ferroviaire.

La formation de base s'accompagne d'une formation continue et d'examens des compétences.

Le risque de collision

Des règles internes existent pour palier au risque identifié de collision une fois le signal permissif fermé franchi:

- dans le cadre d'une marche à vue, le conducteur doit faire évoluer son train à une vitesse telle qu'il puisse arrêter de façon sûre son train devant tout obstacle prévisible sur l'étendue de voie qu'il distingue clairement devant lui;
- la vitesse en marche à vue ne peut dépasser 40km/h, et est limitée à 20km/h de nuit et lorsque la visibilité est inférieure à 200m;

3.2.2.3. MONITORING

Rassemblement des données et analyses

Afin de s'assurer que les risques sont contrôlés, une organisation a besoin de mesurer le niveau d'application de ces contrôles et d'en évaluer les résultats. La collecte de données de sécurité et l'analyse subséquente permettent à l'organisation de mesurer sa performance globale et de déceler les éventuelles lacunes au niveau de son SGS. Dégager des indicateurs sur la conformité des opérations par rapport à la norme et aux règles est essentiel si l'entreprise veut en déceler les déviations.

Pour une entreprise ferroviaire, vérifier la conformité des tâches réalisées par ses conducteurs est l'un de ces indicateurs. L'analyse des données enregistrées par le matériel roulant est l'un des outils à sa disposition.

La société Crossrail dispose d'indicateurs d'accidents et d'incidents (KPI). Crossrail réalise deux fois par an et par conducteur une lecture inopinée des données enregistrées lors d'un trajet.

Enquête et rapport d'enquête sur un accident

Les analyses réalisées par une organisation dans le cadre d'une enquête suite à un accident doivent être structurées au sein d'un rapport d'enquête, faisant apparaître son analyse systémique et organisationnelle, dans le but de tenter de déterminer non seulement les causes immédiates, mais également les causes sous-jacentes d'un accident.

La société Crossrail a transmis en date du 10 septembre 2014 son rapport d'enquête à l'OE. Les éléments sur lesquels s'est portée l'enquête sont repris dans les documents du rapport, mais ce dernier n'est pas structuré de sorte à faire ressortir les analyses systémiques et organisationnelles.

3.2.3. SGS SNCB LOGISTICS

3.2.3.1. UTILISATION DE CONTRACTANTS – CONTRÔLE DES FOURNISSEURS

Lorsque des fournisseurs, des partenaires et/ou des sous-traitants sont utilisés pour mener à bien des activités relatives à la sécurité d'exploitation, l'entreprise ferroviaire doit contrôler la livraison des fournitures et des services de sécurité fournis par ces contractants.

Le train de la SNCB Logistics impliqué dans l'accident avait subi un tête-à-queue (changement de front) à Aachen. Dans le cadre d'un partenariat SNCB Logistics/DB Schenker DE, cette opération a été réalisée et supervisée par du personnel de DB Schenker DE.

Dans le cadre de son Système de Gestion de la Sécurité, SNCB Logistics réalise des audits de ses contractants.

3.2.3.2. CONFORMITÉ AVEC LES RÈGLES APPLICABLES

Pour un fonctionnement en toute sécurité, une entreprise ferroviaire doit faire en sorte que toutes les opérations soient réalisées dans le respect des règles applicables, tant dans l'adéquation des équipements et du matériel roulant que dans la compétence du personnel concerné.

Ces opérations concernent, de façon non exhaustive, la formation et circulation des trains, les contrôles du matériel roulant avant départ, la gestion des équipements, etc.

Le respect du RSEIF 4.1 et du RGE 511 impose qu'une lanterne soit placée par le personnel de l'UI sur le dernier wagon lors de la formation du train.

Les spécifications de la lanterne de même que celles du support de lanterne équipant le wagon sont décrites dans les fiches UIC correspondantes.

Le RIV⁴ définissait les spécifications techniques (reprises dans les fiches UIC) auxquelles les wagons devaient satisfaire pour assurer un service international. Les wagons utilisés dans le train de la SNCB Logistics avaient été inscrits dans le RIV: ils peuvent être utilisés en service international sans autorisation particulière.

3.2.3.3. COMMUNICATION

Les organisations ne peuvent fonctionner sans communication, ce qui implique, notamment, le transfert d'informations au sein de l'entreprise elle-même. L'échange d'informations pertinentes sur la sécurité est essentiel pour un fonctionnement efficace du SGS.

L'absence de remontée d'information depuis les opérateurs de terrain vers la ligne managériale ne permet pas une prise en compte et une résolution globale des problèmes éventuellement rencontrés.

3.2.3.4. AUDIT INTERNE

En règle générale, l'audit interne a pour but d'examiner périodiquement les systèmes de gestion. En particulier, l'audit de sécurité interne doit évaluer si les procédures appliquées sont conformes aux exigences décrites dans le SGS.

⁴ RIV : Regolamento Internazionale dei Veicoli est un règlement pour l'emploi réciproque des wagons en trafic international, issu d'un accord entre pays européens de 1922. Cet accord a été remplacé le 1^{er} juillet 2006 par le Contrat Uniforme d'Utilisation des wagons.

3.2.3.5. GESTION DU RISQUE DES ACTIVITÉS

Tel que prévu dans le RGE 511, la lanterne est contrôlée avant son utilisation, mais :

- il n'existe pas d'information enregistrée à propos du nombre d'heures d'allumage de la lanterne;
- il n'existe pas d'information disponible à propos de la charge de la batterie de la lanterne.

Si la charge de la batterie principale venait à être épuisée, la batterie de secours prend le relais et assure l'allumage de la lampe durant 50 heures. Un contrôle sur la lanterne via le bouton de test permet de détecter qu'elle est alimentée par la batterie de secours.

Durant le trajet du train, rien n'est prévu pour s'assurer du bon fonctionnement de la lanterne: il n'existe pas de moyen technique pour informer le conducteur du train d'un dysfonctionnement de la lanterne en cours de trajet.

L'extinction de la lanterne constitue un risque identifiable: par sa survenance, elle met en péril la sécurité de l'exploitation ferroviaire

3.2.3.6. MONITORING

Tel que requis dans son Système de Gestion de la Sécurité, une enquête de l'entreprise ferroviaire après accident devrait réaliser une analyse systémique et opérationnelle. Le rapport d'enquête devrait stipuler, entre autre, l'adéquation du matériel (tel que la lanterne de queue) et les procédures de travail.

Le rapport d'enquête de la SNCB Logistics a été transmis à l'OE : il comprend une part d'analyse des éléments dont dispose l'entreprise ferroviaire, de même qu'une analyse succincte de la disposition réglementaire et opérationnelle qu'est le franchissement d'un signal permissif fermé.

3.3. RÈGLES ET RÉGLEMENTATION

3.3.1. RÈGLES ET RÉGLEMENTATION PUBLIQUE COMMUNAUTAIRE ET NATIONALE APPLICABLES

3.3.1.1. LOI DU 19 DÉCEMBRE 2006 RELATIVE À LA SÉCURITÉ D'EXPLOITATION FERROVIAIRE

Extraits de la loi :

[...]

Art. 36 Tout conducteur de train doit posséder l'aptitude et les qualifications nécessaires pour assurer la conduite de trains et être titulaire d'une licence et d'une ou plusieurs attestations. Les attestations peuvent être contenues dans un document unique

[...]

Art. 37/9. Conditions d'obtention

Une attestation n'est délivrée qu'au titulaire d'une licence.

Le titulaire de l'attestation se conforme aux conditions linguistiques dans la (ou les) langue(s) indiquée(s) par le gestionnaire de l'infrastructure ferroviaire suivant la localisation de l'infrastructure pour laquelle l'attestation est demandée.

Le candidat a réussi un examen portant sur ses connaissances et ses compétences professionnelles relatives aux infrastructures pour lesquelles l'attestation est demandée ainsi que sur ses connaissances linguistiques.

Le candidat a réussi un examen sur ses connaissances et ses compétences professionnelles relatives aux véhicules pour lesquels l'attestation est demandée.

L'entreprise ferroviaire ou le gestionnaire de l'infrastructure ferroviaire dispense au candidat une formation en ce qui concerne son système de gestion de la sécurité.

[...]

3.3.1.2. DÉCISION 2006/861/CE

Cette Décision de la Commission date du 28 juillet 2006 et est relative à la spécification technique d'interopérabilité concernant le sous-système "Matériel roulant - wagons pour le fret" du système ferroviaire transeuropéen conventionnel.

4. Caractérisation du sous-système

4.2. Spécifications fonctionnelles et techniques au niveau du sous-système

4.2.2. Structures et parties mécaniques

4.2.2.2. Sécurité d'accès et de sortie du matériel roulant

[...]

À l'extrémité de chaque wagon, queue de train potentielle, sont aménagés des supports destinés à recevoir un signal de queue de train. Des marchepieds et des mains courantes sont à disposition, si nécessaire, pour en faciliter l'accès.

[...]

4.2.7. SYSTÈMES DE PROTECTION

4.2.7.4. Fixation des porte-signaux

4.2.7.4.1. Généralités

Tous les véhicules remorqués doivent avoir deux porte-signaux à chaque extrémité.

4.2.7.4.2. Spécifications fonctionnelles et techniques

4.2.7.4.2.1. Caractéristiques principales

Le porte-signaux doit avoir un point de fixation, comme défini dans la figure BB1 de l'annexe BB.

L 344/426

FR

Journal officiel de l'Union européenne

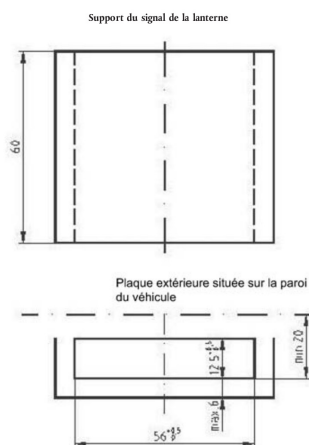
ANNEXE BB

STRUCTURES ET PARTIES MÉTALLIQUES

Fixation des lanternes de queue

BB.1. SUPPORT DES LANTERNES DE QUEUE

Fig. BB1



8.12.2006

FR

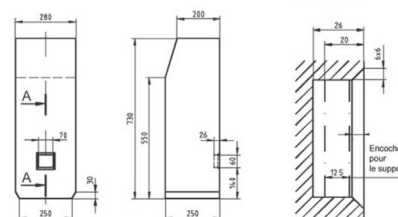
Journal officiel de l'Union européenne

L 344/427

BB.2. SIGNAL DE LA LANterne DE QUEUE: ESPACE REQUIS ET ENVELOPE

Fig. BB2

Espace nécessaire pour l'enveloppe



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

3.3.2.1. RÉGLEMENTATION DU GESTIONNAIRE DE L'INFRASTRUCTURE

RSEIF 1 – INFRASTRUCTURE

2. NOTIONS DIVERSES RELATIVES À LA SIGNALISATION

2.2.1.2 Signal d'arrêt

On appelle signal d'arrêt, un signal fixe ou mobile qui peut interdire le déplacement d'un mouvement.

On distingue :

- le signal d'arrêt desservi ; son franchissement en position fermée nécessite dans certains cas l'autorisation du desservant du poste ;
- le signal d'arrêt non-desservi ; son franchissement en position fermée ne nécessite jamais l'autorisation du desservant du poste.

Au moment de son franchissement en position fermée, le signal d'arrêt est :

- permissif lorsqu'il ne nécessite pas l'autorisation du desservant du poste;
- non-permissif lorsqu'il nécessite l'autorisation du desservant du poste.

2.6 CIRCULATION À VITESSE NORMALE ET CIRCULATION EN MARCHÉ À VUE

La marche à vue s'effectue à une vitesse telle que l'agent responsable puisse provoquer sûrement l'arrêt devant un obstacle prévisible, sur l'étendue de la voie qu'il aperçoit distinctement libre devant lui. Dans tous les cas, la vitesse maximale est limitée à 40 km/h.

RSEIF 3.1 - Grand signal d'arrêt non desservi

Un grand signal d'arrêt :

simple : n'assure jamais l'avertissement

ou combiné assure toujours l'avertissement

s'adresse tant aux grands qu'aux petits mouvements et détermine ou transforme le genre et le régime des mouvements.

La couronne de franchissement apposée à l'avant du mât d'un grand signal d'arrêt indique au conducteur que le grand signal d'arrêt est permissif.

Le grand signal d'arrêt non desservi est toujours permissif.

RSEIF 6.1 - Mesures particulières sur les lignes avec signalisation latérale

2. FRANCHISSEMENT DES GRANDS SIGNAUX D'ARRÊT PERMISSIFS FERMES

2.1. PROCEDURES

2.1.1. LE SIGNAL EST ÉQUIPÉ D'UNE COURONNE DE FRANCHISSEMENT OU D'UN OEILLETON ALLUMÉ

Après avoir marqué l'arrêt au signal, le conducteur franchit ce dernier sans ordre de franchissement. Il poursuit ensuite sa route en grand mouvement avec marche à vue jusqu'au pied du grand signal d'arrêt suivant, même si ce dernier signal est ouvert.

RSEIF 7.1 - Exploitation et gestion du trafic - Partie "divers" - La conduite

4.15. VITESSES MAXIMALES EN MARCHÉ À VUE

4.15.1. MARCHÉ À VUE EN GRAND MOUVEMENT

4.15.1.1. DE JOUR, LORSQUE LA VISIBILITÉ EST INFÉRIEURE À 200 M OU DE NUIT 20 km/h.

RSEIF 4.1 – Les règles relatives aux trains

8. SIGNAUX PORTÉS PAR LES TRAINS

8.2. SIGNAUX DE QUEUE

8.2.1. TYPES DE SIGNAUX DE QUEUE

Le signal de queue des trains est constitué soit :

[...]

aux trains de marchandises circulant, de jour uniquement, soit entre un point desservi (raccordement, ligne à exploitation simplifiée) et la première gare, soit dans les installations importantes (zones portuaires, gares de formation), d'une plaque amovible circulaire rouge bordée de blanc.

[...]

8.2.3. LANTERNE ÉLECTRIQUE DE QUEUE AMOVIBLE

[...]

La lanterne électrique de queue amovible à allumage manuel est allumée lorsqu'au moins une partie du parcours s'effectue alors que les signaux de nuit sont de rigueur ou que le train circule sur la ligne 0 / Bruxelles-Midi – Bruxelles-Nord.

[...]

3.3.2.2. RÉGLEMENTATION DE L'ENTREPRISE FERROVIAIRE CROSSRAIL : HANDBOEK BESTUURDER

Le document n'existe qu'en néerlandais et se trouve en annexe.

3.4. FONCTIONNEMENT DU MATÉRIEL ROULANT ET DES INSTALLATIONS TECHNIQUES

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

L'accident s'est produit dans la section comprise entre le signal d'arrêt non desservi B.335 et le signal d'arrêt desservi K.12 (signal d'entrée de la gare de Remersdaal). La gare de Remersdaal est gérée par le block 12 de Remersdaal de technologie "tout relais", télécommandé par le block 5 de Visé également de technologie "tout relais" : il n'existe donc pas de données EBP à analyser.

Le signal B335 est un grand signal d'arrêt permissif permanent pourvu d'une couronne de franchissement.

Le signal est automatique et n'est donc pas commandé par un poste de signalisation mais par la détection des trains dans la section qu'il protège.

Au moment où le second train s'approche du signal B335, il présente le rouge suite à la présence du train E47540 dans la section en aval.

Ce signal est permissif, c.-à-d. que le conducteur, moyennant des formalités, peut le franchir même s'il présente le rouge : il doit arrêter son train au pied du signal, remplir son document de bord et ensuite redémarrer et rouler en marche à vue jusqu'au pied du grand signal d'arrêt suivant.

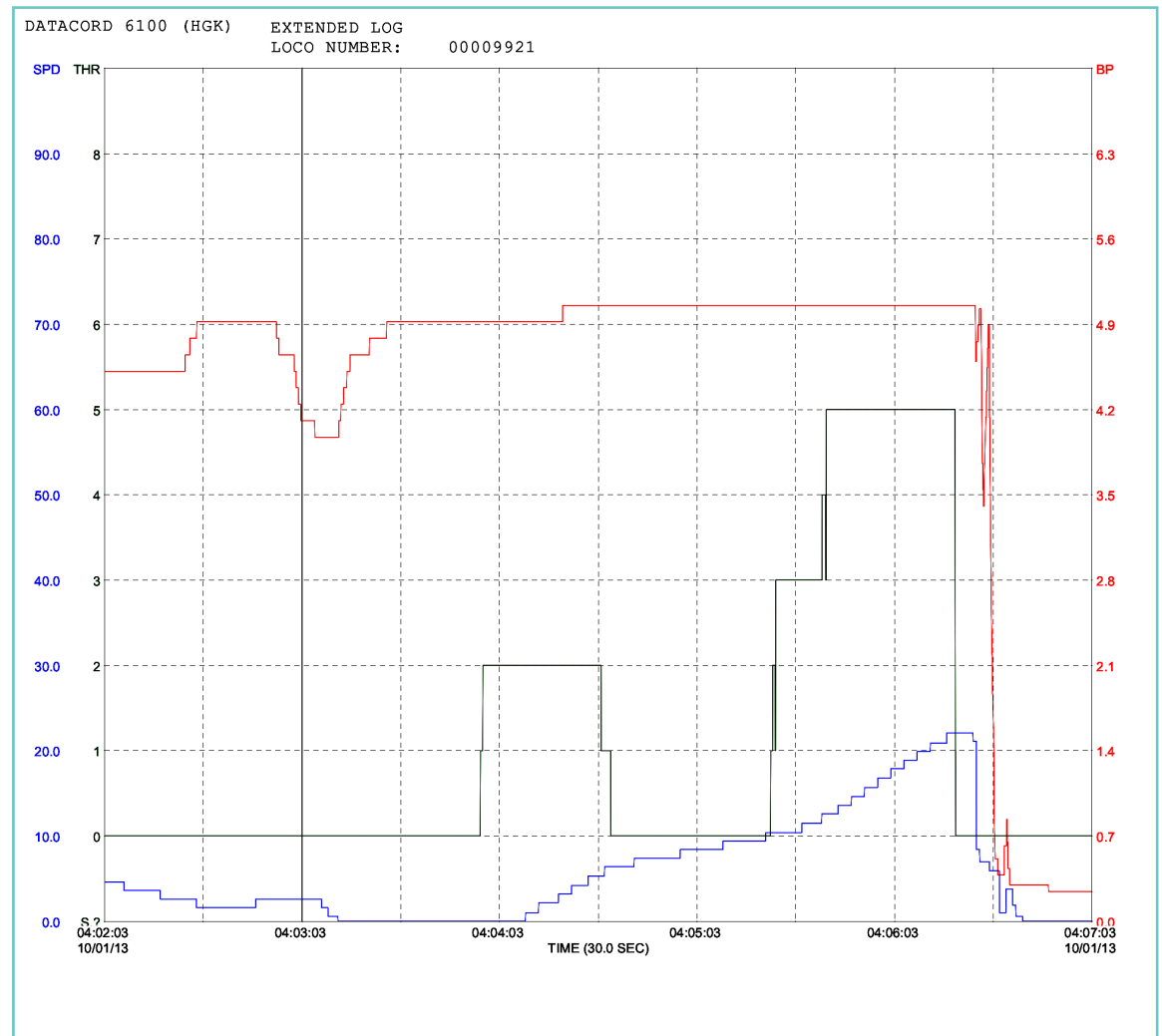
3.4.2. INFRASTRUCTURE

L'OE n'a rien observé d'anormal au niveau de l'infrastructure.

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

Les enregistreurs permettent d'enregistrer automatiquement diverses données d'un train durant un parcours : vitesse, traction, freinage, vigilance du conducteur, informations MEMOR,... La locomotive était équipée d'un enregistreur DATACORD 6100.

3.4.3.1. ENREGISTREMENTS DU TRAIN Z65292 (TRAIN PERCUTEUR)



Le graphe présente les informations enregistrées par l'enregistreur à bord de la locomotive du train percuteur :

- en bleu, la vitesse (échelle à gauche du graphe);
- en vert, la position du levier de vitesse manipulé par le conducteur de train;
- en rouge, la pression dans la conduite générale des freins.

Jusqu'à un peu après 4:03, on observe l'approche du signal fermé B335 :

- décélération observée, jusqu'à une vitesse nulle;
- la pression dans la conduite générale qui descend à 4 bars.

A 04:03:14, le train est à l'arrêt.

Vers 4:04, le conducteur remet son train en mouvement :

- le levier de vitesse est monté du niveau 0 au niveau 2 à 04:03:57
- le train accélère

A 4:06:21, le train atteint la vitesse de 22km/h.

A ce moment, le conducteur replace le levier de vitesse à 0 et entame un freinage d'urgence (la pression dans la conduite générale atteint 3.5 bars).

3.4.3.2. SIGNAL DE QUEUE DU TRAIN E47540

La lanterne de queue du train E47540 a été retrouvée et saisie par les services du SPC le jour de l'accident. Elle se trouvait dans le ballast, derrière la locomotive du train Z65292, probablement éjectée du wagon de queue lors de la collision.

Il s'agit d'une lampe de queue de type SNCF, mise en service en octobre 2011 et dont la durée de vie est de 2 ans. Elle est équipée d'une batterie principale d'une durée de vie de 2600 heures, et d'une batterie de secours d'une durée de vie de 50 heures.

L'interrupteur de commande permet un allumage automatique dès que la lampe est glissée dans le support de lanterne qui se trouve sur le wagon de queue du train. Le wagon de queue du train E47540 était de type EANOS et était inscrit au registre RIV. L'enregistrement dans le registre RIV suppose la conformité du wagon aux normes UIC.

Saisie par la Justice, le fonctionnement de la lanterne n'a pas pu être vérifié par l'OE.



Photo : Type de lanterne utilisée sur le wagon de queue du train E45740

3.4.3.3. COMPATIBILITÉ "LANterne DE QUEUE ↔ WAGON"

Durant son enquête, l'OE a vérifié le placement de lanternes dans les supports prévus à cet effet sur différents types de wagon.

En situation normale et fonctionnelle, la lanterne doit s'enfoncer dans le support pour être maintenue correctement et pour que l'interrupteur d'allumage de la lanterne soit enclenché.



Lanterne enfoncée correctement dans le support ("étrier" blanc)



En situation dégradée, la lanterne ne s'enfonce pas suffisamment dans le support:

- elle n'est pas maintenue de façon suffisante et pourrait donc tomber;
- l'interrupteur d'allumage n'est pas enclenché.



La lanterne ne s'enfonce pas complètement dans le support



L'OE a vérifié le placement d'une lanterne (du même type que celle de l'accident) sur un wagon de la même série que le wagon de queue du train E47540. Il en ressort que la lanterne ne s'enfonce pas suffisamment dans le support.

Selon des témoignages recueillis par l'OE, certains agents de terrain pallient au souci de maintien en forçant la lanterne dans le support à l'aide de coups de marteau : ce placement forcé augmente le risque de dégradations mécaniques et il ne garantit pas l'allumage de la lanterne.

3.5. DOCUMENTATION DU SYSTÈME OPÉRATOIRE

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

Le signal B335 est un signal non-desservi : c'est la détection des trains dans la section en aval qui entraîne le changement de l'aspect du signal, et non une commande d'un poste de signalisation.

Le signal K.12 au pied duquel le train E47540 est arrêté est un signal desservi. Il est commandé par le poste de signalisation de Visé : le signaleur du poste de Visé avait tracé l'itinéraire du train E47540 et a mis ce signal au passage pour autoriser le train E47540 à poursuivre son trajet après le passage d'un train en sens inverse.

3.5.2. ECHANGE DE MESSAGES VERBAUX EN RELATION AVEC L'ÉVÉNEMENT, Y COMPRIS LA DOCUMENTATION PROVENANT DES ENREGISTREMENTS

- Vers 4h06, le conducteur du train E47540 a lancé une alarme GSM-R concernant un problème caténaire.
- Vers 4h07, le conducteur du train E47540 était en contact avec le TC concernant un problème caténaire.
- Vers 4h09, le conducteur du train Z65292 a pris contact avec le block 44 de Montzen pour lui signaler un accident.
- Vers 4h11, le block 44 a pris contact avec le block 5 de Visé pour lui signaler que le conducteur du Z65292 l'avait prévenu d'un problème.
- Vers 4h18, le TC a été informé par le conducteur du train E47540 que le conducteur du train Z65292 venait de l'avertir de la collision.
- Vers 4h26, le block 5 de Visé, après avoir pris contact avec le conducteur du train Z65292, a informé le TC de la collision.

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

Lorsque l'accident a été signalé par le conducteur du second train,

- les postes de signalisation de Visé et de Montzen ont pris des dispositions pour empêcher toute circulation vers Remersdaal;
- le répartiteur ES a fait appliquer le cas 14408 de la ligne 24 dans un premier temps. Par la suite, les cas 24460 et 24462 ont été appliqués.

3.6. INTERFACE HOMME-MACHINE-OPÉRATION

3.6.1. FORMATION/EXPÉRIENCE

Le conducteur du train Z65292 avait suivi sa formation chez Crossrail, Crossrail étant reconnu comme centre de formation (voir point 3.2.2).

3.6.2. CONDITIONS AMBIANTES

La nuit de l'accident, la lune présentait un petit croissant caché par une légère couverture nuageuse et la température de 10°C. Il n'y avait pas de précipitations.

3.6.3. CONCEPTION

Selon les spécifications, la batterie de la lanterne présente sur le wagon de queue permet un allumage d'une durée de 2.600 heures.

D'autre part, la durée de vie de la lanterne est fixée à 2 ans.

Si la lanterne est allumée en permanence durant 2 ans, le nombre d'heures d'allumage s'élève à : $24\text{h/j} \times 365\text{j/an} \times 2\text{ans} = 17.520$ heures.

Si la charge de la batterie principale venait à être épuisée, la batterie de secours prend le relais et assure l'allumage de la lampe durant 50 heures. Un contrôle sur la lanterne via le bouton de test permet de détecter qu'elle est alimentée par la batterie de secours.

Il n'existe pas, sur la lanterne, un moyen technique de connaître le nombre d'heures durant lequel la lanterne a été allumée.

Il n'existe pas de moyen technique permettant au conducteur de savoir que la lanterne située sur le wagon de queue de son train se serait éteinte pendant un trajet.

3.6.4. PROCÉDURES

3.6.4.1. PROCÉDURES DE VÉRIFICATION DE L'ÉTAT DE CHARGE DE LA BATTERIE DE LA LANTERNE

Lors des interventions de maintenance prévues pour entretien, les ateliers de traction contrôlent, entre autres, l'état de charge (voyant allumé) des 2 lanternes présentes à bord des locomotives. Cette vérification au moyen du voyant de charge donne une indication de type booléen (chargée/non-chargée), et non une indication évaluée du nombre d'heures de fonctionnement ou de la charge de la batterie (voltage).

3.6.4.2. PROCÉDURE DE PLACEMENT DE LANTERNE SUR LE WAGON DE QUEUE

La lanterne est à placer dans le support de lanterne situé à droite lorsque l'on se place derrière le dernier véhicule du train et que l'on regarde vers la tête du train.

3.6.4.3. PROCÉDURES DE FRANCHISSEMENT D'UN SIGNAL PERMISSIF FERMÉ

Lorsqu'il franchit un signal permissif fermé tel que le signal B335, le conducteur n'en connaît pas la raison. La réglementation ne prévoit pas que le conducteur contacte le poste de signalisation pour ce type de franchissement.

Deux possibilités existent pour la fermeture du signal :

- un problème technique de la signalisation,
- la présence d'un autre convoi dans la section précédente.

Le conducteur du train Z65292 n'était pas au courant de la présence du train E47540 dans la section protégée par le signal B335.

Le conducteur doit et a complété son rapport avant de franchir le signal d'arrêt permissif.

Ce franchissement doit se faire en marche à vue jusqu'au grand signal d'arrêt suivant; la nuit, la vitesse maximale en marche à vue est de 20km/h.

Ces procédures sont bien connues des conducteurs et font partie de leur formation.

L'analyse des enregistrements du train Z65292 montre

- l'arrêt au pied du signal B335;
- le franchissement du signal;
- l'évolution à une vitesse de marche à vue de nuit.

3.6.5. DISPONIBILITÉ TECHNIQUE

Le bouton et le voyant de test de la lanterne permettent de vérifier le fonctionnement de la lanterne:

- lorsque le conducteur vérifie le matériel à bord de sa locomotive;
- lorsque le personnel des ateliers effectue la maintenance de la locomotive;
- lorsque l'opérateur place la lanterne sur le wagon de queue.

Il n'existe pas de moyen technologique permettant de vérifier l'allumage de la lanterne en cours de parcours.

La lanterne n'a pas été testée directement lorsqu'elle a été retrouvée par SPC: il n'a pas été possible à l'OE de statuer sur l'état mécanique et fonctionnel de la lanterne.

3.6.6. COMMUNICATIONS

Les opérateurs/signaleurs n'interviennent pas pour l'ouverture et la fermeture des signaux dans un block-system automatique tel que celui concerné par le signal B335. Le franchissement de ce signal permissif fermé ne requiert pas que le conducteur prenne contact avec le poste de signalisation : il n'y a donc aucune communication dans cette procédure de franchissement.

3.7. ÉVÉNEMENTS ANTÉRIEURS DE NATURE COMPARABLE

Tintigny – 04/05/2012

Le 4 mai 2012, une collision a eu lieu entre deux trains de marchandises sur la ligne 165 à Tintigny. Un train a franchi un signal non desservi permissif fermé et est entré en marche à vue dans une section occupée par un premier train. Les conditions difficiles de roulage et la visibilité réduite à cause de la courbure de la voie et la présence d'un tunnel n'avaient pas permis au conducteur du second train d'arrêter son train : son train est entré en collision avec la queue du premier train dans la section, à l'arrêt suite à des difficultés techniques.



4. ANALYSE ET CONCLUSIONS

4.1. COMPTE RENDU FINAL DE LA CHAÎNE D'ÉVÉNEMENTS

La nuit du 1^{er} octobre 2013, un peu avant 4h, un premier train, le train E47540, est à l'arrêt devant le signal desservi K.12 de la voie B de la ligne 24; l'arrière du train occupe partiellement le viaduc de la Galoppe.

La section qu'occupe le train E47540 est protégée par le signal automatique B335: c'est un circuit de voie qui assure la détection du train dans la section et qui commande le signal B335. Le train E47540 est détecté par le circuit de voie, ce qui commande le signal B335 au rouge.

Un second train, le train Z65292, circule sur la voie B de la ligne 24. Le conducteur aperçoit le signal B335 présentant le feu rouge : conformément à la réglementation, il amène son train à l'arrêt au pied du signal B335.

Le signal B335 présente une couronne de franchissement: il est franchissable moyennant des formalités.

Le conducteur du train Z65292, par sa formation, connaît ces formalités et les accomplit:

- il remplit son document de bord;
- il redémarre son train en marche à vue jusqu'au pied du grand signal d'arrêt suivant, le signal K.12.

La marche à vue s'effectue à une vitesse telle que le conducteur puisse provoquer sûrement l'arrêt de son train devant un obstacle prévisible, sur l'étendue de voie qu'il aperçoit distinctement libre devant lui.

La vitesse autorisée pour la marche à vue de nuit est de 20km/h.

A cet endroit de la ligne, il n'y a pas d'éclairage public, et le quartier que présente la lune est voilé par des nuages: la visibilité n'est donc pas optimale pour la marche à vue que doit opérer le conducteur du second train.

Les données captées par les enregistreurs de bord de la locomotive montrent que la vitesse maximale du second train entre le franchissement du signal B335 et la collision est d'environ 22km/h.

Un peu après 4h, l'opérateur du poste de signalisation de Visé commande le signal K.12 au passage: le conducteur du train E47540 démarre son train. A ce moment, il ressent un choc dans son train et voit des mouvements dans la caténaire. Il immobilise son train et lance une alarme GSM-R. Il n'a pas été blessé par le choc.

Le conducteur du second train n'a pas aperçu le premier train suffisamment tôt et il n'a pu éviter la collision avec l'arrière du premier train. Suite au choc, des wagons de son train ont déraillé et le premier wagon et une partie du deuxième wagon (la plateforme supérieure) et de son chargement sont tombés en bas du viaduc. Le conducteur n'est pas blessé.

Il contacte avec son GSM de service le poste de signalisation de Montzen. Ce poste de signalisation n'encadrant pas la zone de l'accident, le poste de Montzen contacte le poste de signalisation de Visé afin de prendre plus de renseignements. Ce dernier téléphone alors au conducteur du second train et, suite aux informations reçues, prend les mesures de sécurité et informe le Traffic Control ainsi que la permanence de Liège.

Les circulations vers Remersdaal sont interrompues et le répartiteur ES applique un cas de protection du tableau 1 de la ligne 24. Par la suite, le cas du tableau 1 est levé et des cas du tableau 2, plus localisés, sont appliqués.

Les services des pompiers de Voeren se rendent sur les lieux, de même que la Police des Chemins de Fer.

4.2. DISCUSSION

Un accident peut être expliqué comme une perte de contrôle sur la dynamique d'une situation: le cours des événements bifurque par la survenue d'un événement pivot ou initiateur.

Avant l'événement initiateur, le processus est intrinsèquement stable en sécurité. Des opérations "normales" se déroulent, ce qui ne veut pas dire que tout est standard ou conforme aux anticipations : des pannes se produisent, des erreurs et même des écarts aux règles et procédures peuvent être commis, des événements imprévus peuvent être rencontrés, mais tout cela est amorti et gardé sous contrôle par des mécanismes homéostatiques de défense et de sécurité du système, de sorte qu'aucune menace sérieuse ne se développe.

Après l'événement initiateur, le processus bascule dans un état instable en sécurité, il devient intrinsèquement non sûr. Une porte vers l'accident s'est ouverte, et le cours des événements va inexorablement conduire à l'accident si une action de récupération volontaire et efficace n'est pas effectuée à temps.

Si cette récupération échoue, l'accident survient. Les conséquences peuvent en être atténuées en amortissant l'impact.

Les principes de sécurité destinés à empêcher la survenue de l'événement pivot sont dits principes de maîtrise, ou de prévention.

Les principes de sécurité destinés à récupérer l'événement pivot sont dits de récupération.

Les principes de sécurité destinés à atténuer les conséquences de l'accident sont dits de mitigation.

L'ensemble des principes de sécurité, ou encore l'ensemble de tout ce qui est supposé empêcher la survenue de l'événement initiateur, puis de l'accident, constituent le "modèle de sécurité" associé à l'événement initiateur ou à l'accident. Cet ensemble comporte des zones explicites: des dispositions réglementaires, des procédures à suivre, des caractéristiques de conception, de limitations opérationnelles, etc. qui ont été conçues pour mettre et conserver le système en sécurité. Il comprend aussi des zones implicites, plus ou moins claires: des "bonnes pratiques", des "attentes raisonnables" vis-à-vis des comportements, voire des présupposés ou des hypothèses totalement implicites sur les comportements des différents acteurs.

4.2.1. BARRIÈRE DE MAITRISE

4.2.1.1. FORMATION DU CONDUCTEUR

Le conducteur du train Z65292 a suivi sa formation auprès de la société qui l'emploie, la société Crossrail. Le centre de formation de Crossrail est reconnu par le SSICF.

Le conducteur avait terminé sa formation et le trajet effectué le 1^{er} octobre constituait son premier trajet non accompagné. Son attestation de connaissance de ligne mentionne la ligne 24.

4.2.1.2. FRANCHISSEMENT D'UN SIGNAL PERMISSIF FERMÉ EN MARCHÉ À VUE

Le block-system est employé pour assurer l'espacement des trains circulant dans le même sens sur une même voie. La voie est divisée en sections de block dans chacune desquelles n'est admis qu'un train. Chaque section est protégée par un signal. Dans un block-system automatique, c'est la détection d'un train par un circuit de voie dans la section qui commande ce signal.

Dans le cas d'un signal non desservi permissif (tel que le signal B335), la réglementation prévoit que le conducteur puisse, moyennant le remplissage de son document de bord, franchir le signal fermé et rouler en marche à vue jusqu'au pied du grand signal d'arrêt suivant.

La marche à vue s'effectue à une vitesse telle que le conducteur puisse provoquer sûrement l'arrêt devant un obstacle prévisible, sur l'étendue de voie qu'il aperçoit distinctement libre devant lui.

Le franchissement du signal B335 constitue, selon notre analyse, l'élément pivot, initiateur de l'accident.

4.2.1.3. REPRÉSENTATION MENTALE DE LA SITUATION

Le conducteur n'a pas d'information sur la raison de la fermeture du signal B335 : les raisons peuvent être multiples et la représentation mentale que se fait le conducteur de la situation pourrait s'en trouver affectée, fragilisée.

Selon les éléments dont dispose l'OE et les analyses qui en découlent, le scénario probable pourrait avoir suivi la séquence suivante :

- Le franchissement du signal B335 au rouge enclenche, chez le conducteur, la routine mentale d'une marche à vue suite à l'occupation de la section par un train. Cette routine mentale ou geste métier consiste à rechercher le signal de queue de cet autre train.
- Cette représentation mentale du conducteur a pu être mise à mal par deux éléments :
 - la saillance du signal de queue n'était pas suffisante;
 - le signal K.12, grand signal d'arrêt qui suit le signal B335, passe au vert.

Le premier élément a pu fragiliser la représentation mentale du conducteur, tandis que le second élément a pu favoriser intempestivement le déclenchement automatique d'une autre routine mentale de "section libérée", entraînant de façon erronée l'enclenchement d'une "fin de marche à vue".

La routine "marche à vue" enclenchée au franchissement du signal B335 constitue un mode "exception". Dans ces conditions, la probabilité est élevée d'observer automatiquement le retour vers le mode "normal" lorsque survient l'élément "passage au vert du signal K.12".

Ce dernier agit comme un déclencheur intempestif, entraînant l'automatisme "section libre = je peux rouler". Il s'agit là d'une "erreur de capture", où une routine dominante plus fréquemment utilisée (vert = autorisation de rouler) prend à tort le relais de la routine plus exceptionnelle activée (marche à vue).

Selon la réglementation, le conducteur doit poursuivre la marche à vue jusqu'au pied du grand signal d'arrêt suivant (soit le K.12), même si ce signal est mis au passage.

Dans le cas d'un franchissement d'un signal non desservi permissif fermé, un contact avec le poste de signalisation n'est pas prévu par la réglementation interne du GI : le conducteur a franchi le signal B335 permissif fermé sans avoir une représentation mentale claire de la situation réelle.

4.2.1.4. RESPECT DE LA SIGNALISATION PAR LE CONDUCTEUR

La circulation des trains est soumise au respect par le conducteur de la signalisation ferroviaire, de même qu'au respect de la réglementation.

C'est principalement à la signalisation que revient la tâche de prévenir les risques de collision. Les signaux, de même que la réglementation réglant leur franchissement, devraient garantir l'espacement entre les trains et donc être garants du non-rattrapage.

Dans les circonstances de l'accident, il n'y a plus d'éléments de signalisation d'Infrabel pouvant arrêter le train : le conducteur du train Z65292 a franchi de façon réglementaire le dernier signal (B335) le séparant du train E47540.

Le signal de queue du premier train constitue également un élément de la signalisation: sa non-saillance n'a pas permis qu'il garantisse le non-rattrapage.

4.2.2. BARRIÈRE DE RÉCUPÉRATION

4.2.2.1. LE CONDUCTEUR ROULE EN MARCHÉ À VUE AFIN DE PROVOQUER L'ARRÊT DEVANT UN OBSTACLE

La marche à vue s'effectue à une vitesse telle que le conducteur puisse provoquer sûrement l'arrêt devant un obstacle prévisible, sur l'étendue de voie qu'il aperçoit distinctement libre devant lui (ex. matériel roulant, signal mobile ...). De nuit, la vitesse du train en marche à vue ne peut excéder 20km/h. Rien ne montre que le conducteur du train Z65292 ne connaît pas la réglementation de la marche à vue.

La vitesse maximale enregistrée par le système d'enregistreur de bord durant la marche à vue est d'environ 22 km/h.

4.2.2.2. LE CONDUCTEUR VOIT LE SIGNAL DE QUEUE DU TRAIN PRÉCÉDENT ET EFFECTUE UN FREINAGE

L'endroit où a eu lieu la collision est situé en pleine campagne, loin de tout éclairage public. En outre, la nuit du 1^{er} octobre est légèrement nuageuse et la lune ne présente qu'un fin quartier.

Ces conditions n'éclairent donc ni naturellement ni artificiellement les voies.

Par contre, la luminosité du signal de queue aurait dû ressortir de la pénombre de la nuit (saillance de ce signal de queue) et être aperçu par le conducteur du second train.

Les services du SPC ont retrouvé la lanterne sur les voies au droit de la collision et en ont effectué une saisie judiciaire. Cette localisation permet de supposer qu'une lanterne a bien été placée sur le wagon de queue lors du tête-à-queue du train E47540 effectué à Aachen, mais la saisie judiciaire de la lanterne n'a pas permis à l'OE d'en tester le fonctionnement.

Il s'agit d'une lampe de queue de type SNCF, mise en service en octobre 2011 et dont la durée de vie est de 2 ans. Elle est équipée d'une batterie principale d'une durée de vie de 2600 heures, et d'une batterie de secours d'une durée de vie de 50 heures.

Evaluer la durée de vie de la batterie par la comptabilisation des heures de service est difficile. En effet, la lanterne se trouve parfois dans le poste de conduite de la locomotive : elle est donc en service mais n'est pas allumée. Ce n'est que lorsque la lanterne est glissée dans le support de lanterne sur le wagon de queue du train que l'interrupteur de commande est automatiquement enclenché et que la lampe s'allume.

Une fois la batterie principale épuisée, la batterie de secours prend automatiquement le relais grâce à la gestion électronique de la lanterne. Par le bouton de test de la lanterne, il est possible de vérifier qu'elle fonctionne sur la batterie de secours (la lanterne s'allume, mais pas le témoin de test). Cette vérification est en principe effectuée avant l'utilisation de la lanterne, mais cette opération n'est pas enregistrée.

De plus, le souci de compatibilité entre la lanterne et le wagon, constaté par l'OE au cours de l'enquête, pourrait avoir entraîné l'absence d'allumage de la lanterne: il se pourrait que la lanterne n'était pas suffisamment enfoncée dans le support pour que l'interrupteur puisse s'enclencher.

Il résulte de ces deux éléments que, durant la marche à vue, le conducteur du second train n'a pas vu le signal de queue.

En absence de cet élément, il y avait peu de chance pour que le conducteur modifie sa représentation mentale, se rende compte de la situation réelle et enclenche une routine mentale adaptée. Il n'a pas vu le premier train suffisamment tôt et n'a pu éviter la collision malgré le freinage d'urgence entamé.

Ni le système d'audit interne ni le rapport d'enquête de SNCB Logistics ne mentionnent le problème de compatibilité entre certains types de wagons et certains types de lanternes. Il se pourrait que les agents de terrain, confrontés à cette situation au quotidien, ne soient pas suffisamment sensibilisés à la nécessité de faire remonter ce problème : le système de communication interne de SNCB Logistics n'a pas permis de transmettre cette information vers les responsables "Qualité" et "Sécurité".

4.2.2.3. UN SYSTÈME TECHNIQUE EMPÊCHE LA COLLISION ENTRE LES DEUX TRAINS

TBL1+

Pour franchir un signal permissif fermé, le conducteur doit désactiver le système TBL1+ à l'aide du bouton-poussoir prévu à cet effet. Une fois franchi, le système TBL1+ est réactivé, mais il ne permet pas une supervision de la vitesse.

Le système TBL1+ n'aurait donc pas pu jouer un rôle de barrière de récupération.

ETCS niveau 1 et 2

En ETCS (niveau 1 et 2), la détection des trains est assurée par les circuits de voie.

L'interlocking du niveau 1 pilote alors les eurobalises et le LEU, tandis que l'interlocking du niveau 2 pilote le RBC qui communiquera avec le train.

Franchissement de repères et signaux permissifs fermés

En ETCS, le franchissement de repères et signaux permissifs fermés peut se faire en passant du mode FS (Full Supervision) vers le mode OS (On Sight). Le mode OS est celui qui impose à un train de circuler en grand mouvement en marche à vue.

- En niveau 1, le signal est franchissable à une vitesse inférieure à la release speed. La transition de mode FS/OS a lieu au passage sur la balise du signal et est automatique. Le conducteur doit acquitter la transition.
- En niveau 2, lorsqu'un train s'approche d'un signal ou d'un repère d'arrêt permissif fermé, le RBC envoie à l'équipement de bord une demande d'acquiescement du mode OS si le train se situe à une distance égale ou inférieure à 150 mètres en amont du signal ou du repère d'arrêt. Dès que le conducteur acquiesce cette information, le mode OS est autorisé. Le conducteur n'est alors pas obligé de s'arrêter. La transition de mode FS/OS est transmise par le RBC et est automatique.

Vitesse maximale après franchissement de repères et signaux permissifs fermés

La vitesse maximale (= release speed) en mode OS fait partie des "valeurs nationales" : en Belgique, cette vitesse est de 30km/h, soit supérieure à la vitesse du second train juste avant la collision (22km/h).

Le système ETCS (niveau 1 et 2) ne constitue pas une barrière de récupération pouvant empêcher l'accident une fois survenu l'événement pivot (le franchissement du signal permissif fermé).

ETCS niveau 3

Selon les premières spécifications de l'ETCS de niveau 3 (toujours en développement), l'espace-temps entre les trains ne serait plus réalisé sur base d'une détection des trains par des circuits de voies (fixes) mais par les informations fournies par les trains eux-mêmes. Les cantons (section de voie libre pour le train) peuvent donc être mobiles.

L'ETCS de niveau 3 pourrait peut-être constituer une barrière de maîtrise et/ou de récupération.

Système anticollision

Des projets de dispositifs technologiques permettant d'éviter des collisions de trains sont à l'étude actuellement, notamment en Allemagne où le German Aerospace Center développe le Railway Collision Avoidance System (RCAS).

L'idée de base de RCAS serait qu'un train diffuse des informations à tous les autres trains dans la région à l'aide de communications train-à-train ad hoc. Ces informations émises par un train reprendraient sa position et la voie sur laquelle il circule ainsi que des données supplémentaires telles que les dimensions du train. Cela permet aux conducteurs de train d'avoir une connaissance précise et mise à jour de la situation du trafic dans le voisinage proche de leur train, et d'agir en conséquence. L'analyse par ordinateur des informations reçues, la position et le mouvement du

train replacés sur une version informatisée de la carte du réseau permet de détecter les collisions possibles, d'afficher un signal d'alerte, et de conseiller au conducteur la stratégie la plus pratique à suivre pour éviter le danger.

Le conducteur du train Z65292 n'a pu bénéficier de ce genre d'aide technologique..

4.2.3. BARRIÈRES DE MITIGATION

4.2.3.1. COMMUNICATIONS

A la suite de la collision, observant des mouvements dans la caténaire, le conducteur du premier train a lancé une alarme via GSM-R.

Le système GSM-R fonctionnait donc correctement au moment de l'accident et a permis de prendre les mesures d'urgence nécessaires.

4.2.3.2. INTERRUPTION DE LA CIRCULATION

Une fois prévenus, les postes de signalisation ont pris des mesures : les circulations vers Remersdaal ont été interrompues et le répartiteur ES a interrompu l'alimentation électriques selon les procédures définies.

Ces mesures ont permis qu'aucun train ne soit envoyé vers le lieu de l'accident.

4.3. CONCLUSIONS

Selon le scénario le plus probable établi par l'OE suite à son enquête, la cause directe de la collision par rattrapage du premier train par le second est le freinage tardif du second train.

Divers facteurs ont agi en tant que causes indirectes :

- la représentation mentale de la situation par le conducteur:
le conducteur n'a pas d'information sur la raison de la fermeture du signal permissif fermé qu'il franchit en marche à vue : les raisons peuvent être multiples et sa représentation mentale pourrait s'en trouver affectée, affaiblie.
- l'absence de visibilité du signal de queue du premier train.
en marche à vue de nuit, un des gestes-métiers des conducteurs consiste à rechercher le signal de queue lumineux d'un autre train : en l'absence de visibilité de ce signal, il y avait peu de chance pour que le conducteur du second train adapte sa représentation mentale et adapte sa routine mentale.
- l'absence de système de récupération :
l'analyse de l'Organisme d'Enquête a montré l'insuffisance d'efficacité, dans les circonstances de l'accident, du système d'aide à la conduite TBL1+ ainsi que du système de signalisation de cabine ETCS (niveaux 1 et 2) : ces 2 systèmes permettent de franchir un signal permissif fermé à faible vitesse et la détection des trains étant réalisée par des circuits de voie, ils n'apportent pas d'appui technologique au conducteur devant gérer la marche à vue. D'autres systèmes, tels l'ETCS de niveau 3 ou le RCAS imaginé par le German Aerospace Center, pourraient constituer des systèmes de récupération mais ils sont toujours actuellement en cours de développement.

L'OE a dégagé 2 causes sous-jacentes au cours de son enquête :

- l'insuffisance de sensibilisation du personnel de terrain à la transmission d'information:
l'incompatibilité entre des lanternes et certains types de wagons était connue par les opérateurs de terrain, mais ces problèmes n'ont pas été rapportés à la ligne managériale de la SNCB Logistics. L'échange d'informations pertinentes pour la sécurité est essentielle pour un fonctionnement efficace du SGS.
- le risque de collision par rattrapage suite au franchissement en marche à vue d'un signal permissif fermé.

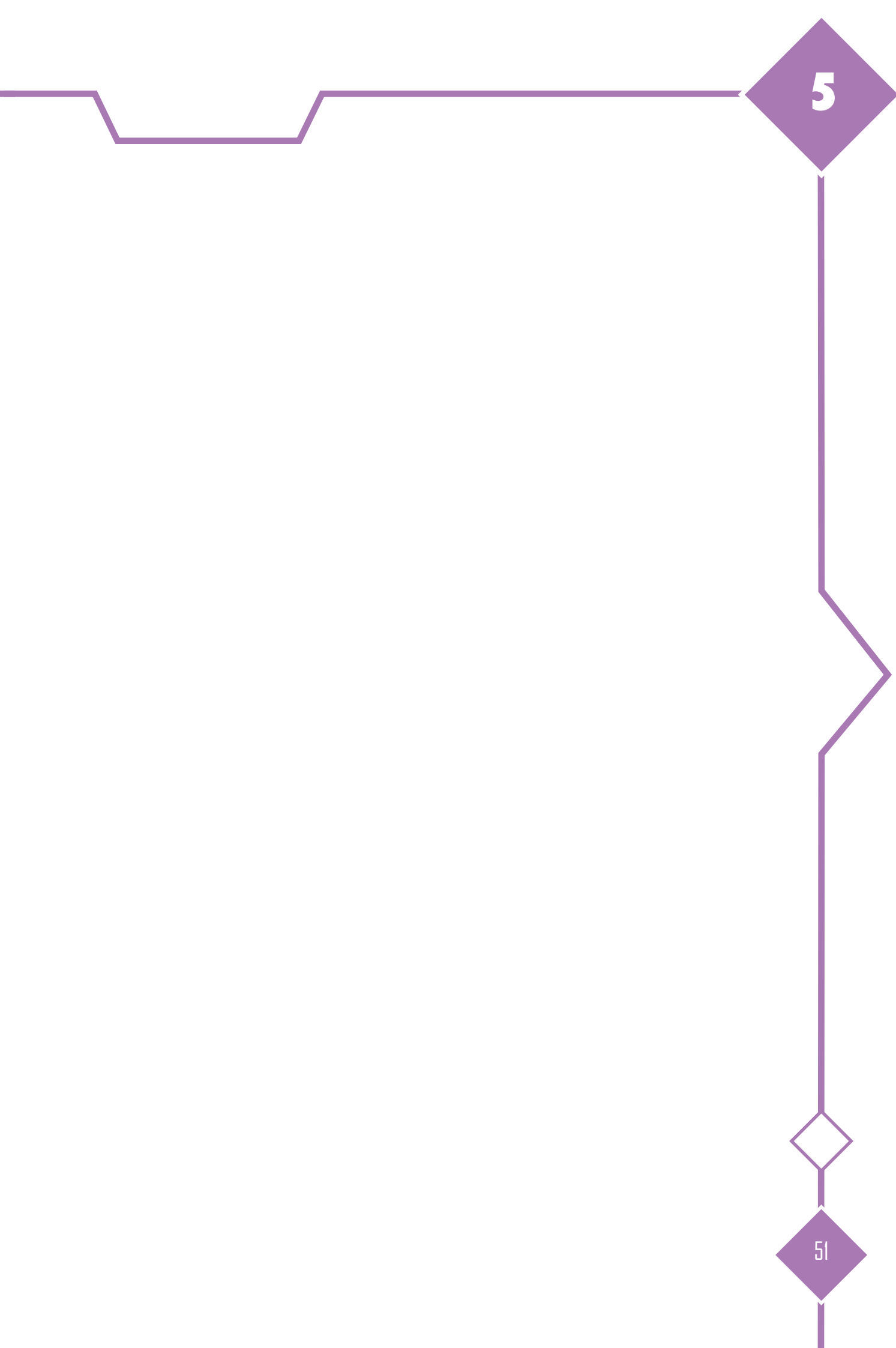
5. MESURES PRISES

5.1. CROSSRAIL

Crossrail a allongé la formation pratique des conducteurs de deux semaines, dans un but d'une meilleure formation.

Outre la brochure mensuelle "In the picture" où des aspects de la sécurité et de la réglementation sont abordés, une nouvelle brochure intitulée "Safety in the picture" a été créée après cet accident. Cette brochure informe les conducteurs et les lecteurs sur des incidents majeurs et explique les mesures qui doivent être prises pour éviter la survenance de tels accidents similaires à l'avenir.

Crossrail a également adapté sa réglementation interne : celle-ci prévoit que lors d'un franchissement d'un signal permissif fermé de nuit ou lorsque la visibilité est inférieure à 200 mètres, le conducteur prendra contact avec le poste de signalisation, à moins que la raison de la fermeture du signal ne soit claire.



6. RECOMMANDATIONS

De façon générale, les recommandations des organismes d'enquêtes doivent être adressées à l'Autorité de Sécurité (le SSICF) et rédigées «goal-oriented».

Il appartient au SSICF de vérifier la prise en compte de ces recommandations lorsqu'elles sont traduites en recommandations «solution-oriented» par le gestionnaire d'infrastructure et les entreprises ferroviaires.

N°	Constats et conclusions d'analyse	Recommandation
1	Lorsqu'un conducteur de train franchit le dernier signal fermé permissif le séparant du train qui le précède, et qu'il progresse en marche à vue dans une section occupée par un autre train, aucun autre dispositif technique ne prend le relais pour assister le conducteur : • excepté le signal de queue, il n'existe plus aucun élément de signalisation garantissant l'espacement entre les trains et leur non-rattrapage. • aucun contact n'est prévu par la réglementation du gestionnaire de l'infrastructure entre le poste de signalisation et le conducteur: le poste de signalisation n'a pas de vue sur les signaux non servis.	L'Autorité de Sécurité devrait veiller à ce qu'une réflexion sur les risques de collision suite au rattrapage d'un train par un autre soit menée par les acteurs du secteur ferroviaire : • afin d'identifier les divers éléments intervenant que ce soit au niveau organisationnel, technique ou opérationnel; • et afin d'identifier des mesures de maîtrise et de récupération à entreprendre.
2	La durée de vie de la lanterne est de 2 ans. Elle est équipée d'une batterie principale d'une durée de vie de 2600 heures, et d'une batterie de secours d'une durée de vie de 50 heures. Evaluer la durée de vie de la batterie par la comptabilisation des heures de service est difficile : ce n'est que lorsque la lanterne est glissée dans le support de lanterne sur le wagon de queue du train que l'interrupteur de commande est automatiquement enclenché et que la lampe s'allume. Par le bouton de test de la lanterne, il est possible de vérifier qu'elle fonctionne sur la batterie de secours. Cette vérification est en principe effectuée avant l'utilisation de la lanterne, mais cette opération n'est pas enregistrée	L'Autorité de Sécurité devrait veiller à ce que l'entreprise ferroviaire prenne les mesures nécessaires pour palier au risque identifié d'une défaillance de la batterie de la lanterne placée sur le wagon de queue. L'Autorité de Sécurité devrait vérifier la nécessité d'étendre cette recommandation aux autres entreprises ferroviaires.

N°	Constats et conclusions d'analyse	Recommandation
3	Durant son enquête, l'OE a vérifié le placement d'une lanterne sur différents type de wagons en circulation sur le réseau ferroviaire belge. Des soucis de compatibilité ont été mis en évidence : la lanterne ne s'enfonce pas suffisamment dans le support de certains types de wagons: • elle n'est pas maintenue de façon suffisante et pourrait donc tomber; • l'interrupteur d'allumage n'est pas enclenché. Cette situation semble connue d'agents de terrain, qui ont adapté leurs méthodes de travail : ils pallient au souci de maintien en forçant la lanterne dans le support à l'aide de coups de marteau, sans pouvoir résoudre le problème d'allumage. Ces incompatibilités et la déviation des méthodes de travail n'ont pas été transmises au management de l'entreprise ferroviaire.	L'Autorité de Sécurité devrait veiller à ce que l'entreprise ferroviaire prenne les mesures nécessaires pour palier au risque identifié d'une inadéquation entre les lanternes de queue et les supports sur les wagons dans lesquels elles doivent être placées. L'Autorité de Sécurité devrait vérifier la nécessité d'étendre ces mesures à l'ensemble du secteur ferroviaire. L'Autorité de Sécurité devrait veiller à ce que l'entreprise ferroviaire SNCB Logistics prenne les mesures nécessaires pour • sensibiliser le personnel à la transmission des informations vers le management (via, par exemple, une implication du management dans les contrôles sur le terrain); • faire appliquer les procédures décrites dans son SGS et y apporter des éventuelles adaptations.

7. ANNEXES

7.1. "HANDBOEK BESTUURDER" DE CROSSRAIL - EXTRAITS

HOOFDSTUK 2 – BESTURING EN SEINGEVING

Extraits de la réglementation de Crossrail

2.1.11 RIJDEN MET NORMALE SNELHEID EN RIJDEN OP HET ZICHT

"Rijden op het zicht – ROZ" geschiedt met een zodanige snelheid dat de verantwoordelijke bediende de beweging met zekerheid tot stilstand kan brengen vóór een te voorziene hinder binnen het spoorgedeelte dat hij duidelijk vóór zich kan waarnemen.

2.1.11.1 SNELHEDEN VAN DE RIT OP ZICHT

2.1.11.1.2 In de grote beweging

MAXIMUM: 20 km/h 's nachts

2.2.1.5 BEHEERD / NIET BEHEERD

De beheerde stopseinen zijn stopseinen waarvoor de bedienaar van de sein- of de wisselwachterspost in welbepaalde gevallen een toelating moet geven voor de overschrijding in gesloten stand.

Een beheerd sein is en blijft altijd beheerd. Het kan permissief of niet permissief zijn.

De niet-beheerde stopseinen zijn stopseinen waarvoor de bedienaar van de sein- of de wisselwachterspost nooit een toelating moet geven voor de overschrijding in gesloten stand.

2.2.1.6 PERMISSIEF / NIET PERMISSIEF

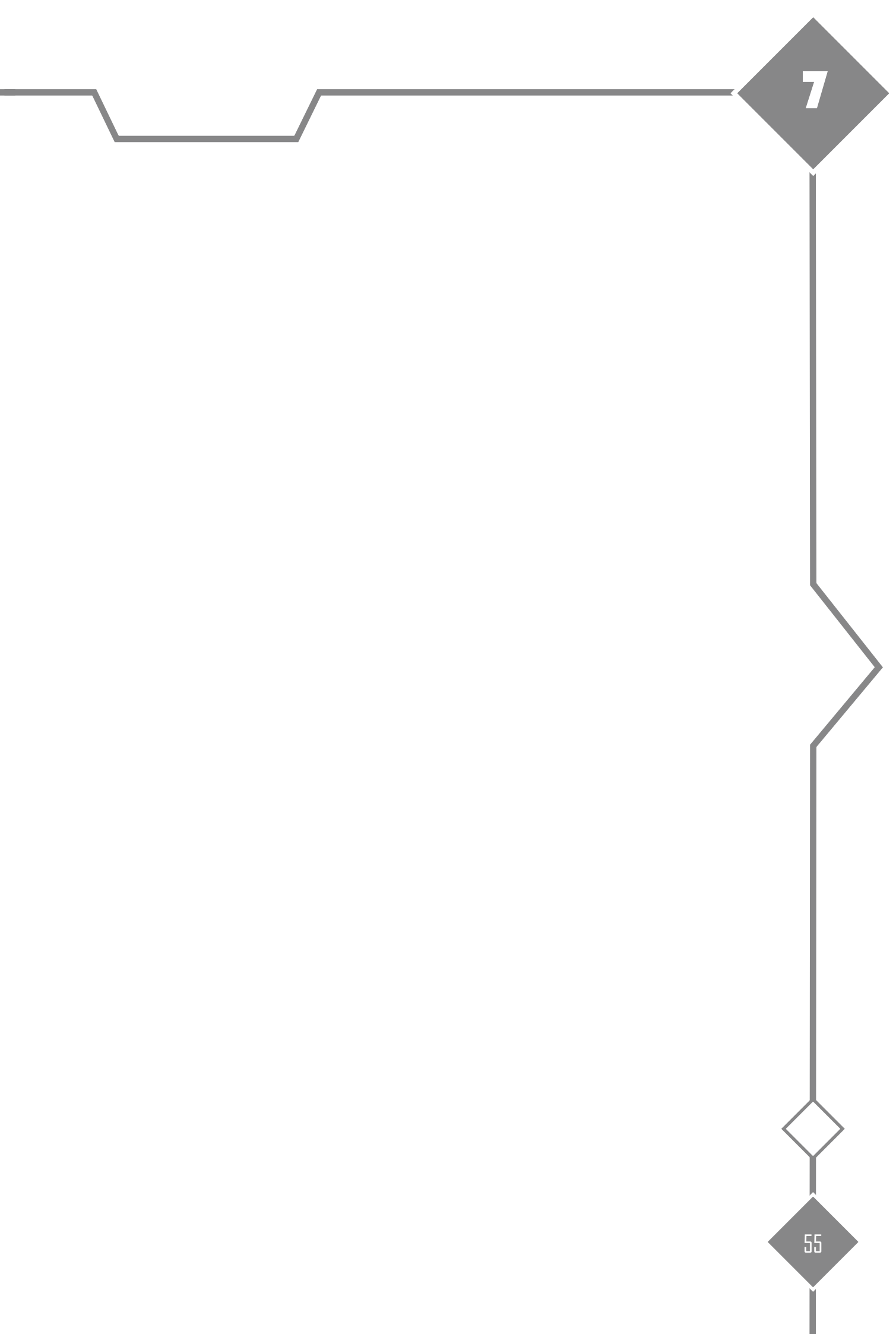
Een stopsein is permissief als de bestuurder op eigen initiatief het gesloten sein mag overschrijden. Er is dus geen communicatie vereist om het sein te mogen overschrijden.

Een stopsein is niet permissief als de bestuurder een toelating nodig heeft om het sein te mogen overschrijden in gesloten toestand. Die toelating wordt in principe afgeleverd door de bedienaar van de seinpost die het sein bedient.

HOOFDSTUK 3 – STORINGEN INFRASTRUCTUUR EN ROLLEND MATERIEEL

1.3.1.2 HET SEIN IS UITGERUST MET EEN OVERSCHRIJDINGSKROON OF EEN BRANDEND OVERSCHRIJDINGSLICHT

Nadat hij voor het sein is gestopt, overschrijdt de bestuurder het sein zonder overschrijdingsbevel. Hij vervolgt vervolgens zijn rit in grote beweging en rijdt op zicht tot aan de voet van het volgende stopsein, zelfs als dit laatste openstaat.



Organisme d'Enquête sur les Accidents et Incidents Ferroviaires

<http://www.mobilit.belgium.be>

