

Rapport d'Enquête de Sécurité  
Collision entre un train de voyageurs et  
l'arrière d'un train de marchandises  
survenue à Hermalle-sous-Huy le 5 juin 2016

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

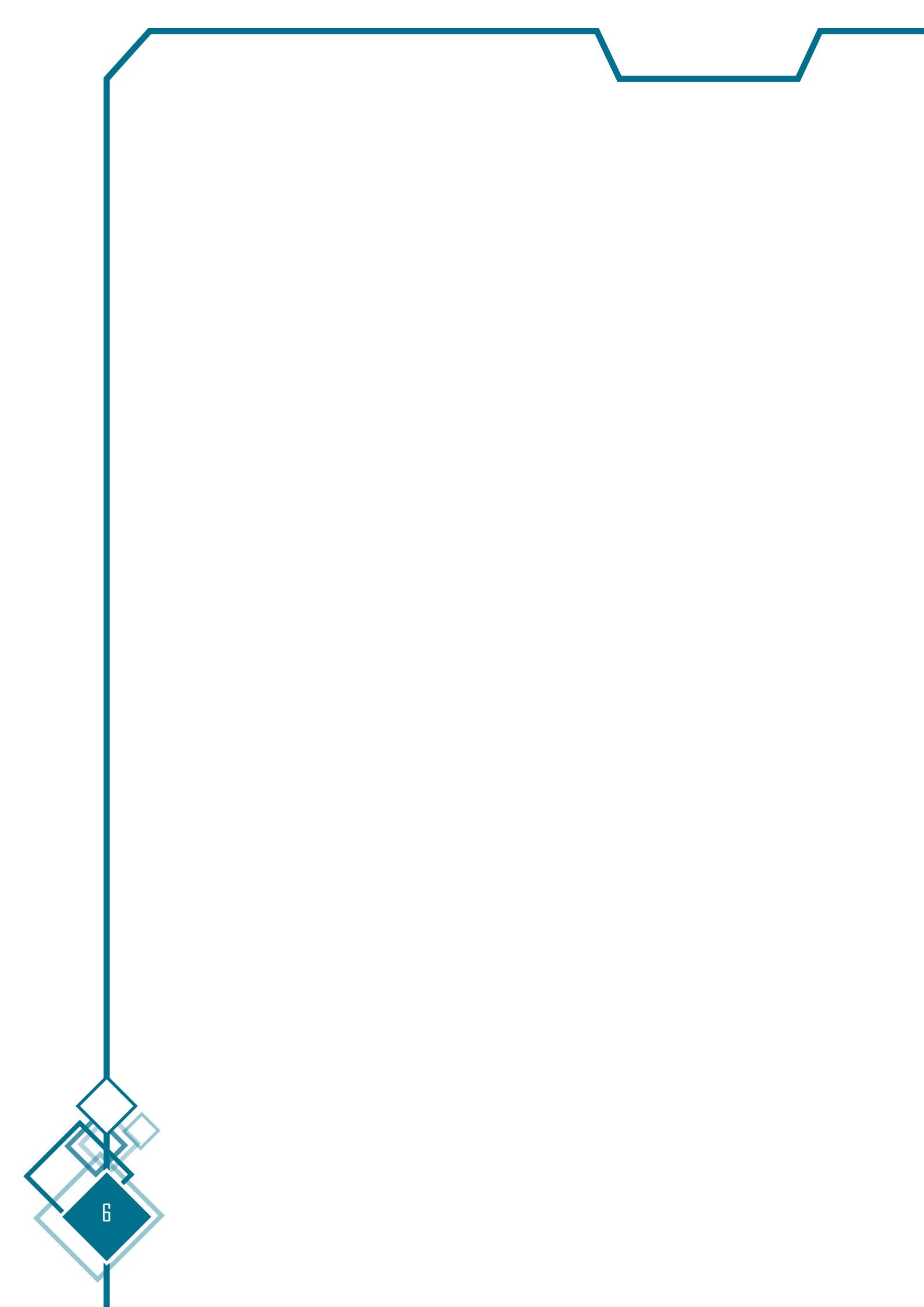
En cas d'incohérence entre certains mots et termes, la version en français fait foi.

## **Table des matières**

<b>1. RÉSUMÉ</b>	<b>7</b>
<b>2. LES FAITS IMMÉDIATS</b>	<b>14</b>
<b>2.1. L'événement</b>	<b>14</b>
2.1.1. Description de l'événement	14
2.1.2. Localisation	14
2.1.3. La décision d'ouverture d'enquête	14
2.1.4. Composition de l'équipe d'enquête	15
2.1.5. Conduite de l'enquête	15
<b>2.2. Les circonstances de l'événement</b>	<b>17</b>
2.2.1. Entreprises concernées	17
2.2.2. Trains impliqués	20
2.2.3. Description de l'infrastructure et du système de signalisation	22
2.2.4. Moyen de communications	26
2.2.5. Travail réalisé sur le site ou à proximité de l'accident	26
2.2.6. Déclenchement du plan d'urgence ferroviaire et sa chaîne d'événements	27
<b>2.3. Pertes humaines, blessés et dommages matériels</b>	<b>28</b>
2.3.1. Passagers, personnel et tiers	28
2.3.2. Matériel roulant, infrastructure et environnement	28
<b>2.4. Circonstances externes</b>	<b>31</b>
2.4.1. Conditions météorologiques	31
2.4.2. Références géographiques	31
<b>3. COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS ET ENQUÊTES</b>	<b>32</b>
<b>3.1. Résumé des témoignages</b>	<b>32</b>
<b>3.2. Système de gestion de Sécurité</b>	<b>32</b>
3.2.1. Gestion des risques	32
3.2.2. Risques liés à la marche des trains : gestion par Infrabel	35
3.2.3. Planning et suivi des travaux d'installation de la TBL1+ sur la ligne 125	43
3.2.4. Communication sur la TBL1+	44
3.2.5. Gestion des risques de défaillance du système TBL1+ dans les voies	44
3.2.6. Risques liés à la marche des trains : gestion par la SNCB	44
3.2.7. Compétences management à la SNCB	45
<b>3.3. Règles et réglementation</b>	<b>47</b>
3.3.1. Règles et réglementation publique communautaire et nationale applicables	47
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	47
<b>3.4. Fonctionnement du matériel roulant et des installations techniques</b>	<b>55</b>
3.4.1. Ligne du temps	55
3.4.2. Dérangements à la signalisation	55
3.4.3. Circulation de trains	63
3.4.4. Etude du parcours du train de marchandises E48535	65
3.4.5. Etude des enregistrements du train de voyageurs E3820	67
3.4.6. Aspect de la signalisation lors de la circulation des 2 trains	69
3.4.7. Gestion des circulations	72
3.4.8. Infrastructure	73
<b>3.5. Documentation sur le système opératoire</b>	<b>74</b>
3.5.1. Mesures prises par le personnel pour le contrôle du trafic et la signalisation	74
3.5.2. Echange de messages verbaux	74
3.5.3. Mesures prises pour protéger et sauvegarder le site de l'événement	74
<b>3.6. Interface Homme-Machine-Opération</b>	<b>75</b>
3.6.1. Conception des équipements ayant un impact sur l'interface homme-machine	75
3.6.2. Circonstances médicales et personnelles ayant pu influencer l'événement	79

<b>4. ANALYSE ET CONCLUSIONS</b>	<b>83</b>
<b>4.1. Compte rendu final de la chaîne d'événements</b>	<b>83</b>
<b>4.2. Analyse des facteurs humains</b>	<b>85</b>
<b>4.3. Analyse des SGS</b>	<b>89</b>
4.3.1. SGS d'Infrabel : Gestion des risques	89
4.3.2. SGS de la SNCB : Gestion des compétences	92
<b>4.4. Conclusions</b>	<b>94</b>
4.4.1. Cause directe	94
4.4.2. Facteurs indirects	94
4.4.3. Facteurs systémiques	96
4.4.4. Autres constatations	99
<b>5. MESURES PRISES</b>	<b>102</b>
<b>6. RECOMMANDATIONS</b>	<b>104</b>
<b>7. ANNEXES</b>	<b>106</b>
<b>7.1 Catégories de signaux 7 à 18</b>	<b>106</b>





# 1. RÉSUMÉ

Suite à des orages survenus le 5/06/2016 vers 19h00, un impact de foudre a occasionné divers dérangements à la signalisation de la ligne 125 à hauteur de Hermalle-sous-Huy : trois circuits de voie sont dérangés. En conséquence, les signaux protégeant l'accès aux sections concernées passent au rouge: les trois signaux impliqués (B222, K.10 et KX.10) sont ainsi fermés.

En effet, lors de ce type de dérangement de circuit de voie, la nature intrinsèquement sûre du système fait que le relais électromécanique associé n'est plus alimenté. Cette situation correspond à un état sécuritaire: un dérangement provoque une action «restrictive» et non une action «permissive», la voie est déclarée comme occupée, et le signal protégeant la section de voie passe au rouge.

Les agents du poste de signalisation constatent ces dérangements et contactent des techniciens afin de lever ces dérangements. Les techniciens commencent leur travail vers 20h20.

Entretemps, et afin de permettre la circulation des trains dans de telles situations, des procédures existent. Le conducteur doit dans tous les cas marquer l'arrêt au pied du signal fermé :

- en cas de signal automatique, tel le signal B222, le conducteur de train doit ensuite remplir son document M510 et il peut alors franchir le signal fermé en roulant en marche à vue jusqu'au pied du grand signal d'arrêt suivant;
- en cas de signal desservi, tel les signaux K.10 et KX.10, le conducteur doit alors contacter par téléphone le poste de signalisation afin de recevoir une autorisation de franchissement de la part de l'agent du poste de signalisation.

Les techniciens décident de commencer leur travail sur la voie A : le remplacement de fusibles ayant subi une surtension permet un retour à la normale du fonctionnement de la signalisation sur cette voie.

Les techniciens prennent contact avec le poste de signalisation de Flémalle (Block 7) vers 20h50 : après vérification, la voie A de la ligne 125 est parcourable sans restriction ni autorisation de franchissement.

Le remplacement de fusibles brûlés dans l'armoire du signal K.10 sur la voie B permet la levée du dérangement du circuit de voie correspondant un peu avant 22h00.

Le dernier circuit de voie en aval du signal B222 est toujours en dérangement sur la voie B avec, comme conséquence, l'aspect fermé du signal B222.

Vers 22h52, le train de marchandises E48535 arrive à hauteur du PANG d'Amay : le signal D.11 présente l'aspect «Double Jaune». Le conducteur entame un freinage et acquitte l'aspect restrictif du signal sur son équipement de bord : l'information restrictive du signal a été transmise par le crocodile associé au signal D.11 vers l'équipement Memor de la locomotive. L'aspect Double Jaune indique au conducteur que le signal suivant (le signal B222) est à considérer fermé.

Il continue de ralentir son train et l'arrête un peu en amont du signal suivant le B222 qui présente le rouge. Le conducteur remplit son document de bord, prend une photo du signal B222 et redémarre son train en marche à vue. Il franchit le signal B222 et roule à une vitesse d'environ 12 km/h vers le signal K.10.

Vers 23h01, le train de voyageurs E3820 arrive à hauteur du PANG d'Amay : le signal D.11 présente l'aspect «Double Jaune», indiquant au conducteur que le signal suivant (le signal B222) est à considérer fermé.

Le conducteur acquitte tardivement l'aspect restrictif du signal, c'est-à-dire après avoir dépassé le signal mais dans la fenêtre de 4 secondes autorisées réglementairement.

L'information restrictive du signal a été transmise par la balise TBL1+ associé au signal D.11 (double jaune) vers l'équipement TBL1++ de l'automotrice AM96.

Le conducteur n'a pas entamé de freinage : il poursuit son trajet à une vitesse d'environ 112 km/h. Environ 50 mètres après le signal D.11 (double jaune), le train passe au-dessus d'une balise TBL1+ «OUT\_P44» : celle-ci a pour fonction d'émettre une information qui signale la sortie d'une zone TBL1+ et qui active la fonction «Memor-Crocodile» à bord du matériel roulant.

Le train E3820 arrive à hauteur du signal B222 à une vitesse de 112 km/h. Tel que prévu dans le fonctionnement de la signalisation, et conformément à l'aspect fermé du signal B222, le crocodile associé au signal n'émet pas de tension : le train E3820 dépasse le signal B222 fermé sans que le conducteur en soit averti par l'équipement à bord du train. Le train continue de rouler.

Au moment où le conducteur du train E3820 aperçoit probablement le signal de queue du train de marchandises, il entame un freinage d'urgence alors que le train roule à environ 118 km/h. Le train E3820 parcourt une distance d'environ 178 mètres avant d'entrer en collision avec l'arrière du train E48535 à une vitesse d'environ 88 km/h.

La collision par ratrappage est due au dépassement de signal présentant l'aspect fermé suite à l'absence de freinage par le conducteur de train de voyageurs.

Une enquête technique a été menée avec l'aide d'expertise externe pour confirmer l'état des signaux rencontrés par le conducteur. Un arbre des défaillances a été établi afin de vérifier les circonstances dans lesquelles le signal aurait pu présenter un autre aspect que le rouge sur base des plans de câblages fournis par le gestionnaire d'infrastructure, mais également sur base de diverses études et analyses réalisées concernant le fonctionnement, l'impact des dysfonctionnements, l'impact des actions réalisées par le personnel de cabine ainsi que l'impact des actions des deux techniciens sur la signalisation.

Les éléments en notre possession, les interviews et études menées confirment le scénario d'un dépassement d'un signal fermé (B222).

Une étude des facteurs humains avec l'aide d'une expertise externe a également été menée : elle porte sur les relations entre les individus et les systèmes avec lesquels ils interagissent, en se concentrant sur l'amélioration de l'efficacité, de la créativité, de la productivité et de la satisfaction au travail en vue de minimiser les erreurs.

L'environnement de travail doit être conçu et organisé de façon à réduire la probabilité de survenue des erreurs ainsi que l'impact de ces dernières lorsqu'elles ont effectivement lieu. Il n'est pas possible de supprimer la faillibilité humaine mais il est nécessaire d'agir en vue d'en atténuer et d'en limiter les risques. Il convient de remarquer que l'étude des facteurs humains n'est pas aussi directement liée aux personnes que son nom pourrait le suggérer. Il s'agit plutôt de comprendre les limites humaines et de concevoir les environnements de travail et le matériel utilisé en tenant compte de la variabilité des professionnels et de leurs activités.

Durant cette étude, les caractéristiques de la vigilance du conducteur, de son niveau d'alerte et de ses éventuelles distractions ont été déduites indirectement par le biais d'interprétations des actions effectuées par le conducteur durant le trajet.

Le conducteur impliqué assurait un service de garde durant le week-end. Il remplaçait un conducteur malade. La grille horaire du conducteur a été analysée à l'aide d'un outil «RFI» (Risk Fatigue Index). Selon ce calcul, le niveau de fatigue du conducteur n'était pas élevé. Cependant, ce calcul Risk Fatigue Index est basé sur la grille des prestations du conducteur : il ne donne aucune indication sur le temps et sur la qualité du sommeil effectifs du conducteur, ni sur son niveau de stress. Les actions du conducteur sur le système de veille automatique («pédale d'homme mort») montrent que le conducteur n'a pas subi de malaise ou d'endormissement prolongé durant sa prestation du jour de l'accident (3 trajets) mais cela ne donne aucune indication sur d'éventuels micro-sommeils.

Le poste de conduite de l'automotrice AM96 offre une bonne visibilité sur les signaux. La distance de visibilité du signal avertisseur (D11 double jaune) laisse au conducteur le temps d'appliquer les gestes-métier attendus. Le signal B222 (rouge) est correctement visible et sa saillance est bonne malgré l'environnement lumineux urbain.

Le conducteur n'a pas entamé de freinage à l'approche du signal B222 qui présentait l'aspect fermé.

L'étude des enregistrements des données des trains («boîtes noires») pour les trajets du jour de l'accident a révélé :

- divers pointages tardifs de signaux restrictifs, c.-à-d. dans les 4 secondes qui suivent le passage du train au pied du signal;
- l'intervention de freinages automatiques par le système TBL1+ sur d'autres signaux.

Nous en déduisons que le niveau d'alerte du conducteur ne devait pas être optimal.

La capacité de l'être humain à se laisser distraire lui permet de remarquer les événements anormaux. Cette capacité lui permet de reconnaître et de faire face aux situations rapidement et d'ainsi s'adapter à la nouvelle situation et à la nouvelle information.

Cependant, cette même capacité de distraction prédispose également aux erreurs. En effet, en cas de distraction, il existe un risque de ne pas être attentif aux aspects les plus importants d'une tâche ou d'une situation. Les distractions peuvent être nombreuses et diverses : extérieures à l'individu (travaux dans la voie, ...) ou provenant de l'individu même (GSM, tablette multimédia, boisson, journal, musique,...).

Aucun appel via le GSM de service ou le GSM-R n'a été effectué aux moments des pointages tardifs ou interventions TBL1+. Le GSM privé du conducteur n'a pu être analysé par l'OE.

L'activité avec un GSM est difficilement mesurable : en effet, des activités peuvent être dues à des programmes automatiques (mise à jour,...), le conducteur peut également utiliser le GSM de façon déconnectée pour regarder des photos, regarder des vidéos préalablement téléchargées, pour écouter de la musique,...

Aucune autre source potentielle de distraction n'a été notée.

La question concernant l'usage des GSM a cependant été soulevée au cours de l'enquête par les experts externes. Les conducteurs connaissent l'interdiction d'utilisation du GSM privé dans le poste de conduite mais reconnaissent que parfois la règle n'est pas strictement respectée.

La prévention par la responsabilisation du personnel de conduite joue donc un rôle prépondérant. Lors des dernières réunions de concertation, l'autorité nationale de sécurité sensibilise les entreprises ferroviaires aux risques de l'utilisation des GSM.

**L'OE recommande à l'entreprise ferroviaire de poursuivre ses investigations et contrôles pour éviter les distractions lors de la conduite.**

Le cerveau peut également jouer des tours en appréciant mal la situation et, partant, en contribuant à la survenue d'erreurs. Une mauvaise appréciation de la situation constitue, quelles que soient les bonnes intentions, l'une des principales raisons pour lesquelles les décisions et les actions peuvent être entachées d'erreur et conduire à des erreurs, indépendamment du niveau d'expérience, de l'intelligence, de la motivation ou de la vigilance.

Le caractère monotone du trajet ainsi que les habitudes et les attentes du conducteur sont des facteurs de risques pour que l'attention du conducteur ne se porte pas sur l'aspect des signaux mais que ces facteurs, au contraire, conditionnent le schéma mental du conducteur et influencent son interprétation des signaux rencontrés. Selon les témoignages recueillis par les experts auprès de conducteurs pratiquant la ligne concernée, le signal B222, grand signal d'arrêt non desservi, présente de façon générale un aspect vert à cette heure tardive.

Durant la séquence opérationnelle, le conducteur du train de voyageurs arrive à la hauteur du signal D.11 présentant l'aspect «Double Jaune» qui indique au conducteur que le signal suivant (le signal B222) est à considérer fermé. Le conducteur acquitte tardivement l'aspect restrictif du signal, c'est-à-dire après avoir dépassé le signal mais dans la fenêtre de 4 secondes autorisées. Au-delà des 4 secondes, un freinage d'urgence aurait été enclenché.

Le franchissement d'un signal présentant un aspect restrictif se traduit dans le poste de conduite par l'allumage de l'indicateur lumineux de mémorisation jaune.

La fonction de mémorisation de la lampe jaune dans le poste de conduite n'est pas suffisante pour permettre au conducteur de se rendre compte qu'il roule vers un signal fermé (B222 présentant le rouge).

Le conducteur franchit indûment le signal B222 équipé du système Memor.

L'accident montre, comme dans le cas de l'accident Wetteren, qu'il est possible pour un conducteur d'acquitter un signal de manière «automatique» sans déclencher d'action particulière.

Le but du système MEMOR est d'obtenir, par la présence d'un dispositif d'assistance et de surveillance de la conduite, une réduction des risques liés à un éventuel relâchement de la vigilance du conducteur. Avec le système MEMOR, aucune alerte n'est prévue pour avertir le conducteur de son franchissement et lui permettre d'effectuer un freinage d'urgence. C'est l'absence de signal sonore qui est censée «alerter» le conducteur du dépassement.

Le Memor n'est pas conçu non plus pour déclencher un freinage d'urgence en cas de dépassement du signal, contrairement à un système ATP/ATC<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> ATP = Automatic Train Protection - ATC = Automatic Train Control. Exemple de ces systèmes : TBL1+, KVB, ATB, TBL2, ETCS,...

L'enquête s'est également portée sur les systèmes de gestion mis en place par les deux entreprises.

Malgré que le respect de la signalisation soit une règle martelée au cours de la formation et lors du suivi des conducteurs, les habitudes de réaction d'un conducteur face à un signal restrictif peuvent subir des déviations par rapport à la règle et aux bonnes pratiques : certains conducteurs adoptent une conduite plus réactive, et vigilent régulièrement de façon tardive.

Lors des interviews avec des conducteurs, les experts de l'entreprise externe ont mentionné que les habitudes de conduite de certains conducteurs plus récemment entrés en service ne sont pas similaires à celles de conducteurs ayant roulé sur d'autres systèmes (Memor, Gong-Sifflet) : ils auraient tendance à s'appuyer davantage sur le rappel de certains aspects de la signalisation par le système TBL1+ à bord des trains. Ceci constitue une déviation par rapport aux prescriptions : tout conducteur doit observer la signalisation latérale et respecter les règles définies par l'entreprise et reprises dans le HLT.

Le système TBL1+ est un système d'aide à la conduite, et non un système automatique de contrôle des trains.

Le système TBL1+ n'équipe pas l'intégralité des signaux : les plans schématiques de signalisation<sup>2</sup> reprennent cette information mais les conducteurs ne peuvent pas et ne doivent pas connaître, selon la SNCB, quels sont les signaux équipés de TBL1+ et ceux qui ne le sont pas.

En effet, les règles de conduite ne changent pas selon l'équipement TBL1+ ou Memor du signal. Des contrôles via l'analyse des bandes d'enregistrement sont effectués par l'entreprise ferroviaire. Cependant, il n'est pas possible de contrôler l'ensemble des trajets journaliers effectués.

**L'OE recommande à l'entreprise ferroviaire de poursuivre la sensibilisation et responsabilisation des conducteurs de trains quant aux risques engendrés par le non-respect des règles de conduite.**

<sup>2</sup> Les PSS sont mis à disposition des entreprises ferroviaires par le gestionnaire.

Après l'accident de Buizingen en 2010, les deux entreprises Infrabel et SNCB ont déposé un plan d'équipement accéléré du système TBL1+ au niveau de l'infrastructure et au niveau du matériel roulant.

Infrabel communique sur l'état de protection par le système TBL1+ de son réseau entre autres en termes de «couverture d'efficacité». Cette communication a pu entraîner de la confusion : les 99,9% de couverture d'efficacité ne correspondent ni à 99,9% de réduction de risque d'atteinte du point dangereux amenés par l'installation du système TBL1+, ni à l'équipement en TBL1+ de 99,9% de l'ensemble des signaux du réseau d'Infrabel.

Pourquoi le signal B222 n'est-il pas équipé ?

Infrabel travaille en deux phases pour sécuriser le réseau :

- la première consistait en un déploiement rapide (4-5 ans) de la TBL1+ sur 75% des signaux, et
- la seconde phase consiste en un équipement du réseau en ETCS.

Lors de la première phase, le système TBL1+ n'est pas installé sur l'ensemble des signaux du réseau : l'objectif du gestionnaire est de réduire de 75% l'atteinte du point dangereux lors des dépassements des signaux.

Pour décider d'équiper ou non un signal de l'équipement TBL1+, Infrabel s'est basé sur une analyse de risques.

De façon synthétique, le signal B222 n'a pas été équipé pour les raisons suivantes :

- le niveau de risque estimé par la méthode utilisée était relativement faible et la catégorie dont fait partie le signal ne devait pas être prioritairement équipé du système TBL1+;
- le signal ne participait pas à atteindre l'objectif défini par le gestionnaire d'infrastructure, à savoir réduire de 75% l'atteinte d'un point dangereux lors d'un dépassement de signal;
- le retard dans le planning de modernisation du tronçon de la ligne en PLP<sup>3</sup>;
- la décision d'Infrabel d'installer la TBL1+ sur le tronçon « tout relais » sans attendre l'installation de la PLP mais via un déploiement minimum;
- le signal B222 est un signal non desservi qui nécessitait un nouveau câblage pour permettre l'installation de la TBL1+ et amené à disparaître dans le cadre de la nouvelle configuration PLP du tronçon « Ampsin- Haute-Flône ».

## La seconde phase

Le Masterplan établi par Infrabel et par la SNCB est un plan ambitieux pour sécuriser le réseau ferroviaire belge par des systèmes ATP (TBL1+) et ATC (tels les systèmes ETCS 1, 2 et 1 Limited Supervision).

De nombreux signaux devraient être équipés en 2020 : l'analyse de l'évolution dans le passé des projets d'implémentation des systèmes ATP/ATC (TBL, TBL 1, TBL2, ...) sur le réseau ferroviaire belge montre que ces projets subissent des révisions car jugés trop ambitieux. Le planning TBL1+ a bien été respecté, le suivi du planning de déploiement de l'ETCS est une des recommandations de l'OE dans le cadre de l'enquête sur l'accident de Wetteren.

Les analyses de risques d'Infrabel ont établi les valeurs suivantes de diminution du risque d'atteinte du point dangereux en cas de dépassement d'un signal fermé:

- 75% en cas d'équipement TBL1+;
- 85 à 90% en cas d'équipement ETCS 1 Limited Supervision;
- 95% en cas d'équipement ETCS 1 ou ETCS 2.

Il est prévu de ne pas équiper certains signaux :

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

L'ETCS est en cours d'installation selon un plan de déploiement de 2012 à 2022.

Il faut rester conscient que le risque zéro n'existe pas ; l'objectif du système ETCS est bien de diminuer le risque d'atteinte du point dangereux en cas de dépassement d'un signal fermé.

## 2. LES FAITS IMMÉDIATS

### 2.1. L'ÉVÉNEMENT

#### 2.1.1. DESCRIPTION DE L'ÉVÉNEMENT

Le dimanche 05 juin 2016 vers 23:04, le train de voyageurs 3820 de la SNCB percute l'arrière du train 48535 de B-Logistics entre les points d'arrêt non gardés de Amay et de Hermalle-sous-Huy sur la ligne 125.

Suite à la collision, les 2 premières voitures du train de voyageurs déraillent et se couchent sur les voies.

L'accident cause le décès de 3 personnes (le conducteur du train de voyageurs et 2 voyageurs) et 9 blessés graves. De nombreux dégâts sont occasionnés à l'infrastructure et au matériel roulant.

#### 2.1.2. LOCALISATION

L'accident s'est produit sur la ligne 125 Namur - Liège.

La ligne 125 est une ligne qui constitue une partie de ce qui est appelé "la dorsale wallonne". Elle est à double voie et relie Namur et Liège.

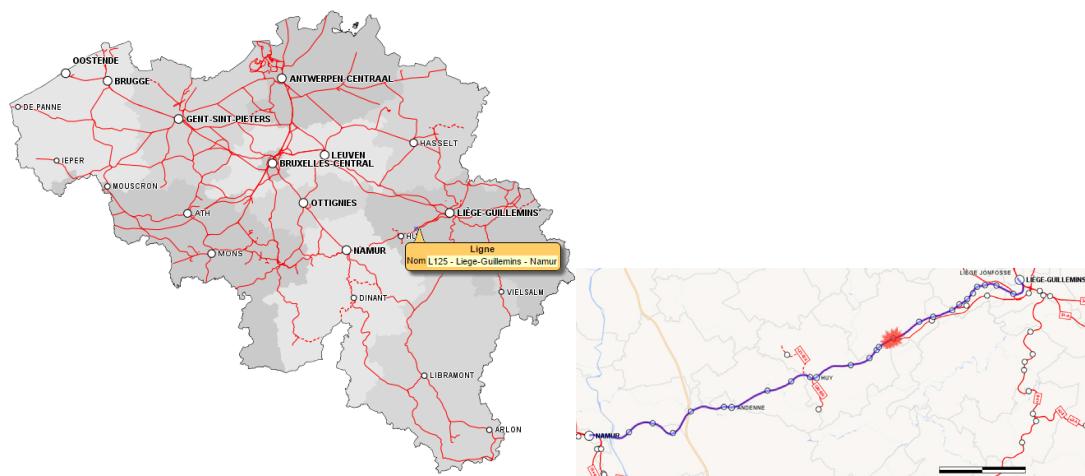


Illustration : localisation de l'accident (source : Infrabel)

#### 2.1.3. LA DÉCISION D'OUVERTURE D'ENQUÊTE

L'enquêteur de garde de l'OE est directement prévenu par le Traffic Control et se rend sur le site de l'accident.

L'accident répond à la définition d'accident grave selon la loi du 30 août 2013 portant le Code ferroviaire<sup>4</sup>. Conformément à l'article 111 de cette loi<sup>5</sup>, l'Organisme d'Enquête a immédiatement décidé d'ouvrir une enquête et en a informé les parties concernées.

4 Art. 3 - 2° Accident grave : toute collision de trains ou tout déraillement de train faisant au moins un mort ou au moins cinq blessés graves ou causant d'importants dommages au matériel roulant, à l'infrastructure ou à l'environnement, et tout autre accident similaire ayant des conséquences évidentes sur la réglementation ou la gestion de la sécurité ferroviaire; on entend par « importants dommages » des dommages qui peuvent être immédiatement estimés par un organisme d'enquête à un total d'au moins 2 millions d'euros

5 Art. 111. § 1er. L'organisme d'enquête :  
1° effectue une enquête après chaque accident grave survenu sur le système ferroviaire;

## 2.1.4. COMPOSITION DE L'ÉQUIPE D'ENQUÊTE

Organisme d'appartenance	Rôle
Organisme d'Enquête	Enquêteur principal
Organisme d'Enquête	Enquêteurs
SSICF	Expertise technique et réglementaire, assistance documentaire
Infrabel	Assistance documentaire, logistique, technique
SNCB	Assistance documentaire, logistique, technique
B Logistics	Assistance documentaire, logistique, technique
Intergo	Expertise externe
Q3S	Expertise externe
Institut Royal Météorologique	Expertise externe
Elia System Operator	Expertise externe

## 2.1.5. CONDUITE DE L'ENQUÊTE

L'enquête s'articule sur :

- des constatations et mesures techniques effectuées sur le site de l'accident (infrastructure, signalisation, matériel roulant) et par la suite en ateliers;
- de documents techniques et réglementaires;
- des interviews dont les éléments recueillis sont intégrés dans le texte du présent rapport;
- une étude technique des éléments de la signalisation réalisée avec l'aide d'une société d'expertise externe;
- une étude sur les facteurs humains et organisationnels réalisée avec l'aide d'une société d'expertise externe.

L'enquête s'est attachée aux défaillances dans les principes de sécurité ou l'application de ces principes, ayant permis la survenance de l'accident. Une étude approfondie des comportements des acteurs et des entités a également pu être menée : comparaison aux pratiques courantes, comparaison aux référentiels, recherche d'explications psychologique ou psychosociologique.

### 2.1.5.1. SITE DE L'ACCIDENT

Les enquêteurs de l'OE ont rassemblé divers éléments la nuit de l'accident et les jours suivants :

- informations techniques et organisationnelles aux postes de signalisation de Huy, Her-malle et Flémalle;
- déclarations de divers membres du personnel en service;
- relevés, mesures et fonctionnement de la signalisation et du matériel roulant.

### **2.1.5.2. EXPERTISE EXTERNE**

L'OE a décidé de s'appuyer sur les services de deux sociétés d'expertise :

- la société Q3S, pour une expertise technique de la signalisation;
- la société Intergo, pour une étude sur les facteurs humains et organisationnels.

La société Q3S a apporté son expertise, tant sur le terrain lors des constatations et mesures le lendemain de l'accident, que dans l'analyse des documents et plans techniques de la signalisation et les discussions avec les techniciens de la signalisation.

Pour mener l'étude sur les facteurs humains et organisationnels, les méthodes suivantes ont été utilisées par la société Intergo :

- étude de documents : règlements, consignes, documents d'organisation;
- trajets effectués et filmés depuis le poste de conduite afin de reconstituer le trajet du train 3820 du jour de l'accident;
- interviews d'agents;
- interview de responsables.

Le point de départ de l'étude est le scénario de l'accident tel qu'établi par l'enquête, complété des principes de sécurité et du référentiel d'actions (procédures, etc.) censés protéger de ce type d'accident.

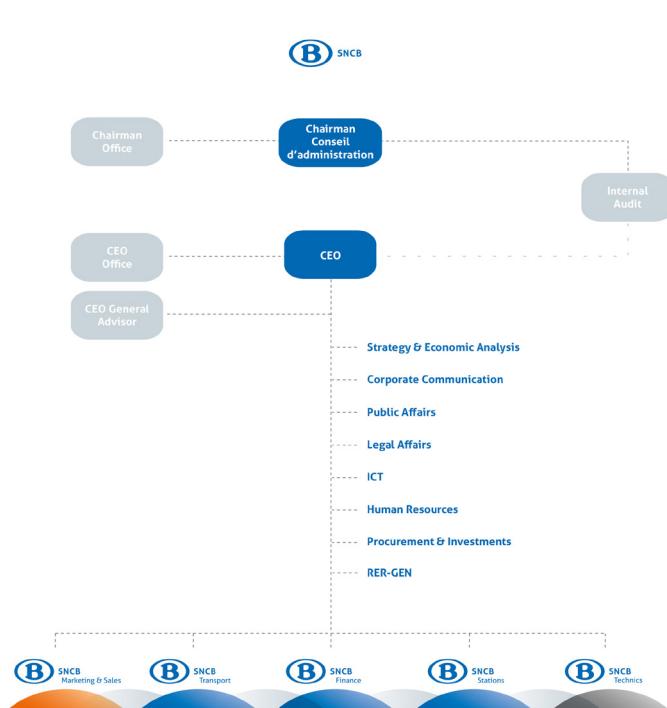
## 2.2. LES CIRCONSTANCES DE L'ÉVÉNEMENT

### 2.2.1. ENTREPRISES CONCERNÉES

#### 2.2.1.1. ENTREPRISE FERROVIAIRE SNCB

La SNCB est composée de 5 directions :

- Technics, en charge de l'achat, de la modernisation et de l'entretien du matériel roulant. Elle a pour mission de fournir aux clients du matériel sûr, fiable et adapté aux besoins opérationnels et commerciaux, et en quantité suffisante de manière à offrir un service de qualité au voyageur.
- Transport, en charge de la gestion opérationnelle. Elle organise l'offre nationale des trains, depuis la confection des horaires jusqu'au suivi, en temps réel, du déroulement du trafic ferroviaire. L'accomplissement de ses activités passe également par la gestion du matériel roulant, des conducteurs, des accompagnateurs de train et de la sécurité.
- Stations, en charge du renforcement de la mobilité, du développement et modernisation des gares et de leurs abords, du renforcement de l'accueil et des services à l'intérieur des gares, le tout afin de jouer un rôle central dans le développement urbain.
- Finance, responsable de la gestion de la trésorerie et des financements, de l'organisation et la tenue de la comptabilité et du contrôle de la gestion, des recettes et des dépenses.
- Marketing & Sales, en charge du marketing, de la communication à la clientèle, de la vente des produits et services de la SNCB, ainsi que du service à la clientèle.



En plus des 5 directions, la SNCB comporte différents services d'appui:

- Europe
- Strategy & Economic
- Corporate Communications & Public Affairs
- Human Resources
- Legal Affairs
- ICT
- Procurement & Investments

Le certificat de sécurité partie B de la SNCB a été renouvelé en 2015.

### 2.2.1.2. ENTREPRISE FERROVIAIRE B LOGISTICS

B Logistics est une entreprise ferroviaire de fret<sup>6</sup> dont le certificat de sécurité partie B a été renouvelé en 2013<sup>7</sup>.

Basée en Belgique avec une position stratégique autour des ports d'Anvers, Gand, Zeebruges, Rotterdam et Le Havre, B Logistics offre des solutions de transport ferroviaire et de logistique, opérant en Europe.

B Logistics opère des trains en libre accès en Belgique, en Allemagne, aux Pays-Bas, au Luxembourg et en France.

Grâce à sa filiale Xpedys, B Logistics propose des solutions de transport sur mesure pour les métaux, les produits chimiques et les produits en vrac, tant en circulation intérieure que vers l'étranger.

Spécialisée dans les processus logistiques liés aux chemins de fer pour les clients industriels, B Logistics opère également sur site, où la société peut gérer les activités liées au triage, au chargement et déchargement, à l'entretien, la réparation, l'expédition et à la location de locomotives.

B Logistics possède une large flotte de différents types de wagons et les loue aux parties intéressées. Sa filiale "TRW"<sup>8</sup> maintient cette flotte en conformité avec les documents d'entretien pour chaque wagon et les exigences applicables.

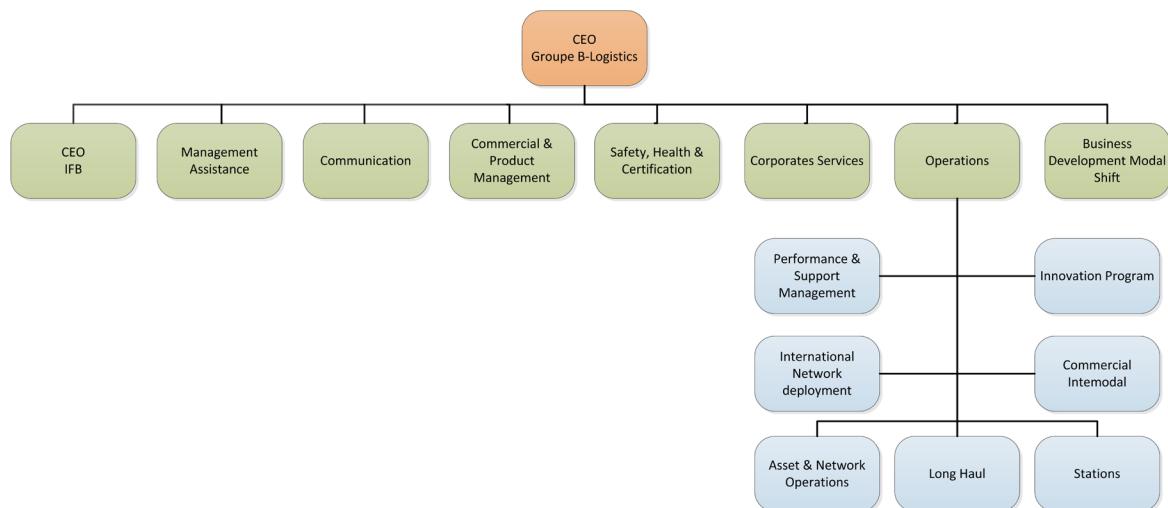


Illustration : organigramme de la société B Logistics

6 Depuis le 27/04/2017, la société B Logistics est devenue LINEAS GROUP.

7 Le 21/12/2016, Le certificat B a été renouvelé : il est valable jusqu'au 20/12/2019.

8 Depuis le 30/06/2017, l'activité ECM a été transférée à XPEDYS devenue LINEAS au 27/04/2017.

### 2.2.1.3. GESTIONNAIRE D'INFRASTRUCTURE INFRABEL

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

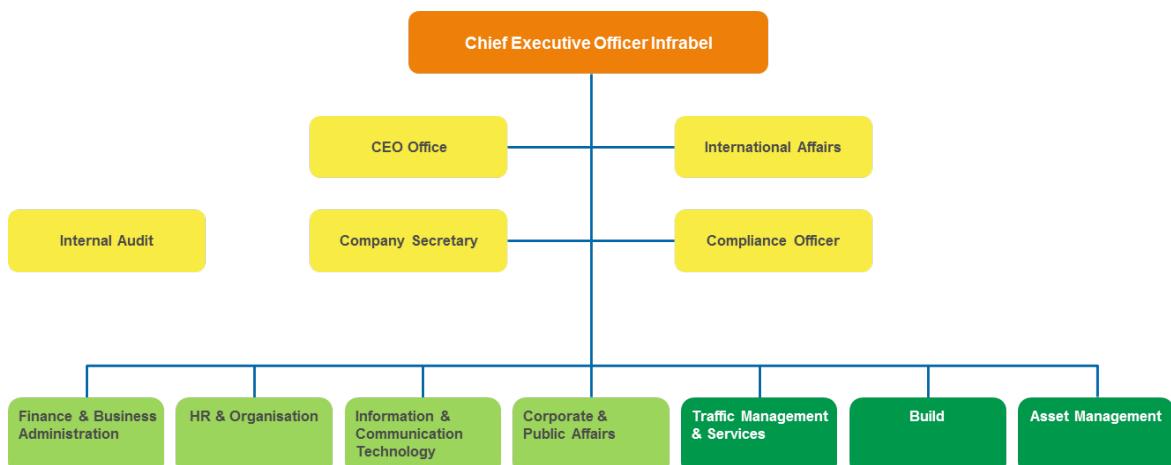
Le gestionnaire de l'infrastructure doit veiller à l'application correcte des normes techniques et des règles afférentes à la sécurité de l'infrastructure ferroviaire et à son utilisation.

Infrabel possède un agrément de sécurité depuis le 22 mai 2008, et renouvelé en 2013 auprès du SSICF.

L'agrément de sécurité comprend :

- l'agrément confirmant l'acceptation du système de gestion de la sécurité (SGS) du GI;
- l'agrément confirmant l'acceptation des dispositions prises par le GI pour satisfaire aux exigences particulières requises afin de garantir la sécurité de l'infrastructure ferroviaire aux niveaux de la conception, de l'entretien et de l'exploitation, y compris, le cas échéant, l'entretien et l'exploitation du système de contrôle du trafic et de signalisation.

L'organigramme d'Infrabel est le suivant :



Les départements plus directement concernés par cet incident sont :

- la direction Traffic Management & Services : cette direction assure la gestion opérationnelle quotidienne du trafic ferroviaire sur le réseau belge. La direction entretient également les contacts avec les clients d'Infrabel (entreprises ferroviaires, entreprises raccordées et clients industriels désireux de transporter leurs produits par voie ferroviaire) et gère la distribution et l'allocation de la capacité du réseau. Enfin, la direction Traffic Management & Services coordonne la sécurité et la ponctualité du trafic.
- le service Information & Communication Technology : ICT vient en support des directions et services d'Infrabel pour tout ce qui a trait à l'informatique et aux télécommunications.
- la direction Asset Management : la direction Asset Management gère la maintenance et le renouvellement de l'infrastructure ferroviaire : voies, signaux, caténaires, sous stations de traction, etc. Elle réalise également des inspections sur le terrain, et gère également le support logistique et spécialisé.

## 2.2.2. TRAINS IMPLIQUÉS

### 2.2.2.1. TRAIN DE VOYAGEURS

Le train 3820 est composé de deux automotrices de type AM 96 (n° 548 (tête) et n° 461). L'horaire officiel du train E3820 est le suivant :

Heure	Gare/Arrêt	Train	Quai
20:13	Mouscron	IC 3820	3
20:18	Hercenay		1
20:18			
20:29	Tournai		2
20:30			
20:35	Antoing		1
20:36			
20:44	Perwez		1
20:44			
20:49	Blaton		2
20:50			
21:00	Saint-Ghislain		1
21:01			
21:04	Quaregnon		2
21:04			
21:07	Jemappes		2
21:07			
21:12	Mons		2
21:15			
21:29	La Louvière-Sud		3
21:31			
21:44	Marchienne-Au-Pont		2
21:45			
21:49	Charleroi-Sud		7
21:51			
21:56	Chastre		4
21:57			
22:03	Tamines		2
22:04			
22:06	Ayvelles		2
22:07			
22:11	Jemeppe-Sur-Sambre		3
22:12			
22:27	Namur		4
22:29			
22:42	Andenne		2
22:43			
22:50	Stalle		6
22:51			
22:54	Huy		3
22:55			
23:07	Flemalle-Haute		4
23:08			
23:18	Liege-Guillemins		9
23:20			
23:24	Liege-Jonfosse		2
23:25			
23:27	Liege-Palais		4
23:28			
23:33	Herstal		1
23:34			
23:39	Milmort		1
23:40			
23:43	Liers		1



Les AM96 sont des automotrices électriques composées de 3 caisses (ou voitures) de 26.4 m chacune.

Masse totale du train = environ 319 tonnes.

Les attelages GF permettent les accouplements entre automotrices, et une intercirculation entre chaque ensemble.

Les AM impliquées dans l'accident sont munies du système TBL1++ (version améliorée du système TBL1+ mis en place par la SNCB sur une partie de son matériel roulant - cf. 3.4), également capable de lire les crocodiles.

### 2.2.2.2. TRAIN DE MARCHANDISES

Le train E48535 de B Logistics reliait Monceau à Aachen-West.

Composition : 30 wagons (transport de pierres "calcaire")

Traction : 2 locomotives de type 28 (2824 + 2831)

Longueur totale : 363m (wagons) + 37.8m (locomotives) = 400.8 mètres

Masse totale : 2664.9 T (rame remorquée) + 172T (locomotives) = 2836.9 Tonnes



Illustration : locomotive de type 28



Illustration : queue du train E48535 (avant dernier wagon, endommagé lors de la collision)

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

### 2.2.3.1. LIGNE 125

La ligne 125 est une ligne électrifiée (3kV) qui constitue une partie de "la dorsale wallonne" reliant Namur à Liège. La vitesse de référence de la ligne est de 120 km/h.

Lieu de l'accident : entre les BK 22 et 21, sur la voie B entre les signaux B222 et K.10.

Le signal K.10 est desservi par le block 10 de Hermalle-sous-Huy : en l'absence de personnel à ce poste, le block 10 est télécommandé par le block 7 de Flémalle.

Avant le signal B222, se trouve le signal D.11 desservi par le block 11 de Amay : en l'absence de personnel à ce poste, le block 11 est télécommandé par le block 15 de Huy.

Tant le block de Flémalle que celui de Huy sont des blocks "Tout Relais".

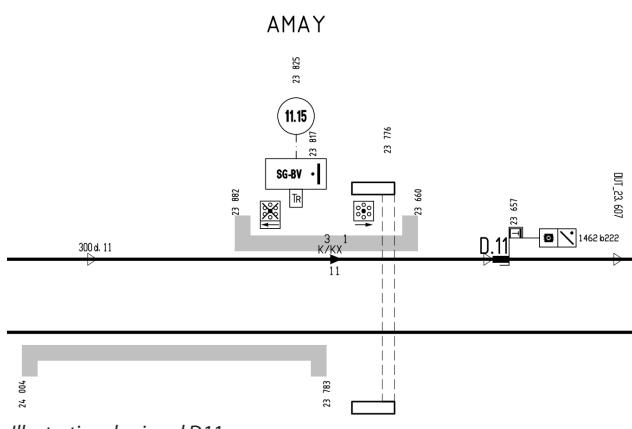
### 2.2.3.2. SIGNAUX IMPLIQUÉS

#### Signal D11

Le signal D.11 est situé à l'extrême du quai du PANG<sup>9</sup> Amay, à la BK 23657.

Le signal D.11 est un grand signal d'arrêt desservi combiné, avertisseur du signal B222.

Il est muni d'un œillet de franchissement et est équipé de balises TBL1+ (→) et d'un crocodile (—).



Selon les informations présentées sur le PSS<sup>10</sup>, le signal D.11 peut présenter les aspects :

- Rouge
- Vert
- Double Jaune

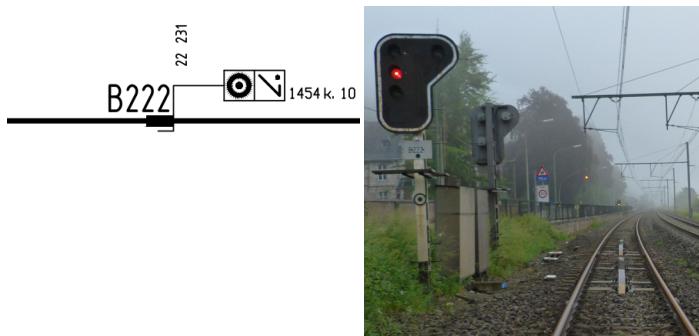
## **Signal B222**

Le signal B222 est situé à la BK 22231.

Le signal B222 est un grand signal d'arrêt automatique combiné, avertisseur du signal K.10.

Le mât du signal présente une couronne de franchissement.

Il est équipé d'un crocodile; il n'est pas équipé d'une balise TBL1+.



Selon les informations présentées sur le PSS, le signal B222 peut présenter les aspects :

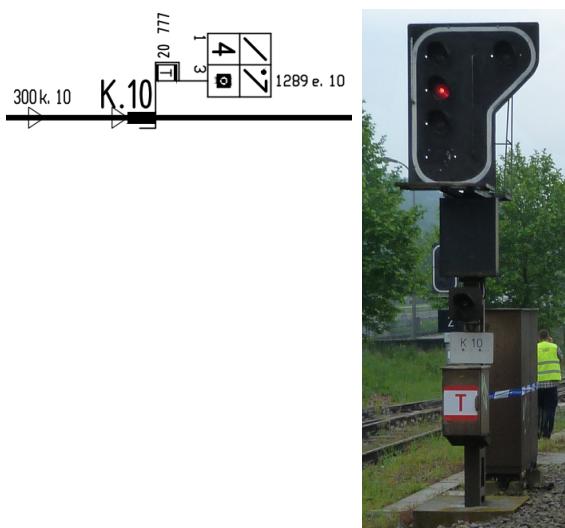
- Rouge
- Vert
- Double Jaune
- Vert Jaune Horizontal

## **Signal K.10**

Le signal K.10 est situé à la BK 20777.

Le signal K.10 est un grand signal d'arrêt desservi combiné, avertisseur du signal E.10. Il est équipé d'un écran complémentaire lumineux pouvant présenter un chiffre 4.

Il est muni d'un œilleton de franchissement et est équipé d'une balise TBL1+ et d'un crocodile.

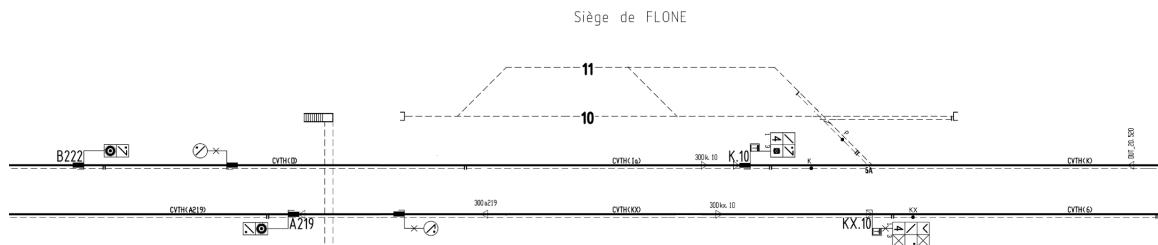


Selon les informations présentées sur le PSS, le signal K.10 peut présenter les aspects :

- Rouge
- Vert
- Double Jaune
- Double Jaune + 4 (40 km/h)
- Vert Jaune Horizontal
- Oeilleton allumé ou éteint

### **2.2.3.3. CIRCUIT DE VOIE**

Un circuit de voie (CV) est un système de détection des circulations qui utilise un circuit électrique, empruntant les rails de la voie, pour détecter la présence d'un train dans la section.



*Illustration : plan 1002 (simplifié) où sont visibles les dénominations des circuits de voie (CVTH(xx)) ainsi que les délimitations des zones de détection de ces circuits de voie.*

Lorsque la voie est détectée libre par l'électronique de circuit de voie, le relais de circuit de voie correspondant est mis sous tension et "monte" (état "haut").

En cas d'occupation de la voie par un train, l'essieu du train agit comme un court-circuit entre les 2 fils de rail et le relais du circuit de voie est mis hors tension par l'électronique de circuit de voie : il descend (état "bas").

Ce dispositif de détection de circulation permet, entre autres, de commander automatiquement les signaux : si le CV détecte un train, le signal protégeant l'accès à la section passe au rouge.

Une section peut comporter plusieurs circuits de voie pour assurer la détection des trains ("mise en série" de circuits de voie) :

- si au moins un des CV détecte un train, son relais descend et le signal protégeant l'accès à la section passe au rouge;
  - il faut que tous les CV de la section soient libres pour que la section soit déclarée libre.

Par exemple : la section en aval du signal B222 comprend 2 circuits de voies : O et 1a.

Lors d'un dysfonctionnement de circuit de voie, la nature intrinsèquement sûre de l'électronique fait que le relais n'est plus alimenté et le relais descend; la voie est déclarée occupée. On parle alors d'occupation fictive ou intempestive de la voie (train fictif).

#### 2.2.3.4. TBL1+

Dans les zones TBL1+ de la zone Infrabel-LSS<sup>11</sup>, les équipements TBL1+ (Eurobalises<sup>12</sup>) coexistent avec les crocodiles. Ces équipements sont :

- des groupes d' Eurobalises "Signal Balise Group - SBG" (associés aux grands signaux (d'arrêt ou avertisseurs)), qui inhibent la fonction "crocodile" et qui émettent des télogrammes électroniques correspondant à chacun des différents aspects de ces signaux;
- des groupes d' Eurobalises "Infill Balise Group - IBG" qui inhibent la fonction "crocodile" et qui émettent un télogramme électronique provoquant l'arrêt automatique du train si sa vitesse dépasse 40 km/h alors que le signal en aval est fermé ou est ouvert en petit mouvement (activation de la fonction "V<40") - ces groupes de balises IBG se trouvent entre 250 et 300 mètres en amont des signaux d'arrêt desservis (et de certains signaux non desservis) en VP directes.

A l'entrée des zones équipées de la TBL1+, en amont des signaux équipés de crocodiles et non précédés d'IBG, se trouvent des groupes d' Eurobalises "IN\_P44 BG" assurant uniquement l'inhibition de la fonction "crocodile" et empêchant ainsi l'information simultanée du bord par le SBG et le crocodile.

A la sortie des zones équipées du système TBL1+, se trouvent des groupes d' Eurobalises "OUT\_P44 BG" qui réactivent la fonction "crocodile".

Dans les zones "non TBL1+", les signaux ne sont équipés que de crocodiles.

#### **Balise "OUT\_P44"**

Entre le signal D.11 et le signal B222, à la BK 23607 se trouve un groupe d' Eurobalises "OUT\_P44 BG"

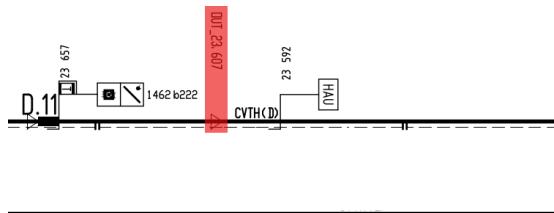


Illustration : plan 1002 - portion de la ligne 125 comprenant la balise "OUT\_P44" située après le signal D.11 (BK 23607).

<sup>11</sup> LSS = Line Side Signalling (= ligne à signalisation latérale), zone limitée par la zone Etranger (limitée par un groupe de balises OFF\_TBL1+ (en sortie de zone) / ON\_TBL1+ (en entrée de zone) et les LGV 1, 2, 3 et 4).

<sup>12</sup> Pour un fonctionnement en TBL1+, les Eurobalises émettent les informations vers les équipements de bord en utilisant le "paquet national" n° 44 (P44) tel que prévu dans les spécifications ETCS.

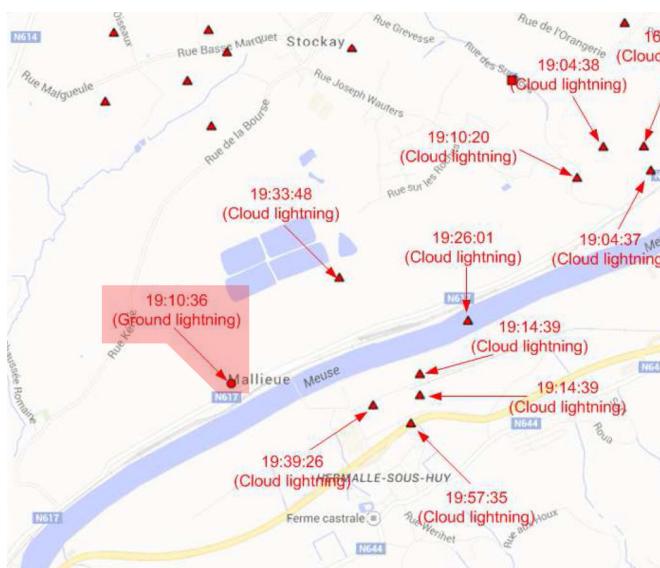
#### **2.2.4. MOYEN DE COMMUNICATIONS**

Lorsqu'il a ressenti le choc venant de l'arrière de son train, le conducteur du train de marchandises (E48535) a tout de suite lancé l'alarme via GSM-R et a pris contact avec le Traffic Control grâce au GSM-R<sup>13</sup>.

Parallèlement, après l'impact, l'accompagnateur du train de voyageurs prendra également contact avec les services de secours à l'aide de son GSM de service.

#### **2.2.5. TRAVAIL RÉALISÉ SUR LE SITE OU À PROXIMITÉ DE L'ACCIDENT**

Lors des orages survenus le 5/06/2016 vers 19h, des éclairs ont été enregistrés, au sol (Ground lightning) et entre nuages (Cloud lightning), par l'IRM<sup>14</sup> et par la société Elia<sup>15</sup>, sur les 2 rives de la Meuse à hauteur de Hermalle-sous-Huy.



**Illustration : localisation d'éclairs enregistrés à proximité des lieux de l'accident le 05/06/2016 entre 19h et 20h (source : Elia).**

Un impact de foudre est enregistré au sol, avec comme conséquence des dérangements observés à la signalisation (balises TBL1+ et CV) qui ont nécessité l'intervention de techniciens. Ceci est détaillé au chapitre 3.4.

<sup>13</sup> Le GSM for Railways (GSM-R) est un standard international pour le réseau radio numérique paneuropéen de communication destiné au secteur ferroviaire. Il supporte les services de voix et de données et travaille dans des bandes de fréquences allouées par la Communauté Européenne identiques en Europe.

Il permet d'établir une communication directe entre le poste de conduite des trains et le Traffic Control, d'effectuer des appels par groupe, de gérer la priorité des appels.

14 IRM = Institut Royal Météorologique est un institut scientifique qui s'occupe de météorologie.

<sup>14</sup> MIVI – Institut royal météorologique est un institut scientifique qui s'occupe de la météorologie et de l'hydrologie en Belgique.

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

Après le choc de la collision, le conducteur du train de marchandises a envoyé une alarme GSM-R. Le trafic est interrompu sur la ligne.

Diverses mesures de sécurité sont prises pour éviter le sur-accident.

### Le 05/06/2016

23:04: le TC informe le SOC et le CIC. La circulation est interrompue entre Huy et Flémalle.

23:30: les services de secours arrivent sur place. Les pompiers commencent à sortir les victimes du train. Déclenchement du plan d'urgence communal.

### Le 06/06/2016

01:30: les derniers blessés ont été pris en charge et dispatchés vers les hôpitaux CHC Huy, CHU Liège tandis que les autres voyageurs ont été dirigés vers l'abbaye de Flône.

02:25: le Parquet arrive sur place.

02:30: un service de bus est organisé pour amener les voyageurs vers Liège où des taxis les attendent.

15:39: évacuation du train de marchandises E48535 vers Kinkempois.

20:21: évacuation de la partie du train de voyageurs encore sur les rails vers Ronet.

## 2.3. PERTES HUMAINES, BLESSÉS ET DOMMAGES MATÉRIELS

### 2.3.1. PASSAGERS, PERSONNEL ET TIERS

Trois décès sont à déplorer : le conducteur du train de voyageurs et deux voyageurs. Neuf voyageurs sont grièvement blessés<sup>16</sup>.

### 2.3.2. MATERIEL ROULANT, INFRASTRUCTURE ET ENVIRONNEMENT

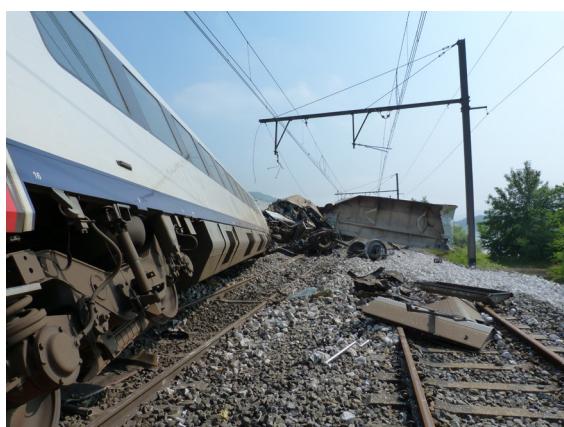
#### 2.3.2.1. TRAIN DE VOYAGEUR

La 1ère voiture de l'AM 548 (AM en tête) est complètement détruite.



*Illustrations : la voiture de tête de la rame 548 est couchée sur les voies et encastrée dans les débris du wagon de queue du train de marchandises.*

Les 2 autres voitures sont partiellement endommagées.



*Illustrations : la deuxième voiture de la rame 548 est déraillée mais pas complètement couchée sur les voies.*

<sup>16</sup> Loi du 30 août 2013 - Appendice "Définitions communes des ISC et méthodes communes de calcul de l'impact économique des accidents" - 1. Indicateurs relatifs aux accidents - 1.17 blessure (personne grièvement blessée) : toute personne blessée qui a été hospitalisée pendant plus de vingt-quatre heures à la suite d'un accident, à l'exception des tentatives de suicide.

### 2.3.2.2. TRAIN DE MARCHANDISES ET FRET

Le dernier wagon du train de marchandises est complètement détruit, et les pierres "calcaire" (chargement du wagon détruit) sont répandues à l'endroit de la collision.



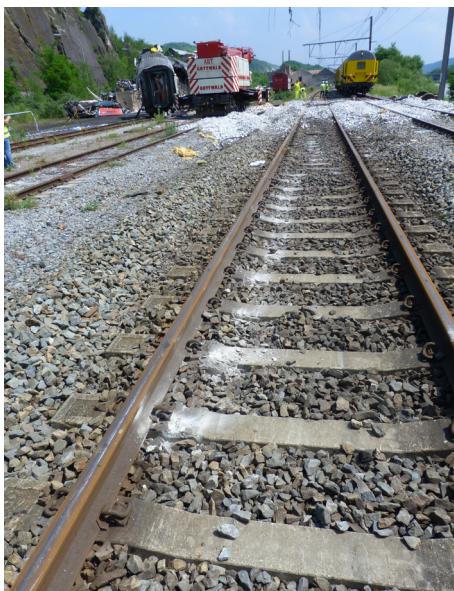
*Illustrations : dernier wagon du train E48535 renversé et déchiré lors de l'impact - la carcasse est enchevêtrée avec la voiture de tête du train E3820.*



*Illustration : pierres "calcaire" blanches (chargement du dernier wagon du train E48535) visibles à l'endroit de la collision durant les opérations de relevage.*

### 2.3.2.3. INFRASTRUCTURE

La caténaire et les voies ont été endommagées suite à l'accident.



## 2.4. CIRCONSTANCES EXTERNES

### 2.4.1. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

L'accident s'est déroulé de nuit mais la visibilité est bonne au moment de l'accident.

Note : certaines photos de ce rapport montrent de la brume : celle-ci est apparue dans la nuit du 5 au 6 juin, vers 4h30.

### 2.4.2. RÉFÉRENCES GÉOGRAPHIQUES



## 3. COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS ET ENQUÊTES

### 3.1. RÉSUMÉ DES TÉMOIGNAGES

Au cours de l'enquête, l'OE et les experts ont eu, à divers moments, l'opportunité de rencontrer et interviewer divers membres du personnel : panel de plusieurs conducteurs ayant une expérience de la ligne 125, formateurs, techniciens, membres du cadre hiérarchique au sein des entités impliquées.

Le but n'est pas de retranscrire ces conversations dans le présent rapport mais de les utiliser en substance afin d'analyser l'accident survenu à Hermalle-sous-Huy.

### 3.2. SYSTÈME DE GESTION DE SÉCURITÉ

Le système de gestion de la sécurité (SGS) joue un rôle central dans le cadre réglementaire de la sécurité et constitue la pierre angulaire de la sécurité du système ferroviaire.

La conception et la mise en œuvre d'un SGS sont une tâche difficile pour les entreprises (gestionnaire de l'infrastructure et entreprises ferroviaires), mais l'objectif du SGS est de s'assurer que l'entreprise atteigne ses objectifs de manière sûre.

L'adoption d'une approche structurée devrait permettre d'identifier les dangers et de gérer les risques liés, dans le but de prévenir les accidents. L'approche peut être envisagée selon trois dimensions critiques :

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

Dans le cadre de son analyse des SGS, l'OE s'est attaché plus spécifiquement à l'étude des aspects suivants :

- gestion des risques liée aux décisions et à l'installation du système TBL1+ (cf. 3.2.1 et 3.2.2);
- aspects liés à la formation et au suivi des conducteurs par la SNCB (cf. 3.2.3).

La formation et le suivi des conducteurs ont déjà fait l'objet d'une analyse dans le cadre de l'enquête sur le déraillement survenu à Buizingen en 2015. Les deux analyses de Buizingen et Hermalle-sous-Huy se complètent l'une l'autre.

#### 3.2.1. GESTION DES RISQUES

##### 3.2.1.1. RISQUE

De façon générale, le risque peut être défini comme un événement dont l'arrivée aléatoire est susceptible de causer un dommage aux personnes ou aux biens ou aux deux à la fois, et affecter essentiellement les domaines financiers, de temps, de qualité et de la santé.

Les risques peuvent être liés à des systèmes techniques, à des facteurs humains ou organisationnels.

La gestion des risques consiste en l'évaluation et l'anticipation des risques, ainsi qu'à la mise en place d'un système de surveillance et de collecte systématique des données pour déclencher les alertes lors de la survenance de précurseurs ou de faiblesses.

Selon le règlement N°402/2013 de la Commission du 30/04/2013<sup>17</sup>, la définition du risque est la fréquence d'occurrence d'accidents et incidents causant un dommage et le degré de gravité de ce dommage.

Le processus d'appréciation des risques comprend 3 processus :

- l'identification des risques;
- l'analyse du risque;
- l'évaluation du risque.

### 3.2.1.2. IDENTIFICATION DES RISQUES

Elle comprend l'identification des sources de risque des événements, de leurs causes et de leurs conséquences potentielles.

Une source de risque est tout élément qui, seul ou combiné à d'autres, présente un potentiel d'engendrer un risque. Pour une organisation, cette étape a pour objectif de dresser une liste exhaustive des risques basée sur les événements susceptibles d'empêcher, de gêner ou de retarder l'atteinte des objectifs.

Il convient :

- d'inclure les risques dont la source n'est pas sous le contrôle de l'organisation, même si la source ou la cause peut ne pas être évidente;
- que cette identification comporte l'examen des réactions en chaîne des conséquences particulières y compris les effets en cascade et cumulatifs.

### 3.2.1.3. ANALYSE DE RISQUE

Quatre termes permettent l'analyse du risque : sa nature, ses probabilités de survenance, la gravité des conséquences, les parades.

Le processus mis en œuvre pour comprendre la nature d'un risque doit être complété de la détermination du niveau du risque (niveau du risque ou niveau d'une combinaison de risques).

### 3.2.1.4. EVALUATION DU RISQUE

L'évaluation est le processus de comparaison des résultats de l'analyse de risque avec les critères de risques (évaluation de l'importance d'un risque) afin de déterminer si le risque et/ou son importance sont acceptables ou tolérables. Elle constitue une aide aux prises de décisions relative au traitement du risque.

L'évaluation des risques implique l'utilisation d'informations bien spécifiées. Plusieurs stratégies d'évaluation peuvent être appliquées. Les stratégies peuvent ne pas reposer sur les mêmes principes, sur les mêmes informations, ni sur les mêmes règles d'intégration.

Il est difficile de chiffrer la probabilité d'occurrence d'événements rares et peu probables : le risque peut en effet être trop global, trop complexe ou être susceptible de se manifester à long terme, de sorte qu'il est difficile à étudier et à structurer.

C'est pourquoi il est recommandé de mettre en place un dispositif de veille de manière à détecter les signes de faiblesse le plus rapidement possible.

<sup>17</sup> Règlement d'exécution (UE) n° 402/2013 de la Commission du 30 avril 2013 concernant la méthode de sécurité commune relative à l'évaluation et à l'appréciation des risques et abrogeant le règlement (CE) n° 352/2009

Ce règlement présente la méthode de sécurité commune (MSC) sur l'évaluation et l'appréciation des risques s'appliquant à tout changement significatif du système ferroviaire. Il est entré en application le 21 mai 2015 et a abrogé, à cette même date le règlement (CE) n° 352/2009, précédente version de cette méthode de sécurité commune. Cependant, les dispositions du règlement (CE) n° 352/2009 continuent de s'appliquer aux projets qui se trouvaient, au 21 mai 2015, à un stade avancé de développement au sens de l'article 2, point t), de la directive 2008/57/CE dite "Interopérabilité".

Les risques sont généralement évalués en ne tenant compte que des conséquences négatives. On ne calcule pas la véritable valeur du risque mais une valeur moyenne de l'événement dommageable<sup>18</sup>. Ce n'est donc pas, au sens scientifique, la valeur réelle du risque car il n'est, dans ce cas, pas tenu compte des événements qui n'ont pas eu des conséquences dommageables.

De plus, si seuls les événements avec incidence sont pris en compte, cela ne fait pas toujours ressortir une tendance.

Il faut donc également englober les événements sans conséquences néfastes afin d'avoir une bonne vue d'ensemble.

Ce dispositif existe au sein du GI et des EF au travers de leur SGS : les SPAD, par exemple, font l'objet d'une attention particulière et sont pris dans leur ensemble, qu'ils aient une conséquence néfaste (dépassement suivi d'un accident) ou pas (dépassement d'un signal sans dommage).

### 3.2.1.5. RÉDUCTION DU RISQUE

Pour réduire un risque, il existe plusieurs possibilités :

- agir sur son apparition, sa fréquence;
- limiter sa gravité.

Agir sur l'apparition d'un risque ou sa fréquence, c'est prendre des mesures de prévention.

## 3.2.2. RISQUES LIÉS À LA MARCHE DES TRAINS : GESTION PAR INFRABEL

La sécurité de la marche des trains repose, pour une bonne part, sur le respect par le conducteur des indications des signaux implantés le long des voies (par exemple, s'arrêter devant un signal fermé (rouge)).

Plusieurs méthodes sont étudiées et mises en place par le secteur ferroviaire afin de réduire les risques liés à la circulation des trains. Le dépassement d'un signal fermé est l'un de ces risques identifié par le secteur.

### 3.2.2.1. ROULER SANS CONFLIT

Une méthode de prévention est à l'étude chez Infrabel : la gestion du trafic en vue d'obtenir l'absence de conflit lors des trajets des trains ("rouler sans conflit"). La planification sans conflit - encore à l'étude - consiste à minimiser le nombre de signaux rencontrés fermés par les conducteurs. En réduisant le nombre d'occurrences de signaux fermés, le risque que le signal soit dépassé est réduit.

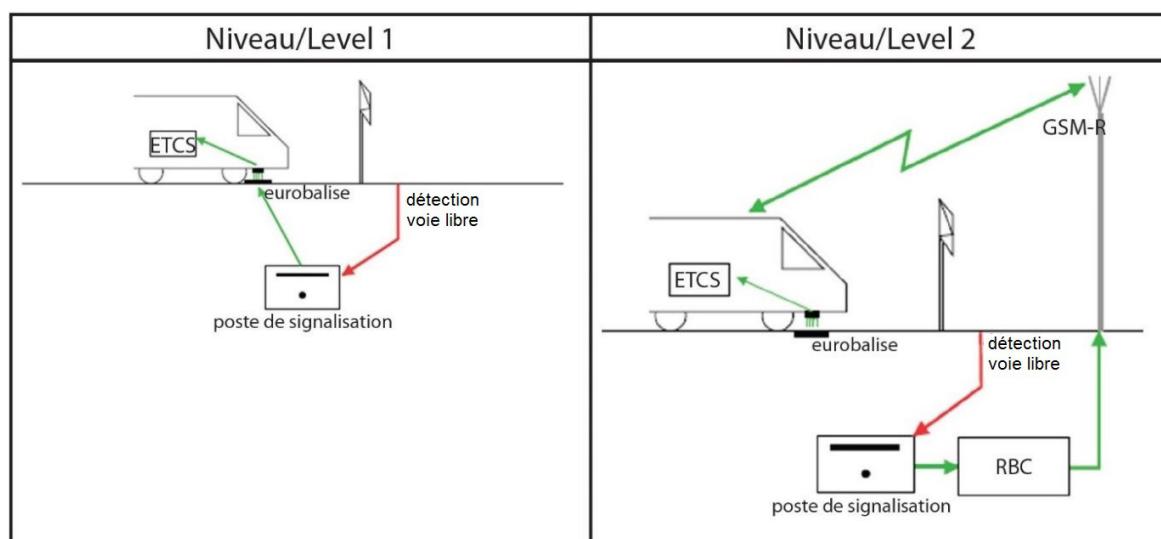
### 3.2.2.2. SYSTÈMES ATP/ATC<sup>19</sup>

Une autre méthode permet de limiter la gravité du risque de dépassement de signal fermé, voire de réduire le nombre de dépassements de signal fermé : les systèmes destinés à pallier les erreurs humaines par des interventions automatiques (ex : un freinage d'urgence).

Ces systèmes agissent donc tant sur la fréquence de l'événement redouté que sur la limitation de la gravité en cas de survenance.

Le European Train Control System (ETCS) est un de ces systèmes de contrôle automatique des trains. Il fonctionne au moyen de balises dans la voie (Eurobalises) et d'un système informatique dans le poste de conduite du train. L'ETCS répond aux critères d'interopérabilité définis par les directives européennes et les spécifications techniques d'interopérabilité (STI).

Les balises dans les voies livrent l'information sur l'infrastructure, sur base de quoi le train peut déterminer sa vitesse maximale. La balise sert également à établir l'odométrie à bord du train. Selon le niveau de l'ETCS, soit les balises transmettent aussi l'information requise sur le trajet à l'ordinateur de bord du train (ETCS 1), soit cette information est transmise via GSM-R (ETCS 2).



L'ordinateur de bord informe le conducteur de train en permanence sur la vitesse maximale autorisée du train et sur toutes les données de signalisation le long de la voie.

En outre, le système ETCS (L1 et L2) permet également, en cas d'éventuelles erreurs de conduite, d'apporter des actions correctrices (freinage de service, freinage d'urgence).

Bien que l'ETCS niveau 2 représente (à ce stade des développements technologiques) la meilleure solution à long terme pour la réalisation des objectifs fonctionnels déterminés, l'implémentation de tout le réseau en ETCS 2, sur une trop brève échéance, amène trop de contraintes techniques, économiques et budgétaires. C'est pourquoi Infrabel a établi une stratégie en plusieurs phases réparties dans le temps.

### **3.2.2.3. ANALYSES DE RISQUES ET DÉCISIONS POUR L'INSTALLATION DU SYSTÈME ETCS**

#### **Décisions de l'installation de l'ETCS**

Selon le conseil d'administration de 2006 et sur base d'analyses statistiques, Infrabel considère que si le sol et le poste de conduite sont équipés d'un même système ETCS, cela permettra d'éviter 95% des incidents provoqués soit par un dépassement de signal fermé (rouge) soit par un dépassement de vitesse.

Le planning d'installation proposé s'étend de 2007 à 2012 : la priorité est donnée aux corridors internationaux, d'abord voyageurs parcourus par les TGV, non équipés EuroTBL1+, ensuite marchandises afin de se conformer aux orientations européennes. De 2013 à 2018, il est prévu d'installer l'ETCS de façon linéaire sur les autres lignes du réseau ferroviaire.

Il s'avèrera par la suite que le planning d'installation de l'ETCS prévu était trop ambitieux et que le budget nécessaire n'était pas disponible vu le coût élevé du système.

Selon le master Plan ETCS (2010-2025) introduit auprès de la commission Buizingen, la migration vers un système ETCS conforme à la TSI CCS est une exigence de l'Union européenne également; ce système est également à installer là où cela n'est pas une absolue nécessité d'un point de vue de la couverture de risques.

La migration ETCS doit à la fois apporter une amélioration de la sécurité mais également garantir l'interopérabilité. Le planning prévoit l'installation du système ETCS sur l'entièreté du réseau pour 2030. Entretemps l'installation du système TBL1+ permettra d'augmenter la sécurité sur le réseau.

#### **Analyse de risque ETCS**

Afin de déterminer l'évolution du niveau de risque, un modèle mathématique a été utilisé en tenant compte d'un certains nombres de facteurs pouvant avoir une influence significative sur le risque de collision de trains.

Il tient compte :

- du nombre de voies de la ligne;
- de la longueur de la voie de la ligne;
- du nombre de trains utilisant la ligne;
- du nombre de train kilomètres sur la ligne;
- du nombre de passagers transportés sur la ligne;
- de la vitesse de référence de la ligne.

Avec ce modèle mathématique, un score de risque pour chaque ligne est déterminé et ce pour la situation en 2010 mais également pour la situation en 2022.

Pour 2022, Infrabel prévoit d'équiper chaque ligne par un des trois systèmes ATP : ETCS 1 Limited Supervision, ETCS 2 ou TBL1+.

Le Master plan liste les lignes qui seront équipées : il est ainsi prévu d'équiper la ligne 125 Namur Liège de l'ETCS niveau 2 sur 59 km (soit sur 118 km de voies - ligne à multiples voies) pour la date cible de 2018.

En conclusion du Master Plan ETCS, Infrabel indique que

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

Cependant, cela doit être compris comme

- pour le système ETCS Niveau 1 Limited Supervision, un degré de couverture des risques de 85% ou 90% est retenu en fonction de la solidité de l'implémentation choisie. Le niveau de risque résiduel pour 2022 s'élève à ce moment-là encore respectivement à 15% et 10% du niveau calculé.
- pour les deux autres systèmes ( ETCS Niveau 1 full supervision ETCS, Niveau 2), un degré de couverture des risques de 95% est retenu. Pour les lignes équipées d'un de ces deux systèmes, le niveau de risque résiduel 2022 est à ce moment-là encore à 5% du niveau calculé.
- pour comparaison : pour TBL1+, un degré de couverture des risques de 75% est retenu. Pour les lignes équipées de ce système, le niveau de risque résiduel 2022 est à ce moment-là encore 25% du niveau calculé.

Le masterplan n'indique pas le nombre de signaux à équiper en ETCS.

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

Cependant dans l'annexe technique 2 A.2, on indique les imperfections connues :

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

### **3.2.2.4. ANALYSES DE RISQUES ET DÉCISIONS POUR L'INSTALLATION DU SYSTÈME TBL1+**

#### **Décisions de l'installation TBL1+**

En juin 2005, le Management Comité d'Infrabel matérialise la confirmation de la volonté d'Infrabel et de la SNCB de passer par un système de signalisation intermédiaire : le système TBL1+ (alors appelé EUROTBL1+).

Le système TBL1+ fonctionne grâce à une balise (Eurobalise) installée dans la voie. La balise émet un signal électromagnétique, capté par une antenne placée sous le train.

Grâce à ce système, lorsque le train passe à la hauteur d'un signal équipé d'une Eurobalise présentant le Double Jaune (qui avertit le conducteur que le signal suivant est à considérer comme fermé (rouge)), une lampe s'allume dans la cabine de conduite. Le conducteur doit alors confirmer la réception de cet avertissement en appuyant sur un bouton. S'il ne le fait pas, le freinage d'urgence s'enclenche automatiquement.

Si le signal fermé est également équipé du système TBL1+ avec une balise TBL1+ de type "IBG"<sup>20</sup> installée à 300 mètres en amont du signal, la vitesse du train est contrôlée à hauteur de cette balise IBG : si la vitesse dépasse les 40 km/h, le train sera freiné automatiquement. Et si, au droit de ce même signal, la vitesse du train n'est pas nulle, un freinage d'urgence est appliqué.

<sup>20</sup> Une balise TBL1+ "IBG" (Infill Balise Group) est installée en voie principale directe en amont des signaux d'arrêt desservis et de certains non desservis. Son rôle est d'inhiber la fonction "crocodile", ainsi que d'activer la fonction "V<40" si le signal est à l'arrêt ou ouvert en Petit Mouvement.

Une certaine synergie existe entre le système ETCS et le système TBL1+ au travers du matériel en partie commun (Eurobalises<sup>21</sup> dans les voies et Euroantennes à bord du matériel roulant).

En février 2006, diverses décisions sont validées par le Conseil d'Administration d'Infrabel :

- les inconvénients majeurs de l'ETCS sont listés :
  - l'ETCS est un système complexe;
  - sa mise en œuvre est laborieuse;
  - les spécifications officielles sont en cours d'évolution .
- les conséquences en cas d'installation de l'ETCS sont identifiées:
  - une augmentation du coût;
  - une augmentation du délai de réalisation (son installation s'étendrait bien au-delà de 2010);
  - une réduction de capacité en ligne et en gare.
- les objectifs à atteindre sont définis :
  - à court terme : le système TBL1+ amène une amélioration significative de la protection de la marche des trains à un coût raisonnable;
  - ensuite : progressivement et comme but ultime, la sécurité optimale et l'interopérabilité procurées par ETCS, conformément aux orientations européennes en donnant priorité aux corridors internationaux.

Il est décidé d'équiper 7500 signaux d'EUROTBL1+ c'est-à-dire 75 % du nombre de signaux à équiper pour le système ETCS.

L'installation de l'EUROTBL1+ a pour objectif d'éviter une situation dangereuse dans 75% des cas c'est-à-dire de réduire de 75% le risque d'atteinte du point dangereux lors de dépassements de signaux fermés.

Un premier scénario conduisant à l'achèvement des travaux pour fin 2009 a fait l'objet d'une étude de faisabilité. Les obstacles à cette planification ont été mis en évidence :

- le budget nécessaire jusqu'en 2009 est nettement supérieur aux montants réservés dans le programme pluriannuel d'investissement prévu jusqu'en 2012;
- une insuffisance de personnel, qui serait mobilisé pendant 3 ans exclusivement à cette tâche;
- le risque de non-respect de fournitures au rythme souhaité de la part des fournisseurs de matériel.

Dès lors, un scénario un peu moins ambitieux mais établi en fonction du planning de concentration des cabines est proposé. Une priorisation a été établie en se calquant sur le projet de concentration des cabines et définissant la fin de l'année 2012 comme nouvelle date butoir.

Pour définir les règles de priorité, Infrabel a divisé les installations (7500 signaux) en 3 catégories :

- Catégorie 1 : les signaux commandés en PLP au 01/04/2007;
- Catégorie 2 : les signaux dont la commande deviendra PLP entre le 01/04/2007 et le 31/12/2012;
- Catégorie 3 : les signaux dont la commande restera réalisée par relais après le 31/12/2012.

Le scénario proposé par Infrabel est le suivant :

- Les signaux de la catégorie 1 (30% des 7500 signaux) seront équipés en donnant priorité à ceux qui contribuent le plus à l'augmentation de la sécurité. Ces signaux représentent 35% du danger.
- Les signaux de la catégorie 2 (37% des 7500 signaux) seront équipés au fur et à mesure de leur modernisation en PLP. Ces signaux représentent 37% du danger.
- Les signaux de la catégorie 3 (33% des 7500 signaux) seront équipés de TBL1+ au fur et à mesure des possibilités. Ces signaux représentent 33% du danger.

<sup>21</sup> Pour un fonctionnement en TBL1+, ces Eurobalises émettent les informations vers les équipements de bord en utilisant le "paquet national" n° 44 (P44) tel que prévu dans les spécifications ETCS.

Le but du gestionnaire est de rehausser significativement le niveau de protection, même en limitant le nombre de signaux équipés chaque année, à condition d'équiper en priorité les signaux parcourus par le trafic le plus intense.

Les signaux des catégories 1 et 2 devront être équipés de TBL1+ pour le 31/12/2012 selon le plan de concentration des cabines.

### **Méthode de calcul élaborée en juin 2006**

En juin 2006, le gestionnaire Infrabel établit une liste des nœuds ferroviaires qu'il faut ensuite classer par quantification du risque lié au mouvement des trains<sup>22</sup>.

Cela permet de déterminer les signaux qui contribueront le plus à l'augmentation de la sécurité.

Le phénomène redouté est l'atteinte du point dangereux lors d'un dépassement de signal.

Le risque qui en découle est déterminé par la probabilité d'occurrence du phénomène redouté et les dégâts découlant de celui-ci.

La quantification du risque est réalisée sur base d'une modélisation basée sur les gares des trains IC et L.

- Dans la première étape de la modélisation, les trains internationaux et les trains de marchandises ne sont pas pris en compte, de même que les configurations générales des gares et certains dispositifs spécifiques. Les lignes destinées au transport de marchandises et lignes industrielles ne sont pas incluses et ne font pas partie du programme TBL1+.
- Dans une seconde étape, une correction du risque calculé est réalisée pour tenir compte de la complexité des gares.
- Dans une troisième étape de la modélisation, une correction du modèle est appliquée pour tenir compte des trains de voyageurs internationaux et des trains de marchandises.

Pour chaque nœud :

- le risque est évalué par la somme des contributions pour les différentes lignes reliées au nœud et sens de circulation;
- les signaux desservis en voies principales qui protègent un point dangereux ont été identifiés.

L'étude tire la conclusion que les nœuds importants du réseau sont caractérisés par des densités de trafic importantes et par de faibles vitesses qui limitent les dégâts en cas d'accident. Les petites gares, ainsi que les bifurcations et les "V" de contre-voie constituent des nœuds du réseau de moindre importance mais où les trains circulent à vitesse élevée (entraînant des dégâts plus importants en cas d'accident).

### **Application et résultats du calcul - juillet 2006**

En juillet 2006, le modèle développé est appliqué au réseau Infrabel pour estimer le risque associé à la circulation des trains pour les différents nœuds du réseau<sup>23</sup>.

Les données d'entrée nécessaires pour l'application du modèle sont les données de l'année 2004. Le résultat donne un classement de tous les nœuds du réseau, du risque le plus élevé au risque le moins élevé. Il a été tenu compte de la correction pour tenir compte de la complexité des gares mais il a été décidé de ne pas tenir compte des trains de voyageurs internationaux et des trains de marchandises.

Selon l'analyse réalisée par le gestionnaire d'infrastructure, pour couvrir 75% des risques, il faut équiper les 135 premiers nœuds, dans l'hypothèse où les nœuds sont équipés dans l'ordre du plus risqués au moins risqués.

Le nœud "Hermalie-sous-Huy" où s'est déroulé l'accident est repris en position 235.

Les nœuds Ampsin, Amay et Haute-Flône (précédant Hermalie-sous-Huy sur la ligne 125) sont respectivement en position 272, 209 et 273.

22 Document "Estimation du risque pour les nœuds du réseau Infrabel" (Source : Infrabel).

23 Document "Estimation du Risque Fonction "Train Protection" (Source : Infrabel).

## **Analyses et calculs de 2010**

En 2010, suite à l'accident de Buizingen, le gestionnaire d'infrastructure a décidé de réaliser une nouvelle étude. L'objectif de cette analyse porte sur l'équipement éventuel des signaux non encore équipés par des balises TBL1+.

A cette fin, une analyse de risques (risque lié au dépassement de signal et à l'atteinte du point dangereux) a été réalisée pour chaque catégorie de signaux.

Le but est de reprendre la classification des différents signaux et d'évaluer le risque pour chaque catégorie afin de pouvoir justifier leur équipement ou non.

L'ordre de priorité dans l'équipement des signaux par les balises TBL1+, au sein d'une même catégorie, n'entre pas en ligne de compte.

L'analyse de risques s'est déroulée en 4 étapes :

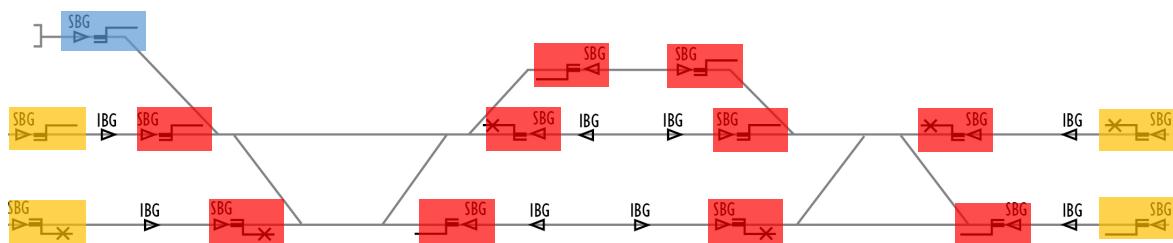
1. identification des catégories des signaux;
2. estimation du risque par catégorie;
3. classification des catégories selon le risque par importance du risque encouru;
4. avis sur l'équipement en TBL1+ d'autres catégories de signaux.

18 catégories de signaux ont été identifiées par le groupe de travail.

Selon les informations contenues dans les documents reçus d'Infrabel, les six premières catégories correspondent au choix effectué en 2006 d'équiper prioritairement les signaux de balise TBL1+.

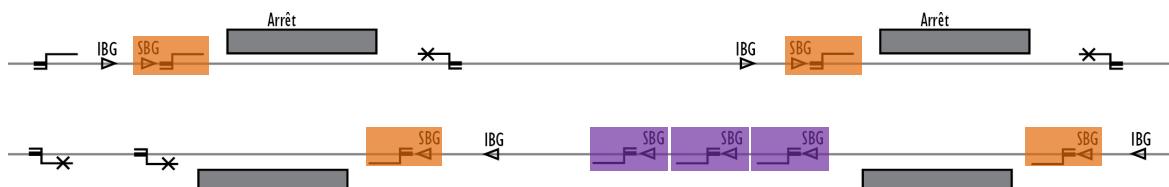
### **Catégories 1 à 3, à équiper de TBL1+**

- 1 Les grands signaux d'arrêt simples et combinés desservis en voie accessoire donnant accès à la voie principale (directe ou de réception) où il n'y a pas d'aiguille de déraillement ou de protection par voie en cul-de-sac.
- 2 Les grands signaux d'arrêt simples et combinés desservis en voie principale (directe ou de réception) protégeant des aiguillages.
- 3 Les signaux d'avertissement (signaux avertisseurs indépendants et grands signaux d'arrêt combinés) des grands signaux d'arrêt desservis en voie principale directe ou de réception (VNS et CVT) et qui ne protègent pas un gril.



#### Catégories 4 à 6 à équiper de TBL1+<sup>24</sup>

- 4 Les grands signaux d'arrêt non desservis en pleine voie, à voie normale, qui protègent un arrêt (quai) à l'exception de ceux déjà équipés dans la catégorie 3.
- 5 Signaux équipés selon les règles de "comblement" en voie normale, s'il y a moins de 5 sections entre 2 zones consécutives équipées en TBL1+<sup>25</sup>.
- 6 Signaux équipés selon les règles de "comblement" en contre-voie, s'il y a moins de 2 sections entre 2 zones consécutives équipées en TBL1+.



Les 12 autres catégories n'ont pas été retenues pour l'équipement TBL1+.

Pour chacune des catégories, le risque a été quantifié en tenant compte de divers paramètres :

- la conséquence pessimiste et réaliste la plus probable d'un accident;
- la densité de trafic;
- la probabilité que le signal soit au rouge quand le train aborde le signal;
- le facteur d'erreur humaine tel que causé par l'habitude, la confusion, la distraction;
- la probabilité d'atteindre le point dangereux sur base des statistiques des SPAD de 2007-2009;
- la probabilité que le danger soit présent au point dangereux sur base des statistiques des SPAD de 2009.

Le point dangereux est défini comme étant :

- dans le cas d'un signal protégeant un PN, le point dangereux est le PN.
- dans le cas d'un signal protégeant un aiguillage, le point dangereux est l'aiguillage.
- dans le cas d'un signal protégeant un tronçon de voie, le point dangereux est le train présent sur ce tronçon de voie.

Dans son document, Infrabel explique que la raison de l'équipement des signaux de la catégorie 5 et 6 est surtout d'éviter au maximum la pose de balises "OUT\_P44". Si le train ne reçoit pas le signal d'une de ces balises, le système à bord du train ignorera toutes les informations fournies par le crocodile des signaux non équipés TBL1+ qui suivent, puisque la réactivation de leur lecture n'aura pas lieu.

Dans la suite du document, le groupe de travail estime que :

- la catégorie 5 est une sous-catégorie de la catégorie 12;
- la catégorie 6 est une sous-catégorie de la catégorie 13.

<sup>24</sup> Les catégories 7 à 18 sont listées en annexe du présent rapport.

<sup>25</sup> La raison de l'équipement des signaux de la catégorie 5 et 6 est surtout d'éviter au maximum la pose de balises "OUT\_P44". En effet, si le train ne reçoit pas le signal d'une de ces balises, le système à bord du train ignorera toutes les informations fournies par le crocodile des signaux non équipés TBL1+ qui suivent, puisque la réactivation de leur lecture n'aura pas lieu.

Les résultats (par ordre croissant de niveau de risque) sont :

Catégorie	Risque
2	6,30 E <sup>-01</sup>
4	1,90 E <sup>-01</sup>
1	8,00 E <sup>-02</sup>
3	8,00 E <sup>-02</sup>
12 (+5)	3,80 E <sup>-02</sup>
16	2,00 E <sup>-02</sup>
7	1,58 E <sup>-02</sup>
18	1,20 E <sup>-02</sup>
13	8,00 E <sup>-03</sup>
11 (+6)	2,13 E <sup>-03</sup>
8	1,89 E <sup>-03</sup>
14	1,00 E <sup>-03</sup>
15	5,00 E <sup>-04</sup>
10	1,60 E <sup>-04</sup>
17	1,20 E <sup>-04</sup>

Le groupe de travail indique que :

- le top 4 est identique aux projets d'équipements réalisés par la direction Infrastructure de 2006;
- la catégorie qui suit le top 4 concerne les signaux non desservis en voie normale (tel que le B222)

et estime que cette catégorie pourrait également être envisagée pour l'équipement en TBL1+ mais que cela représenterait un nombre trop élevé de signaux à équiper.

L'avis est donc de ne pas équiper de catégories supplémentaires, les catégories 5 et 6 n'étant à équiper que pour couvrir un risque propre à l'utilisation de la TBL1+ c'est-à-dire éviter au maximum la pose de balise "OUT\_P44".

Les signaux de la catégorie 9 ne peuvent être équipés qu'après modernisation de la technologie : ils ne sont donc pas repris dans ce tableau. Ils sont équipés d'une technologie intermédiaire entre le passage du tout relais en PLP. L'interface avec les technologies actuelles n'est pas possible et demande une modernisation de ce type d'installation.

En conclusion, le groupe de travail conclut que les catégories de signaux en cours d'équipement sont bien les catégories de signaux prioritaires étant donné leur niveau de risque plus important que les autres. Il n'est pas nécessaire d'élargir le nombre de signaux à équiper mais recommande une analyse approfondie des catégories 7 et 8 accueillant des trains de marchandises.

### **Planning et suivi des travaux d'installation de la TBL1+**

La totalité des lignes conventionnelles du réseau comporte, sur base de la situation de l'infrastructure en mars 2010, 10705 signaux.

Afin d'atteindre son objectif, environ 7500 signaux devront être équipés. Ils ont été à nouveau subdivisés en deux catégories :

- 4200 signaux seront équipés du système TBL1+, avant le 31 décembre 2012 résultant en une couverture d'efficacité de 87%;
- 3300 signaux seront équipés du système TBL1+, pour la fin 2015.

Au 28/02/2010, 750 signaux étaient équipés représentant une couverture d'efficacité de 36%. Suite à l'accident de Buizingen en 2010, Infrabel et SNCB ont décidé d'accélérer l'exécution du programme de sécurisation ETCS et TBL1+.

Ainsi fin 2010, 1635 signaux étaient équipés, représentant une couverture d'efficacité de 53.87%.

### 3.2.3. PLANNING ET SUIVI DES TRAVAUX D'INSTALLATION DE LA TBL1+ SUR LA LIGNE 125

Le signal B222 est un grand signal d'arrêt automatique (non desservi) avertisseur du signal K10. Pour la catégorie 5 dont fait partie le signal B222, le risque a été estimé sur base que le signal est pratiquement toujours au passage et que le dépassement du point dangereux a une valeur faible.

Le point dangereux considéré est le train dans la section aval, le train est régulièrement en mouvement et non à l'arrêt en conséquence le rattrapage est peu probable.

Selon Infrabel, le signal B222 n'est pas un signal à équiper prioritairement car il n'intervient pas pour atteindre la couverture d'efficacité des 99 % tel que mentionné à la Commission Buizingen. Il fait partie des signaux de la catégorie "5" à équiper pour couvrir un risque propre à l'utilisation de la TBL1+ et ainsi éviter au maximum la pose de balises "OUT\_P44".

En effet, si le train ne reçoit pas le signal d'une de ces balises, le système à bord du train ignorerá toutes les informations fournies par le crocodile des signaux non équipés TBL1+ qui suivent, puisque la réactivation de leur lecture n'aura pas lieu.

Tous les signaux de la catégorie 12 incluant ceux de la catégorie 5 ne sont pas équipés de TBL1+ mais selon les règles de « comblement » en voie normale: moins de 5 sections entre 2 zones consécutives en TBL1+.

Aucun document n'a été fourni par Infrabel sur le planning de modernisation des lignes en PLP.

Le tronçon de ligne « Ampsin – Haute-Flône » concerné dans l'accident est bien un tronçon tout relais qui devait être équipé en PLP et équipé les signaux du tronçon en équipement TBL1+.

L'installation de la PLP est réalisée par des entreprises externes et nécessite de réaliser des marchés publics.

Selon les interviews réalisées, la procédure de marchés publics a bien été réalisée dans le cadre de l'installation de la PLP sur la ligne 125. La procédure prévoit qu'un soumissionnaire peut contester l'octroi du marché à un concurrent, entraînant des retards dans la reprise en PLP du tronçon de ligne.

En juillet 2014, une note est publiée par Infrabel suite au non-respect du planning de certaines reprises en PLP d'installations "Tous-Relais" : ceci entraînerait en conséquence un retard dans le déploiement TBL1+.

La note stipule qu'Infrabel décide d'équiper quand-même la TBL1+ sur certaines installations tout-relais qui seront reprises ultérieurement en PLP, mais dans un déploiement "minimum" dont fait partie le tronçon de ligne « Ampsin – Haute-Flône ». Il s'agit d'une situation transitoire, de quelques années au maximum, avant reprise en PLP.

Conformément à la note de 2014, le tronçon « Ampsin – Haute-Flône » a fait l'objet d'un déploiement "minimum".

Le signal B222 n'a pas été équipé pour diverses raisons :

- il n'appartenait pas aux signaux qui devaient être équipés car il ne contribuait pas à la couverture d'efficacité de 99,9%;
- le signal B222 faisait partie d'une installation où l'enclenchement devait être équipé en PLP, il est néanmoins devenu équipé dans le cadre de la «règle de comblement»;
- le retard dans la réalisation de ce renouvellement dans PLP a conduit à une décision par laquelle les signaux qui contribuent à la couverture d'efficacité ont été équipés en TBL1+ même en technologie tout relais;
- techniques et économiques : le signal sur ce tronçon est le seul non desservi et nécessitait un nouveau câblage pour permettre l'installation, il serait amené à disparaître dans le cadre de la nouvelle configuration PLP, l'installation d'une balise TBL1+ nécessite du personnel du fournisseur de l'équipement, une balise out peut être placée par le personnel d'Infrabel à moindre coût.

### 3.2.4. COMMUNICATION SUR LA TBL1+

Au travers de ses publications des plans schématiques de signalisation (PSS), le gestionnaire d'infrastructure met à disposition des utilisateurs de l'infrastructure ferroviaire l'ensemble des informations nécessaires relatives au réseau. Les emplacements des Eurobalises (TBL1+/ETCS) sont repris sur ces plans.

### 3.2.5. GESTION DES RISQUES DE DÉFAILLANCE DU SYSTÈME TBL1+ DANS LES VOIES

En cas de détection d'incident de répétition<sup>26</sup> par un conducteur au droit d'un signal durant un trajet, l'incident de répétition est normalement communiqué avec un E360 au gestionnaire de l'infrastructure.

Une défaillance au niveau du système TBL1+ dans les voies est rapportée au poste de signalisation de façon "générique", sans que la localisation précise du dérangement (numéro de balise) soit renseignée. C'est au technicien rappelé par le poste de signalisation que revient la tâche d'identifier l'élément incriminé (balise, LEU).

Enfin, durant les campagnes de mesures de la voie par le train spécial EM130 du GI (en moyenne 2 fois par an sur chaque ligne), le fonctionnement des balises TBL1+ est contrôlé.

Le gestionnaire dispose de quatre EM130 pour effectuer la vérification.

### 3.2.6. RISQUES LIÉS À LA MARCHE DES TRAINS : GESTION PAR LA SNCB

En 2009, la direction de la SNCB a approuvé le plan d'équipement de l'ensemble de son matériel roulant du système TBL1+. Cette disposition fait également l'objet de suivi suite à l'accident de Buizingen. Depuis fin 2013, l'ensemble du matériel roulant appartenant à la SNCB est équipé de la technologie TBL1+.

La SNCB a développé, suite à l'accident de Buizingen, un MasterPlan tant pour l'installation de la TBL1+ que pour l'installation de l'ETCS. Cette dernière fait l'objet d'un suivi par la direction Technics de la SNCB.

### 3.2.7. COMPÉTENCES MANAGEMENT À LA SNCB

Une organisation doit veiller à ce que tout son personnel soit compétent pour assurer une exécution sûre, efficace et efficiente de ses objectifs, en toutes circonstances, et que les compétences et les connaissances du personnel soient maintenues.

#### 3.2.7.1. SÉLECTION ET RECRUTEMENT DES CONDUCTEURS

Le processus de recrutement est conçu et géré par la société CPS<sup>27</sup> afin de trouver les candidats les plus appropriés pour la conduite des trains : ces processus de recrutement et de sélection sont décrits dans le rapport d'enquête sur le déraillement survenu à Buizingen en 2015.

A cette fin, CPS utilise des tests existants et connus (CEBIR). Durant le processus de sélection, les candidats passent des tests sur PC permettant d'évaluer :

- la rapidité de leurs réactions;
- leur aptitude à discerner des informations utiles parmi un ensemble d'autres;
- leur mémoire à court terme et leur mémoire à long terme;
- leur aptitude à conserver un niveau d'attention et d'alerte élevé durant un long travail monotone.

L'aptitude à la sécurité des conducteurs est déterminée par des tests psychologiques complétés par des entretiens menés par des psychologues.

#### 3.2.7.2. FORMATION

Le processus de formation pour les conducteurs de la SNCB avait déjà été discuté dans le rapport d'enquête sur l'accident survenu à Buizingen en 2015.

Le présent rapport s'attache plus spécifiquement à étudier la thématique de l'attention portée à la signalisation et au traitement (gestes-métier) des conducteurs face à l'aspect des signaux.

Les gestes-métier à l'approche d'un signal présentant l'aspect Double Jaune (DJ ou 2J) sont décrits dans la procédure CAP (Cautious Approach = approche prudente). La procédure exige d'abord que le conducteur effectue un freinage et par la suite acquitte l'aspect 2J sur son équipement de bord (TBL1+ ou Memor).

Des interviews des conducteurs et des formateurs, il ressort que cette procédure est répétée tout au long de la formation des conducteurs afin qu'elle devienne un automatisme ancré ayant pour but de ne pas oublier de freiner.

L'analyse de la documentation met en évidence que les procédures reprenant ces gestes-métier sont reprises dans diverses parties du HLT, tant dans le texte que dans les annexes.

#### 3.2.7.3. SUIVI DES COMPÉTENCES

Pour assurer le maintien des compétences des conducteurs, la formation permanente prévoit une revue des connaissances professionnelles tous les 3 ans.

Y sont abordées spécifiquement les questions d'attention, de mémoire et de vigilance. Un manque d'attention est l'un des aspects les plus importants liés au phénomène des SPAD<sup>28</sup>. CPS a donc mis au point, en collaboration avec un fournisseur, le test ALERT B, spécifiquement axé sur l'aptitude à l'attention soutenue.

Depuis février 2017, CPS, en collaboration avec l'Université de Gand, a également mis au point, un test pour évaluer la tendance à adopter des comportements à risque.

<sup>27</sup> CPS (Corporate Prevention Services) gère, de façon multidisciplinaire et au niveau national, les questions en matière de bien-être et de sécurité ferroviaire. CPS dispose d'un centre psycho-médical agréé qui rédige également des attestations à l'intention du personnel de sécurité ferroviaire, et ce, conformément au code ferroviaire et à la législation européenne.

<sup>28</sup> SPAD = Signal Passed At Danger = signal dépassé alors qu'il est fermé

### 3.2.7.4. VALIDITÉ DES MÉTHODES D'ÉVALUATION

Un défi important reste à démontrer la validité prédictive des méthodes d'évaluation. CPS avait effectué une analyse sur un petit groupe de conducteurs ayant rencontré un dépassement de signal. Aucune conclusion statistique n'avait pu être tirée mais il avait été démontré qu'un facteur personnel stable joue un rôle dans la prévention des SPAD. Les problèmes les plus courants mis en évidence lors du test d'aptitude psychologique après un SPAD étaient l'attention, la mémoire, la maîtrise de soi et la fiabilité de fonctionnement.

### 3.2.7.5. SURVEILLANCE

Outre la revue des connaissances professionnelles tous les 3 ans, la SNCB a mis en place une surveillance supplémentaire suite à un incident, qui s'inscrit dans la dynamique connue du "Plan-Do-Check-Act"<sup>29</sup> :

- avertissements officiels;
- conduites accompagnées supplémentaires;
- contrôles aléatoires des enregistrements des "données trains" avec examen des pointages tardifs et des freinages automatiques d'urgence;
- suivi des dépassements de vitesse autorisée par B-TR.02;
- analyse des formulaires M355;
- constitution d'une fiche de vigilance par conducteur.

Cette surveillance avait permis de déceler divers incidents (6 au total depuis décembre 2013) dans le chef du conducteur.

L'encadrement direct du conducteur avait convoqué le conducteur afin de lui faire part des irrégularités constatées et pour prendre les mesures prévues : vérification des connaissances du conducteur, conduites accompagnées, tests du conducteur sur simulateur, réprimandes et pénalités (retenue sur prime).

## 3.3. RÈGLES ET RÉGLEMENTATION

### 3.3.1. RÈGLES ET RÉGLEMENTATION PUBLIQUE COMMUNAUTAIRE ET NATIONALE APPLICABLES

#### 3.3.1.1. DIRECTIVES EUROPÉENNES

- Directive 2004/49/CE du Parlement Européen et du Conseil du 29 avril 2004 concernant la sécurité des chemins de fer communautaires.
- Directive 2008/57/CE du Parlement Européen et du Conseil du 17 juin 2008 relative à l'interopérabilité du système ferroviaire au sein de la Communauté.

#### 3.3.1.2. LÉGISLATION BELGE

- Loi du 30 août 2013, portant le Code ferroviaire.
- Arrêté royal du 18 janvier 2008 relatif à la fourniture de services de formation aux conducteurs de train et au personnel de bord.
- Arrêté royal du 12 mars 2008 portant agrément de la S.N.C.B. en tant qu'organisme chargé de fournir des services de formation aux conducteurs de train et au personnel de bord.

### 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. INFRABEL

##### **RGE 722 - Signalisation latérale - Signalisation fixe - RGE 722.1 : Dispositions générales**

4. Positionnement des signaux fixes et des panneaux - 4.3. Positionnement longitudinal

4.3.3. Distance de visibilité

#### 4.3.3.1. Groupe I

**Définition** Le groupe I comprend les signaux suivants :

- les signaux avertisseurs ;
- les grands signaux d'arrêt combinés ;
- les grands signaux d'arrêt simples qui peuvent présenter l'aspect « deux feux jaunes ».

**Principe** L'implantation de ces signaux doit être envisagée de telle sorte que la distance de visibilité de ces signaux soit au moins égale à :

- 150 mètres, si la vitesse signalisée sur cette même distance, en amont du signal n'est pas supérieure à 60 km/h ;
- 300 mètres, si la vitesse signalisée sur cette même distance, en amont du signal est supérieure à 60 km/h.

*Remarque :*

Sur les voies de la jonction Nord-Midi de Bruxelles, la distance de visibilité est de 100 m.

## **RSEIF 3.1 - Lignes à signalisation latérale**

### **2.3.3. ASPECT « DOUBLE JAUNE»**

#### **2.3.3.1. APPARENCE**



fig. 2.13 : SIGNAL À VOIE NORMALE



fig. 2.14 : SIGNAL À CONTRE-VOIE

#### **2.3.3.2. REPRÉSENTATION CONVENTIONNELLE**

SIGNAL À VOIE NORMALE	
signal d'arrêt	signal avertisseur
A square with a diagonal line from top-left to bottom-right, mounted on a vertical post.	A circle with a diagonal line from top-left to bottom-right, mounted on a vertical post.

fig. 2.15

SIGNAL À CONTRE-VOIE	
signal d'arrêt	signal avertisseur
A square with a diagonal line from top-left to bottom-right, mounted on a vertical post with an asterisk below it.	A circle with a diagonal line from top-left to bottom-right, mounted on a vertical post with an asterisk below it.

fig. 2.16

#### **2.3.3.3. SIGNIFICATION**

Pour un **grand signal d'arrêt** : le passage est autorisé en grand mouvement.

Pour **tous les grands signaux** : la vitesse du mouvement doit être adaptée pour qu'il puisse être arrêté devant le premier :

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

Pour un **signal avertisseur** : la vitesse du mouvement doit être adaptée pour qu'il puisse être arrêté devant le premier grand signal d'arrêt suivant.

### **2.3.1. ASPECT « ROUGE »**

#### **2.3.1.1. APPARENCE**



fig. 2.7 : SIGNAL D'ARRÊT À VOIE NORMALE



fig. 2.8 : SIGNAL D'ARRÊT À CONTREVOIE

#### **2.3.1.2. REPRÉSENTATION CONVENTIONNELLE**

Le feu rouge n'est pas représenté conventionnellement.

#### **2.3.1.3. SIGNIFICATION**

Passage interdit.

### 1.2.5.1. COURONNE DE FRANCHISSEMENT

#### 1.2.5.1.1. APPARENCE

La couronne de franchissement apposée à l'avant du mât d'un grand signal d'arrêt fait l'objet de la fig. 1.17.



fig. 1.17

#### 1.2.5.1.2. REPRESENTATION CONVENTIONNELLE

La couronne de franchissement est représentée au sein de la représentation conventionnelle du signal comme à la fig. 1.18.



fig. 1.18

#### 1.2.5.1.3. SIGNIFICATION

La couronne de franchissement indique au conducteur que le grand signal d'arrêt est permisif.

## **Inscriptions des télégrammes au registre E934 - RGE 6 - Fascicule 612**

### **7.1. Définition, application et présentation**

#### **Définition du télégramme**

- Le **télégramme** est un message:
  - auquel est conféré un caractère officiel, impératif ou formaliste; et
  - dont la preuve du contenu ainsi que de la transmission à des destinataires imposés doit pouvoir être donnée.
- Le télégramme est également toute communication ainsi dénommée dans la réglementation.

#### **Application**



Les communications échangées entre le personnel d’Infrabel et celui des UI qui ont une incidence directe ou indirecte sur la sécurité des circulations ou des personnes font l’objet d’un télégramme.

*Remarque:*

- Lorsque le RGE prescrit un télégramme, ce dernier indique:
  - l’expéditeur;
  - le destinataire; et
  - si nécessaire:
    - le contenu du texte;
    - le moyen de communication utilisé;
    - le mode d’enregistrement ou d’inscription.
- Les procédures E ... (3chiffres) et S... (3 chiffres) explicitées dans d’autres RGE sont des télégrammes.
- Par ailleurs, tout correspondant qui reçoit une communication peut la faire transformer en télégramme s’il juge que son importance le justifie.

#### **Présentation**

Le télégramme peut revêtir les formes suivantes:

<b>Forme</b>	<b>Description</b>
Document	<ul style="list-style-type: none"><li>● transmis:<ul style="list-style-type: none"><li>– sous pli; ou</li><li>– par réseau téléphonique ou informatique.</li></ul></li><li>● document pour lequel le destinataire accuse réception sous la forme prescrite par l’expéditeur</li></ul>
Inscription	<ul style="list-style-type: none"><li>● éventuellement en double exemplaire</li><li>● indication:<ul style="list-style-type: none"><li>– de la date et de l’heure;</li><li>– de l’identité ainsi que des visas de l’auteur et du destinataire.</li></ul></li></ul>
Communication orale	<p>selon la situation :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● soit enregistrée automatiquement;</li><li>● soit transmise par téléphone ou radio; c’est alors une communication:<ul style="list-style-type: none"><li>– numérotée et inscrite; et</li><li>– à laquelle le destinataire, après en avoir répété le texte, accuse réception en communiquant son numéro d’inscription.</li></ul></li></ul>

## **Inscriptions des télégrammes au registre E934 - RGE 7 - Fascicule 730.1**

### **7.2. Inscription**

#### **Généralités**

##### ***Endroit de l'inscription des télégrammes:***

Les télégrammes sont inscrits:

- soit dans un document adapté à la procédure à laquelle ils se rapportent;
- soit dans un Registre d'inscription des télégrammes E 934 (voir annexe V).

##### ***Fonctions de l'E 934:***

- L'E 934 est le Registre d'inscription des télégrammes.
- L'E 934 est également utilisé pour:
  - archiver les références (numéro, expéditeur, destinataires) des télégrammes constitués par des documents; et
  - accuser réception à ces télégrammes.

---

#### **Inscription d'un télégramme transmis par voie orale**

- L'expéditeur et le destinataire s'assurent que leur correspondant est bien qualifié pour faire ou recevoir le télégramme.
- Le télégramme est inscrit intégralement et transmis dans la forme prescrite; l'agent qui le reçoit en répète le texte complet.
- L'agent qui reçoit le télégramme numéroté donne comme accusé de réception le numéro en face duquel il a lui-même inscrit le télégramme.
- Les numéros (E 934, 1<sup>ère</sup> colonne) des inscriptions qui restent d'application à la relève sont mentionnés sur les documents de remise de service.
- En cas de retransmission d'un télégramme, la mention « Retransmission du télégramme n°... de ... (origine) » peut remplacer le texte de ce télégramme.

---

#### **Prescriptions d'utilisation de l'agenda de retransmission E 890**

- Avant sa mise en service, l'E 890 est complété par les temps de parcours jusqu'aux postes voisins.
- Les inscriptions sont groupées par journée et la date est indiquée de la même manière que dans l'E 934.
- Si plusieurs itinéraires sont possibles, l'itinéraire à suivre doit être désigné.
- Les trains mis en marche le jour B sont annoncés aux postes de block le jour A:
  - en fin de journée si le service est continu;
  - en fin de service si celui-ci est interrompu.
- Les trains qui circulent le jour même sont annoncés immédiatement.

### 3.3.2.2. SNCF

#### Livret HLT II.A.4

Signal d'arrêt combiné	Signal avertisseur indépendant										
Aspects	Signification	Aspects	Signification								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>VN</th> <th>CV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	VN	CV			<p>Autorise le passage en grand mouvement, dans le régime correspondant au mode d'éclairage des feux.</p> <p>Donne les mêmes informations sur le signal d'arrêt annoncé que celles données par un signal avertisseur présentant le même aspect.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>VN</th> <th>CV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	VN	CV			<p>Le grand signal d'arrêt annoncé, soit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- interdit le passage à tous les mouvements ;</li> <li>- autorise le passage en petit mouvement, avec ou sans indication de vitesse réduite.</li> </ul>
VN	CV										
VN	CV										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>VN</th> <th>CV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	VN	CV			Interdit le passage à tous les mouvements.						
VN	CV										
<p><b>Equipements liés au franchissement d'un grand signal d'arrêt fermé</b></p> <p>Si le signal d'arrêt en est muni, l'équipement de franchissement peut être constitué par, soit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- une couronne de franchissement ;</li> <li>- une armoire à deux bandes rouges, éventuellement surmontée d'un œilletton de franchissement ;</li> <li>- une armoire à deux bandes et T rouges éventuellement surmontée d'un œilletton de franchissement ;</li> <li>- un œilletton de franchissement.</li> </ul> <p>Aux PSS, l'œilletton de franchissement est représenté dans un carré distinct, sous la représentation de l'écran complémentaire inférieur ou, immédiatement sous le carré qui représente les feux principaux en l'absence d'écran complémentaire inférieur.</p>											

#### Livret HLT II.B.1

##### 4.2 2J ou 1J sur un grand signal

1. Autorise le passage et annonce que le prochain signal (qui peut être situé à une courte distance) doit être considéré comme fermé (= mission d'arrêt).
2. S'il s'agit d'un grand signal d'arrêt, appliquer "CAP".
3. S'il s'agit d'un signal avertisseur et que vous circulez en GM, appliquer "CAP". Si circulation en pm, poursuivre en "pm".
4. Lorsque la vitesse au droit du grand signal présentant 2J ou 1J est inférieure à 40 km/h, ou lorsqu'en aval cette vitesse devient inférieure à 40 km/h (ex. un arrêt), elle doit être maintenue à moins de 40 km/h jusqu'au droit du signal suivant !
5. S'il s'agit d'un grand signal d'arrêt, compléter le freinage pour circuler à max. 20 km/h en cas :
  - d'accès à une voie en impasse à partir de 200m en amont du signal de repérage de heurtoir ;
  - d'accès à une "très courte" section (présence d'un trait lumineux blanc à l'écran complémentaire supérieur et d'un trait horizontal sur le panneau d'identification du grand signal d'arrêt) au droit de ce grand signal d'arrêt 2J ou 1J.

## **Livret HLT II.B.2**

### **3.4.2 Événements de répétition**

#### **A Information inattendue**

Une information est inattendue lorsqu'elle est transmise au conducteur alors qu'il ne s'y attend pas et qu'il n'a pas vu de signal.

Lorsque l'information inattendue est une impulsion positive, le conducteur se pose immédiatement la question de savoir si l'impulsion peut provenir d'un grand signal éteint :

- si oui ou en cas de doute, il applique les prescriptions du HLT II.B.6 ;
- si non (il peut exclure avec certitude qu'il s'agit d'un grand signal éteint), il adapte la vitesse du convoi à 30 km/h (sans dépasser la vitesse signalisée) et tente d'identifier l'origine de l'impulsion (ex. *panneau d'annonce, crocodile d'essai, ...*).

Si l'origine de l'impulsion :

- est identifiée, il applique les prescriptions prévues ;
- n'est pas identifiée, la restriction de vitesse à 30 km/h sera levée après la rencontre d'un signal d'arrêt qui s'adresse à son mouvement et une indication de vitesse.

Lorsque l'information inattendue provoque un RES, le conducteur considère qu'il a franchi irrégulièrement un signal d'arrêt non permissif.

## **Livret HLT II.B.1 - Annexe III - Règles de conduite en signalisation latérale**

### **2 Généralités**

#### **2.1 Conseils – pièges**

1. Assurez-vous dans tous les cas que le signal observé s'adresse bien à votre voie.
2. Vérifiez tous les éléments du signal (ex. *écran principal, écrans complémentaires, panneaux, ...*).
3. Dans certains cas, les indications de vitesses fournies par la signalisation peuvent être davantage limitées (suite à la réception d'un ordre ou d'office).
4. Oublier une mission d'arrêt (vitesse annoncée = 0) ou une mission restrictive (vitesse annoncée > 0) se produit généralement :
  - après un arrêt (non) prévu ;
  - lors de la rencontre d'une autre mission (ex. *relèvement de vitesse, ...*) ;
  - lors d'une communication ;
  - lors d'un dépannage pendant la marche ;
  - lors de circulation perturbée (ex. *retard, ...*) ;
  - par la routine ;
  - lorsque l'exécution d'une mission est reportée ;
  - lors de l'exécution de plusieurs missions.
5. Moyens pour aider à mémoriser une mission d'arrêt ou une mission restrictive :
  - dire à voix haute l'aspect du signal ou la mission imposée ;
  - utiliser judicieusement les fonctions de mémorisation du dispositif de répétition ;
  - interrompre ou ne pas entamer des communications ;
  - ralentir au plus tard à partir du signal annonceur ;
  - se poser la question, après chaque arrêt ou après chaque relèvement de vitesse : « *quel était l'aspect de mon dernier signal rencontré ?* » ? (Observez les indications du dispositif de répétition!).

En cas de doute, toujours supposer que vous vous approchez d'un signal d'arrêt fermé.

## Livret HLT II.B.1 - Annexe III

### 3 Mission “Cautious approach” - “CAP”

1. Suspendre immédiatement :
  - toute conversation en cours ;
  - toute opération de dépannage (*ex. fermeture disjoncteur principal, élimination automatique, sondage sur le TDD, ...*).
2. Ne pas détourner son attention de la signalisation et rechercher attentivement l'emplacement du signal annoncé.
3. En GM et lors de l'approche du signal annoncé, la vitesse doit être inférieure à 30 km/h au plus tard 250 m en amont de ce signal.
4. Lorsque le signal d'arrêt :
  - interdit le passage, adapter la vitesse de manière à pouvoir s'arrêter en amont de ce signal ;
  - autorise le passage, adapter la vitesse en fonction de l'aspect présenté par le signal et rester sous les 40 km/h jusqu'au droit de ce signal d'arrêt.

## Livret HLT I.3

Livret HLT I.3

Page 12



### 3 Pendant le service

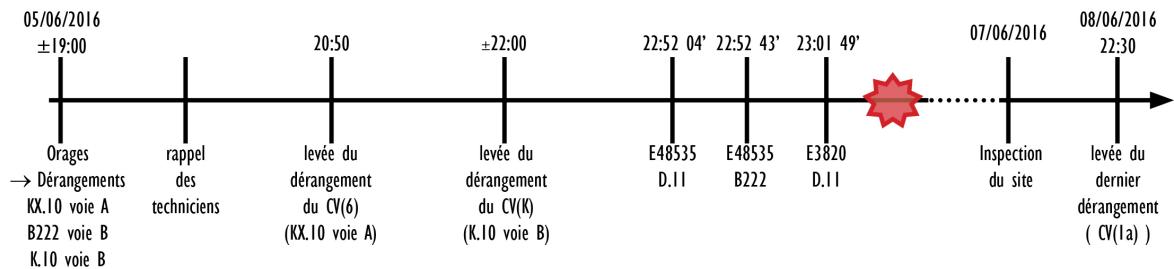
#### 3.1 Généralités

Le conducteur :

- assure son service avec calme ;
- pendant la conduite :
  - n'écoute pas de musique ;
  - n'utilise que les appareils multimédia fournis par l'employeur (*ex. appareil IDA, GSM de service*). Tout autre appareil multimédia ne peut se trouver sur le pupitre et doit être éteint ;
  - ne rédige sur son rapport M510 que de brèves annotations relatives à la marche du convoi ;
  - n'effectue aucune autre action qui pourrait détourner son attention ;
  - observe la voie dans la mesure du possible.
- collabore dans le but de garantir la sécurité et la régularité des convois ;
- communique de manière courtoise avec ses collègues, les voyageurs... ;
- porte une tenue correcte.

## 3.4. FONCTIONNEMENT DU MATÉRIEL ROULANT ET DES INSTALLATIONS TECHNIQUES

### 3.4.1. LIGNE DU TEMPS



### 3.4.2. DÉRANGEMENTS À LA SIGNALISATION

#### 3.4.2.1. ÉLÉMENTS IMPACTÉS

Lors des orages survenus le 5/06/2016 vers 19h, des éclairs ont été enregistrés, au sol et entre nuages, par l'IRM et par la société Elia, sur les 2 rives de la Meuse à hauteur de Hermalle-sous-Huy.

Selon le rapport d'Infrabel, les conséquences d'un des impacts de foudre enregistré au sol sont des commutations et des dérangements observés sur divers éléments de la signalisation :

- circuit de voie (CV) 1a
- CV 6
- CV K
- Le LEU du signal K.10
- Le LEU du signal KX.10

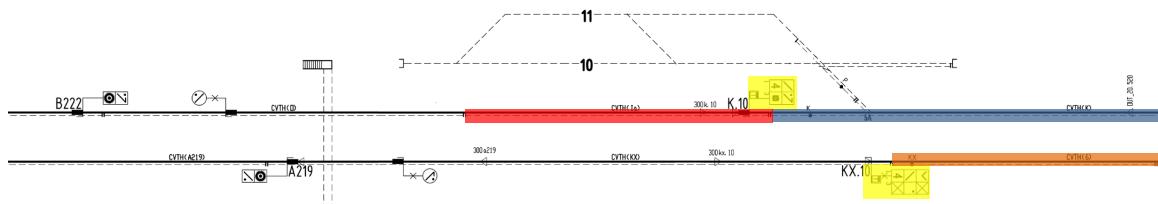


Illustration : plan 1002 (simplifié) avec identification des éléments impactés.

Date et heure	Constations, instructions et ordres Nom, grade et paraphe	Suite donnée - Date et heure Nom, grade et paraphe
29/06/16 08:20	Mise en service du block 4 Secteur monorail social RA	P. Gauthier C.H.S.
30/06/16 08:20	Mise en service du block 4 Secteur monorail social RAS	P. Gauthier C.H.S.
02/06/16 08:20	Prise de source - en ordre	
14:00	Surveillant à puissance 617 signale !	
04/06/16 08:20	Prise de source - en ordre	
14:00	Surveillant à puissance 617 signale !	
05/06/16 08:20	Prise de source - puissance 623 signale !	
14:00	Surveillant à puissance 623 signale !	
05/06/16 19:00	Orange à Communication mit Roffel ent	A. Tchelly Hau débile
19/06/16 08:20	Théâtre débile, W.K. Auy et élève A.W.H. Signale ! Voie A débile, 30.6.16	Bouygues Monsieur
05/06/16 21:00	Tel 841 4626 débile Domini 243 80 54	
05/06/16 21:00	Prise de Se. Accident K 10 - TAL 1 mit fuites	
14:00	Surveillant à puissance 617 signale !	

Illustrations : Carnets S477 et S478 du block de Flémalle mentionnant les Commutations ainsi que les Alarmes TBL et les déclenchements des alimentations observés dans les installations générées par le block 10 de Hermalle-sous-Huy (alors télécommandé par le block 7 de Flémalle).

Signature _____						N° page / S479: 2153				
HERMALLE-SOUS-HUY BL. 10						HUY BL. 15				
Nat.	Mouvement	Nat.	N°	Heure	Nat.	Mouvement	Nat.	N°	Heure	Voie A
						E4837		75		
						E3819		85		
						E3820		39		
						E3825		77		
						E3831		43		
						E3832		67		
						E3834		21		
						E3833		67		
						E3834		79		
						G15404		89		
						E4983		07		
						E3835		31		
						E3836		31		
						E4985		57		
						E184		77		
						E3837		49		
						E3838		47		
						E3839		31		
						E3840		87		
						E3841		81		
						E3842		19		
						E3843		65		
						E3844		55		
						E3845		95		
						E3846				
						E3847				
						E3848				
						E3849				
						E3850				
						E3851				
						E3852				
						E3853				
						E3854				
						E3855				
						E3856				
						E3857				
						E3858				
						E3859				
						E3860				

Hermalle ARMOIRE N° 7									
Date	Heure	Genre d'appareil	NDV AC	NDV BCX	NIR C	NIR CX	NDV A KX	NDV BK	NIR 3
19/05	08:20	Report	421						
23/05	08:20				1819	/	/	/	
23/05	12:45				1820	/	/	/	
24/05	08:00					1786	/	/	
15/05	18:00		316	356	1810	1786	20311	621	601
28/05	08:00		-	-	-	-	-	-	-
28/05	10:00		-	-	-	-	-	-	-
30/05	11:15		-	-	-	-	-	-	-
05/06	19:00		/	/	/	/	/	/	/
05/06	19:44		/	/	/	APR7	/	/	/

JIR KX	NIR K	150 VOLT	Porte	N° compteur, porte où	Mouvement	Inscription S478	N°	Page	Motif (1)	N° du D43	Signature
183	1403	1323	10322								
			10323			27	2143				
			10324			57	2144				
			10325			2	2139				
183	1403	1323	10325	Vérification		25	2148	2			
	-	-	10326			69	2149	3			
	1404	-	10327								
			10328	Communication	95	2133	3	stage			
			10329	idem	28	2146	3	"			
			10330			110125	21	haut			

Illustration : Registre S426 reprenant les mentions des commutations observées suite aux orages.

### 3.4.2.2. DÉRANGEMENT DES CV

Lorsque la voie est détectée libre par l'électronique de circuit de voie, le relais correspondant est mis sous tension et "monte" (état "haut").

En cas d'occupation de circuit de voie par un train, le relais est mis hors tension par l'électronique de circuit de voie et il descend (état "bas").

Lors d'un dysfonctionnement de circuit de voie, la nature intrinsèquement sûre du système fait que le relais électromécanique associé n'est plus alimenté. En absence de tension, les contacts du relais restent ouverts, interrompant la transmission de la puissance électrique. Dans le domaine ferroviaire, cette dernière situation correspond à un état sécuritaire : il faut en effet absolument qu'un dérangement provoque une action "restrictive" et non une action "permissive", laquelle irait à l'encontre de la sécurité.

Les dérangements observés aux CV suite aux orages ont entraîné l'absence d'alimentation des relais des circuits de voie CV(1a), CV(6) et CV(K).

### 3.4.2.3. ASPECTS DES SIGNAUX JUSTE APRÈS LES ORAGES

#### Le signal B222

Le signal B222 est un signal automatique : il n'est donc pas commandé par un poste de signalisation.

Son aspect est déterminé par :

- les conditions de voie des circuits de voies CV(O) et CV(1a) (situés entre les signaux B222 et K.10)
- et les conditions de voie du circuit de voie CV(K) (situé en aval du signal K.10).

Note :

L'aspect du signal B222 dépend également du fonctionnement correct des lampes des signaux B222 et K.10. Aucun dysfonctionnement au niveau des lampes n'ayant été constaté, ce point n'est pas abordé dans ce rapport.

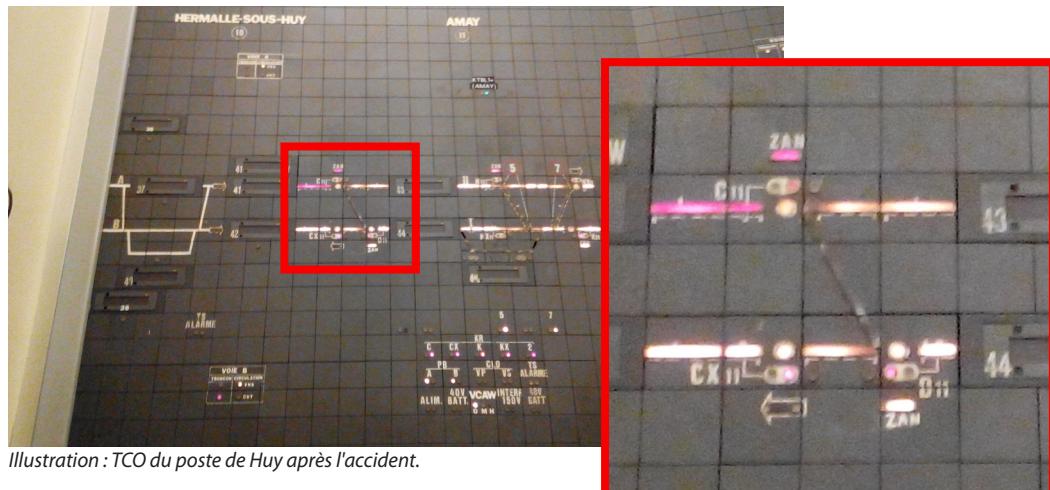
Le CV(1a) se trouvant en dérangement suite aux orages, le signal B222 présentait l'aspect rouge. Ceci est confirmé par les documents de bord des différents trains passés par cet endroit après les dérangements (voir plus loin).

#### Le signal D.11

Le signal D.11 est un signal desservi par le block 11 de Amay, de technologie "tout relais", télé-commandé par le block 15 de Huy également de technologie "tout relais" : il n'existe pas de données EBP.

L'aspect du signal D.11 est déterminé par (outre les commandes par le poste de signalisation) :

- les conditions de voie des circuits de voies en aval du signal D.11 (situés entre les signaux D.11 et B222)
- et les conditions de voie des circuits de voie CV(O) et CV(1a) (situés en aval du signal B222).



Le signal D.11 n'a pas été directement impacté, mais le signal B222 présentant l'aspect rouge suite au dérangement du CV(1a), le signal D.11 présentait l'aspect 2J, en conformité avec le fonctionnement de la signalisation.

### **Le signal K.10**

Le signal K.10 est un signal desservi par le block 10 de Hermalle-sous-Huy, de technologie "tout relais", télécommandé par le block 7 de Flémalle-Haute également de technologie "tout relais" : il n'existe pas de données EBP à analyser.

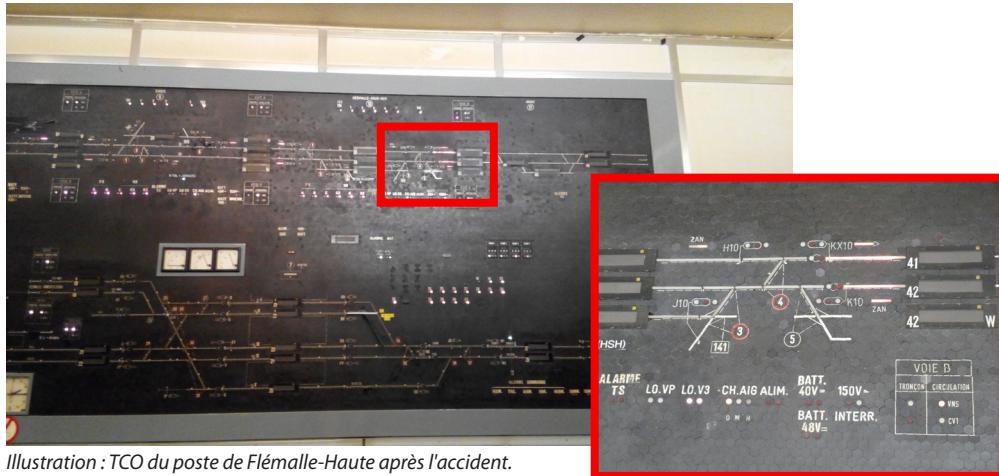


Illustration : TCO du poste de Flémalle-Haute après l'accident.

Le CV(K) se trouvant en dérangement suite aux orages, le signal K.10 présentait l'aspect rouge. Ceci est confirmé par les documents de bord des différents trains passés par cet endroit après les dérangements (voir plus loin), de même que les inscriptions au carnet de block.

### **Dérangement des LEU**

La connexion entre le signal et l'Eurobalise TBL1+ commutable qui lui est associée est réalisée par l'intermédiaire d'un appareil électronique, le Lineside Electronic Unit (LEU). Le LEU fait varier l'information émise par l'Eurobalise selon l'aspect présenté par le signal.



Les "Alarmes TBL" renseignées dans les carnets de block sont dues aux LEU défectueux au signal K.10 et KX.10. La conséquence est que l'Eurobalise commutable (= balise TBL1+) n'émet aucune information reflétant l'aspect du signal.

Dans le cas où le LEU détecte une combinaison invalide sur ses entrées, il transmet un code qui correspond à une sortie de zone TBL1+ et permet d'ordonner à l'équipement TBL1+ du matériel roulant de traiter l'information en provenance du crocodile.

Les messages "Alarmes TBL" manifestés au block sont "génériques", dans le sens qu'ils ne permettent pas d'identifier la ou les balises TBL1+ dérangée(s) : c'est au technicien que revient le travail d'identification de la balise dérangée.

### **3.4.2.4. INTERVENTION DES TECHNICIENS**

Vers 19:10, suite aux dérangements observés, des techniciens sont rappelés. Ils se rendent au block 10 de Hermalle-sous-Huy vers 20:20.

Tel que le prévoit le fascicule 731 du RGE :

"Le personnel technique de la spécialité signalisation est autorisé à accéder aux locaux et armoires plombés et peut utiliser les dispositifs de secours lorsque ses activités le nécessitent."

Le technicien qui est intervenu dans la salle à relais du block 10 appartient à la spécialisation "Signalisation".

Ce même fascicule stipule également :

Après son intervention, l'agent responsable :

- du déplombage ;
  - du replombage ; et
  - de l'utilisation d'un dispositif de secours,

*Illustration : feuillet du Registre des déplombages S 425.*

Cette annotation n'a pas été effectuée par les techniciens intervenus le soir de l'accident. Au poste de signalisation, l'action de déplombage n'a pas été notée dans le registre d'inscription des télégrammes E934 tel que prévu dans la réglementation (RGE 731.1) :

#### 7.4. Déplombage et utilisation des dispositifs de secours

##### Travaux, entretien et dépannage

Le personnel technique de la spécialité signalisation :

- est autorisé à accéder aux locaux et armoires plombés ; et
- peut utiliser les dispositifs de secours lorsque ses activités le nécessitent.

##### Utilisation des dispositifs de secours

L'agent du mouvement est responsable :

- de l'application des mesures spéciales de sécurité ; et
- du déplombage et de l'utilisation des dispositifs de secours.

Dans les postes où est présent un signaleur en titre, l'agent du mouvement empêché de se rendre sur place au moment où il y a lieu d'utiliser un dispositif de secours, peut, moyennant une communication enregistrée au E 934, et sous sa responsabilité, donner ordre au signaleur de déplomber et de manœuvrer le ou les dispositifs requis.

Selon le RGE 7 - Fascicule 740,

Aucune opération susceptible de modifier :

- les conditions de sécurité ; et/ou
- les possibilités d'exploitation,

ne peut être entamée sans délivrance d'une autorisation par un feuillet du S 427.

L'autorisation est accordée par :

- soit l'agent du mouvement responsable ;
- soit le chef de travail qui, en cas de travaux simultanés sur une voie mise hors service, dispose de cette voie.

[...]

L'agent qui exécute le travail doit informer l'agent du mouvement des modifications apportées :

- aux conditions de sécurité ; et/ou
- aux possibilités d'exploitation.

C'est le cas pour les travaux suivants :

- les travaux de modification, de renouvellement ou d'entretien effectués aux installations de signalisation

[...]

Le Fascicule 740 du RGE stipule aussi qu'en cas de transmission d'information par téléphone (entre l'agent intervenant et l'agent du mouvement), l'application de la procédure d'échange de télégrammes est de vigueur.

Le technicien "Signalisation" n'a pas rempli de feuillets de son carnet S 427.

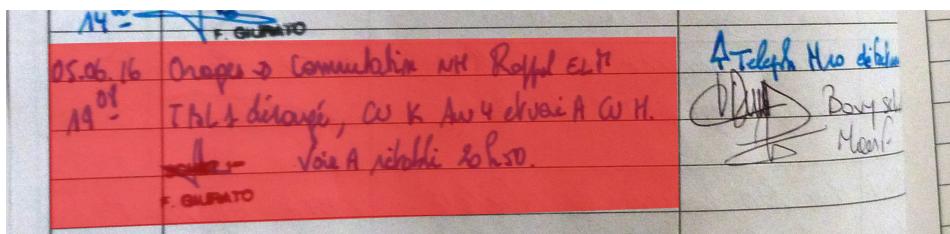
Aucun échange n'a été noté dans le registre d'inscription des télégrammes E934 par l'agent du mouvement au Block 7 de Flémalle.

### 3.4.2.5. LEVÉE DE DÉRANGEMENTS DES CV

#### **CV(6)**

Les dérangements sur la voie A ne concernent qu'un seul CV (le CV(6)) : les techniciens décident de commencer leur travail par la levée de cette avarie afin de rétablir une circulation normale sur cette voie.

Le remplacement de fusibles ayant subi une surtension permet un retour à la normale du fonctionnement du CV. Les techniciens prennent contact avec le poste de signalisation de Flémalle (Block 7) vers 20h50 : après vérification, la voie A de la ligne 125 est parcourable sans restriction ni ordre de franchissement S422.



#### **CV(K)**

Les dérangements de la voie B sont ensuite examinés : le remplacement des fusibles brûlés dans l'armoire du signal K.10 permet la levée du dérangement du CV(K) un peu avant 22:00.

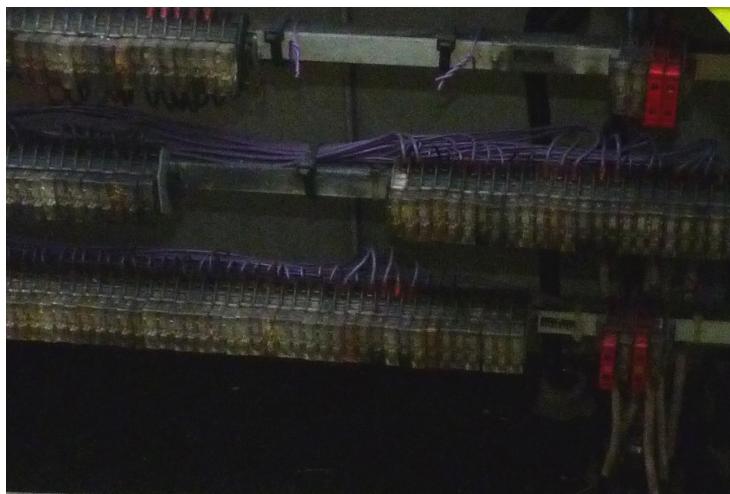


Illustration : bornier dans l'armoire du signal avec les fusibles remplacés (fusibles rouges en haut à droite sur la photo).

Suite à la levée du dérangement du CV(K), aucun ordre de franchissement S422 n'est nécessaire pour la circulation du train E3819 (et suivants, dont le train de marchandises E48535) au droit de ce signal.

#### **CV(1a)**

Malgré le travail des techniciens, le dérangement du CV(1a) n'a pas pu être levé avant la survenue de l'accident.

### 3.4.2.6. LES "CAS TBL" - DÉRANGEMENT DES LEU

Le remplacement des fusibles brûlés du circuit d'alimentation du LEU du signal K.10 et KX.10 n'a pas permis de corriger le dérangement : bien que leur alimentation était active, le module électronique LEU de chacun des deux signaux semble également avoir été impacté par la foudre. En conséquence, la balise TBL1+ de chacun de ces signaux n'émettait pas d'information sur l'aspect du signal.

Selon les procédures en place chez Infrabel, en cas de panne du module LEU lui-même, le module défectueux doit être enlevé, envoyé au laboratoire d'Infrabel et remplacé par un autre module, ce qui a été fait dans les jours qui ont suivi l'accident.

L'état de fonctionnement du LEU et de la balise TBL1+ au droit de chaque signal a pu être vérifié le lendemain de l'accident lorsque les scellés des armoires des signaux ont été levés en présence de la Police, de l'expert judiciaire, de l'Organisme d'Enquête et des équipes techniques et d'enquête des parties concernées.

A l'aide de matériel de test (un boîtier placé sur la balise permet de simuler le passage d'un train, et une tablette permet de lire l'information émise par la balise), il a été constaté que la balise TBL1+ (tant celle du signal K.10 que celle du signal KX.10) n'émettait effectivement pas de télégramme (cf. le Status sur l'image ci-après : "NO LEU TELEGRAM").



Equipement de test placé sur une balise TBL1+.

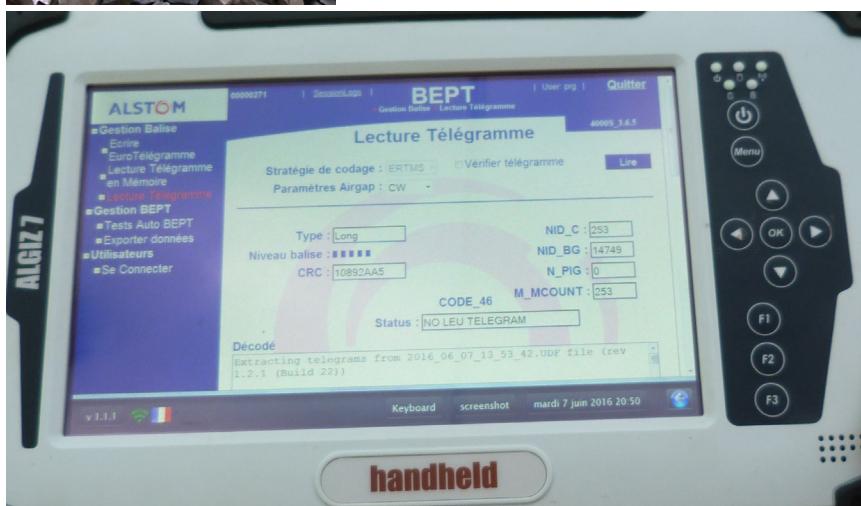


Illustration : équipement (tablette) permettant de lire le télégramme émis par une Eurobalise.

### 3.4.3. CIRCULATION DE TRAINS

Les dérangements observés au CV(1a) ■ et au CV(K) ■ ont entraîné l'aspect fermé respectivement des signaux B222 et K.10 (voie B). Le dérangement du CV(6) concerne la voie A, non impliquée dans l'accident.

Les conséquences pour les trains circulant sur la voie B (de Huy vers Hermalle-sous-Huy) sont les suivantes :

- les conducteurs doivent arrêter le train au pied du signal automatique B222 et remplir leur formulaire M510;
- les conducteurs doivent arrêter le train au pied du signal desservi K.10, recevoir du block 7 de Flémalle une autorisation de franchissement du signal fermé (formulaire S422) et annoter leur formulaire M510.
- l'agent du mouvement du block 7 doit mettre en œuvre les procédures de sécurité prévues et annoter dans le carnet de block S478 l'autorisation de franchissement du signal fermé.

Compteur h m n	108	E 222	94
Km/h E 3816 S478 chif 44	109	E 815	92
MIR CX(182) K (1405	1949	RE 1944	44
K10/2 E 4968 S422 chif 61015	1011	E 2816	44
MR IC	1011	E 4968	32
K10/2 E 3817 S478 chif 702023	1013	/	78
MR K	2028	E 5014	12
K10/2 E 5018 240 chif 2127	2127	/	62
CIR K	2132	E 5818	78
K10/2 E 4970 S478 chif 589137	—	/	80
—	—	E 4970	82
MR CX 1788	204	/	64
MR R 1407	209	/	94
MR CA 1789	2329	/	02
MR K 1408	2324	E 3816	46
8324	—	E 4970	58
—	—	E 3816	84
—	—	E 4970	86
—	—	E 3816	48
—	—	E 4970	34
—	—	/	62
—	—	/	64
—	—	/	80
—	—	/	78
—	—	/	30

Illustration : S422 annotés dans le carnet S478 du poste de signalisation de Flémalle.

Suite au dérangement du CV(1a), le signal B222 présentait le rouge pour les trains E3816, E4968, E3817, E3818, E4970, E3819 et E48535 : les formulaires M510 des conducteurs de ces trains comportent la mention de l'aspect fermé du signal B222.

Suite au dérangement du CV(K), le signal K.10 présentait le rouge pour les trains suivants : E3816, E4968, E3817, E3818 et E4970. Un ordre de franchissement S422 se trouve dans les documents de ces trains.

La levée du dérangement du CV(K) est intervenue entre le passage du train E4970 et celui du train E3819 : les trains E3819 et E48535 n'ont pas eu besoin de formulaire S422.

Rapport du conducteur M510 Verslag van de bestuurder M510						
(1)		Incidents, retards et irrégularités Incidenten, vertragingen en onregelmatigheden				
N° Mouvement Beweging nr.	Minutes perdues Verloren minuten	Justificaties Rechtoergronden				
3816	3'	Mouvement voyageur à Lires				
	10'	Problème de bonne tension à FNR → futur autre dépassement. → DOK				
	3'	CCU de K27.0 à DZ15				
	6'					
	2'	R → B222				
	5'	Franchissement signal K.10 → S422+S378				
3813	3'	R → Huy (accroissement LY870)				
	5'	S422 → G.F.n				
(2) Franchissement des signaux permisifs (marche à vue, SF05 si prescrit) Overschrijden van permissieve signalen (rit op het zicht, SF05 indien voorgeschreven)						
N° Mouvement Beweging nr.	Ligne - Lijn	Signal - Sein	Aspect Servicevoertuig	Sans ordre Zonder bevel	Annotations (S378 marqué ou non encadré, S379 et/ou similié marqué...) Notities (S378 omlijst of niet, S379 en modellomsluiting omslakt...)	
3816	125	B222	R	<input checked="" type="checkbox"/>		
				<input type="checkbox"/>		
				<input type="checkbox"/>		
				<input type="checkbox"/>		
				<input type="checkbox"/>		

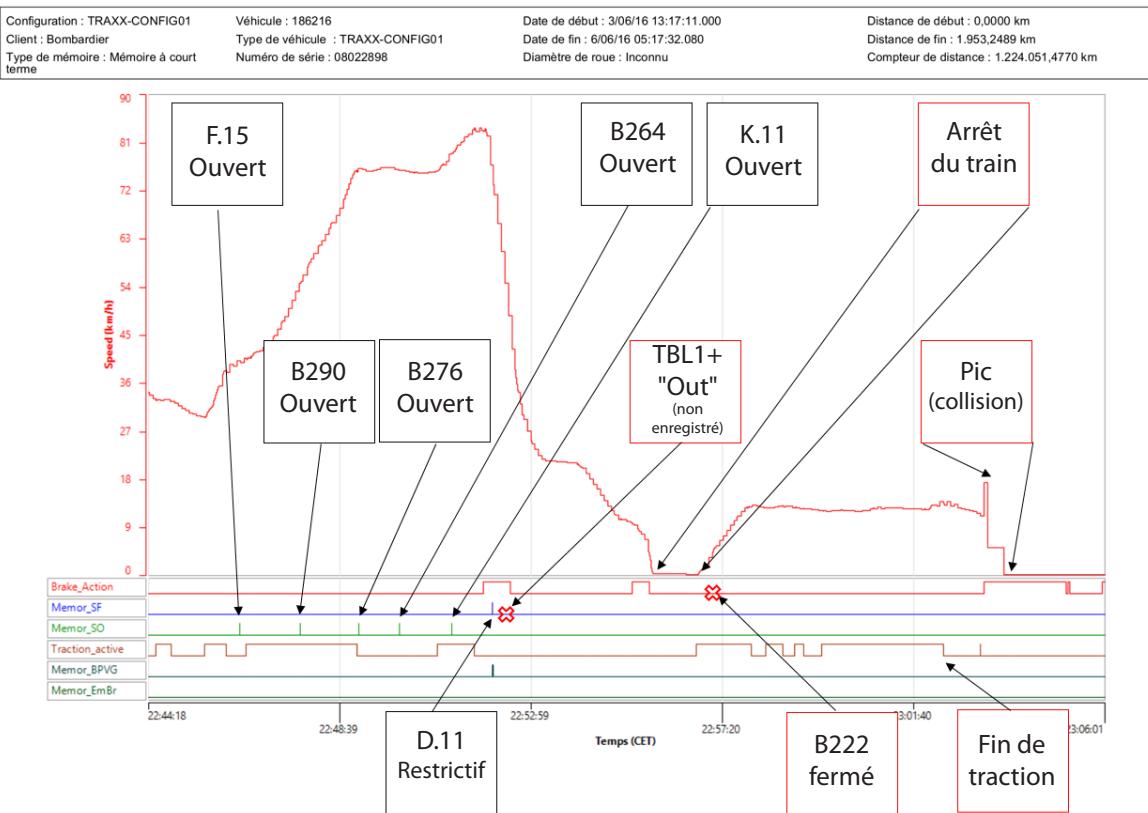
Rapport du conducteur M510 Verslag van de bestuurder M510						
(3)		Nombre d'annexes (S, E, etc.) Aantal bijlagen (S, E, enz.)				
S	2	E	M	TC	1	D233
Autres: Andere:						
(4) Instructions et ordres pour le conducteur Onderrichtingen en bevelen voor de bestuurder						
(5) Présence d'autres personnes dans la cabine de conduite pendant le parcours Aanwezigheid van andere personen in de stuurcabine tijdens de rit						
Nom / Naam	Grade / Graad	N° Licence Vergunning nr.	N° Mouvement Beweging nr.	De / Van	A / Tot	
(6) Essai de frein sur HKM - Remproef op HKM						
N° Mouvement Beweging nr.	Gare - Station	Type	HL	Nom (le préposée à l'essai) Naam (aangeschakeld bedienende)	Grade Graad	

Illustration : M510 (document du conducteur) avec indication du signal B222 au rouge et franchi et indication du signal K.10 franchi avec formulaire S422 et S378.

INFRABEL Agip On Track		S 422		S 378	
ORDRE DE FRANCHISSEMENT		OVERSCHRIJDINGS-BEVEL			
PSS n° SSP nr.	Signal Sein	Carnet n° Boekje nr.	Indication de vitesse Snelheidsaanduiding		
LY	K.10	2	X		
PETIT MOUVEMENT KLEINE BEWEGING		N° de service du conducteur Dienstrn. van de bestuurder			
		N° de dépôt du conducteur Depotnr. van de bestuurder			
Mouvement n° Beweging nr.	Date Datum	Heure Uur	Ordre n° Bevel nr.		
3816	05/06/16	10.31	44		
Durée de garde: 3 mous - Bewegingstijd: 3 seconden.					

Illustration : Ordre de franchissement annoté par le conducteur (train E3816).

### 3.4.4. ETUDE DU PARCOURS DU TRAIN DE MARCHANDISES E48535



L'étude des enregistrements du train E48535 a été effectuée : le présent rapport reprend l'étude de la dernière partie du trajet, entre Huy et le lieu de l'accident. L'équipement à bord de la locomotive capte les impulsions émises par les crocodiles dans la voie.

Le train quitte la gare de Huy à la faveur du signal F.15, ouvert à 22:46:23 : le train, à ce moment, a 25 minutes d'avance sur l'horaire prévu.

Les signaux B290, B276, B264 et K.11 sont rencontrés au passage (vert).

Le signal D.11, à la BK 23657, présente un aspect restrictif<sup>30</sup> : l'équipement de bord de la locomotive enregistre une impulsion positive. La vitesse du train à la hauteur du signal est de 77,09 km/h, la commande à la traction n'est pas active et la commande au freinage est active. La vitesse du train diminue. Une action de freinage amène une immobilisation du train (vitesse nulle) 1400 mètres après le signal D.11, soit environ 26 mètres avant le signal B222.

<sup>30</sup> Selon le PSS, la seule restriction que peut présenter le signal est le double jaune.

Les documents du conducteur renseignent que le B222 présente un aspect fermé (rouge). De plus, dans le cadre du projet de conduite écologiqueéconomique E-Divers, le conducteur du train a pris une photo du signal fermé.

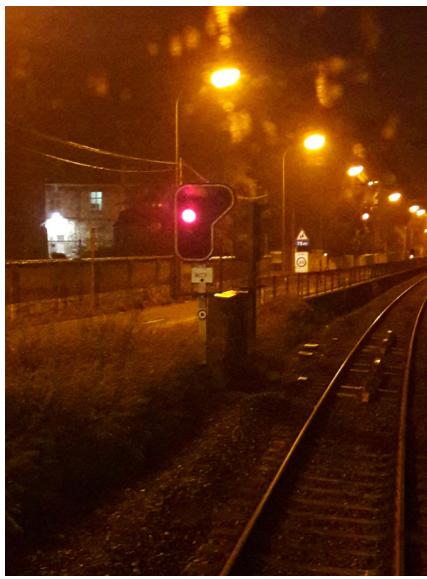


Illustration : photo du signal B222 présentant l'aspect rouge devant le train E48535.

Annex aan verslag van de bestuurder Annexe au rapport du conducteur			
<b>B</b> SNCF Logistics		<b>B</b> NMBS Logistics	
Prestatie: Prestation:	Datum: Date:	Werkelijk aanvangsuur: Heure de début réelle:	Werkelijk einduur: Heure de fin réelle:
B Mon 880	05/06/16	20H15	5h00
Treinnummer: 48S35 + Photo			
Commentaar: Commentaire: 22H56			
05/06/16, Signal . B 222 ligne 125			
meule à vue jusqu'au pied du grand signal d'arrêt suivant			
Prestatie: Prestation:	Datum: Date:	Werkelijk aanvangsuur: Heure de début réelle:	Werkelijk einduur: Heure de fin réelle:

Formulaire du conducteur reprenant l'information sur l'aspect du B222.

Le signal B222 est permis : une fois qu'il a immobilisé son train au droit du signal, le conducteur remplit ses documents de bord et il peut ensuite franchir le signal en marche à vue jusqu'au pied du grand signal d'arrêt suivant (soit le K.10).

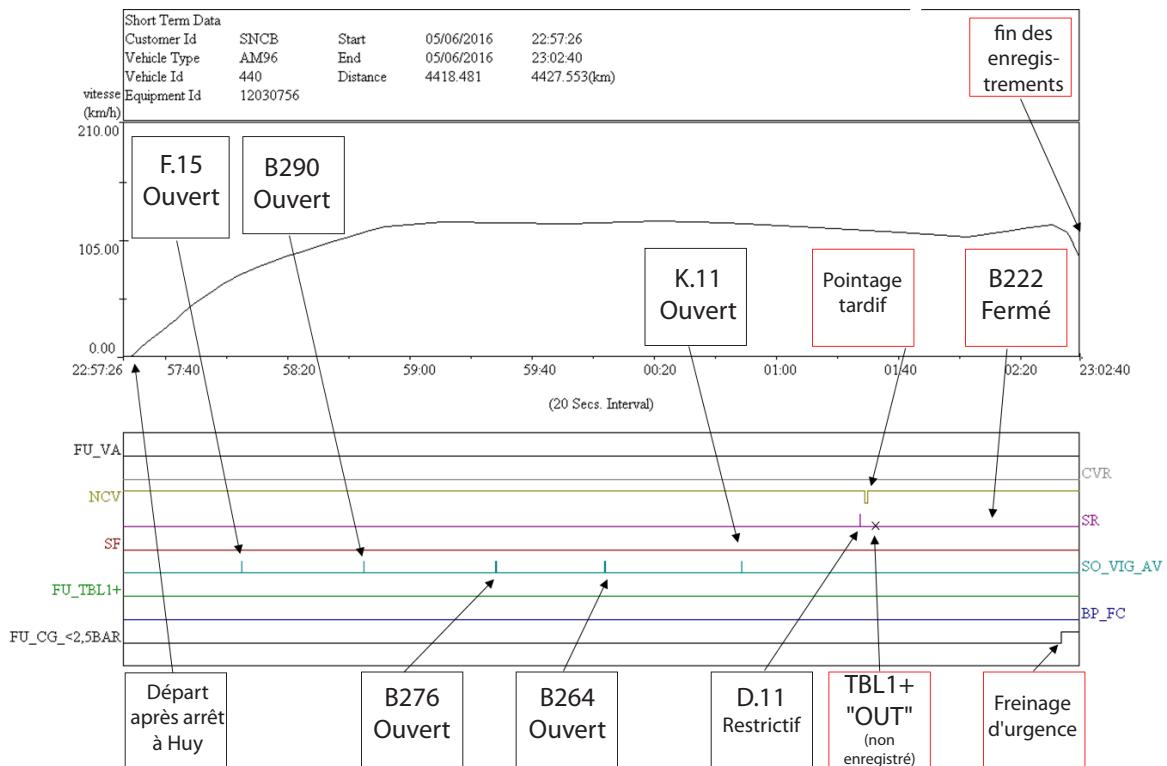
A 22h56 45", une commande à la traction est enregistrée. Le train redémarre et accélère lentement. Le train passe à hauteur du signal B222 : aucune impulsion n'est enregistrée lors du passage sur le crocodile associé à ce signal, l'aspect fermé du signal entraînant une tension nulle au crocodile (fonctionnement prévu du MEMOR). La croix sur le graphe est indiquée à des fins de facilité de lecture et d'interprétation.

Pour maintenir une vitesse entre 12 et 13 km/h, plusieurs actions (4 au total) de commande à la traction sont enregistrées.

A 23h03 17", après avoir parcouru une distance de 1256 mètres, un pic de vitesse est enregistré, suivi immédiatement d'une action de freinage. Le train est immobilisé à 23h03 44".

Le pic de vitesse observé correspond à la collision du train E3820 à l'arrière du train E48535.

### 3.4.5. ETUDE DES ENREGISTREMENTS DU TRAIN DE VOYAGEURS E3820



L'étude des enregistrements du train E3820 a été effectuée : le présent rapport reprend l'étude de la dernière partie du trajet, entre Huy et le lieu de l'accident.

L'équipement à bord de la locomotive (MEMOR et TBL1++) capte les impulsions émises par les crocodiles et balises TBL1+ dans la voie. Pour éviter un double traitement des informations émises tant par le crocodile que par la balise TBL1+ qui sont présents au pied des signaux équipés des 2 technologies, seule l'information TBL1+ est traitée lorsque l'équipement de bord fonctionne en mode TBL1+.

Le train s'arrête aux quais de Huy tel que le prévoit le service de ce train. L'heure enregistrée par l'équipement de bord du train est 22h57 29".

Le train démarre du quai de la gare de Huy et passe le signal F.15, ouvert, à 22h58 06 : l'impulsion négative émise par la balise TBL1+ dans les voies et captée par l'équipement à bord du train est enregistrée.

Les 4 signaux suivants sont rencontrés au passage (vert) : l'impulsion négative émise par chacune des balises est captée et enregistrée par l'équipement à bord du train.

La vitesse du train y est respectivement de :

- B290 → 112,37 km/h;
- B276 → 119,39 km/h;
- B264 → 119,39 km/h;
- K.11 → 119,94 km/h.

Au signal D.11, une impulsion positive est enregistrée par l'équipement de bord (23h01 28"18) : elle est émise par la balise TBL1+ associée au signal et correspond à un aspect restrictif du signal D.11<sup>31</sup>.

<sup>31</sup> Selon le PSS, la seule restriction que peut présenter le signal est le double jaune.

L'enregistrement du pointage de l'aspect restrictif du signal intervient tardivement, c'est-à-dire après le passage au droit du signal mais à l'intérieur de la fenêtre de temps (4 secondes) autorisée par la réglementation.

Ce pointage survient à 23h01 29"71, soit 1 seconde et 53 centièmes après l'enregistrement de l'impulsion.

La vitesse du train est de 112,14 km/h (31,15 m/s).

Peu après le passage au signal D.11, le train passe au-dessus d'une balise TBL1+ "OUT\_P44"<sup>32</sup> : aucun enregistrement d'impulsion n'est prévu et, effectivement, les données du train ne présentent aucun enregistrement à ce niveau. L'équipement à bord du train réactive la fonction "crocodile".

Le train arrive ensuite au droit du signal B222. Aucune impulsion n'est enregistrée et la position du train est déterminée selon la distance calculée par rapport à l'emplacement du signal D.11 où une impulsion avait été enregistrée<sup>33</sup>. La vitesse du train est alors de 112,14 km/h.

Un freinage d'urgence est initié à 23h02 34", alors que le train roule à une vitesse de 118,41 km/h.

La fin des enregistrements des données est établie à 23h02 40" : la vitesse du train est alors de 88,61 km/h.

La fin des enregistrements est interprétée comme une conséquence de la collision.

La distance parcourue entre le freinage d'urgence et la fin des enregistrements est de 178 mètres.

<sup>32</sup> Sur le graphique, la croix symbolise l'emplacement de la balise TBL1+ "OUT\_P44" à la BK 23607.

<sup>33</sup> Distance entre le signal D.11 et le signal B222 = 1426 mètres.

### 3.4.6. ASPECT DE LA SIGNALISATION LORS DE LA CIRCULATION DES 2 TRAINS

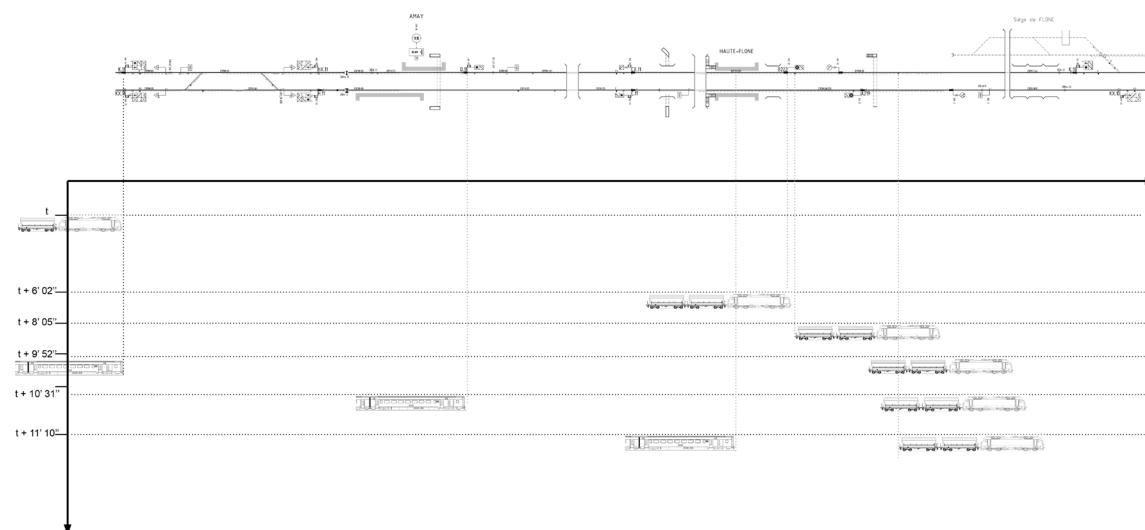
Face au pointage tardif du conducteur du train de voyageurs au passage du signal D.11, à l'absence de freinage du train après le passage du signal D.11 et au passage du signal B222, il est apparu important de vérifier l'aspect des signaux D.11 et B222 lors du passage du train afin d'exclure tout problème technique fugitif entraînant un aspect des signaux différent que celui attendu.

En "calant" les enregistrements des 2 trains sur les enregistrements ArtWeb<sup>34</sup> du gestionnaire de l'infrastructure, il a été possible de déterminer la position des 2 trains à différents moments clés de leurs trajets.

#### 3.4.6.1. ASPECT DU SIGNAL D.11

L'aspect du signal D.11 est déterminé par :

- les conditions de voie des circuits de voies en aval du signal D.11 (situés entre les signaux D.11 et B222)
- et les conditions de voie des circuits de voie CV(O) et CV(1a) (situés en aval du signal B222).



Lorsque le train de voyageurs E3820 évolue entre la distance de visibilité du signal D.11 (300 m) et le pied du signal, le train de marchandises E48535 roule en marche à vue en aval du signal B222, occupant les circuits de voie CV(O) et CV(1a) :

- il n'y a pas de train entre le signal D.11 et le signal B222 : les CV en aval du signal D.11 sont déclarés "libres";
- le CV(O) est occupé et le relais se trouve donc en position "basse" : le CV est déclaré occupé;
- le CV(1a) est en dérangement et, compte tenu de la nature intrinsèquement sûre de l'électronique, son relais n'est plus alimenté et se trouve en position "basse" : le CV est déclaré occupé.

En conséquence, le signal D.11 présente l'aspect Double Jaune.

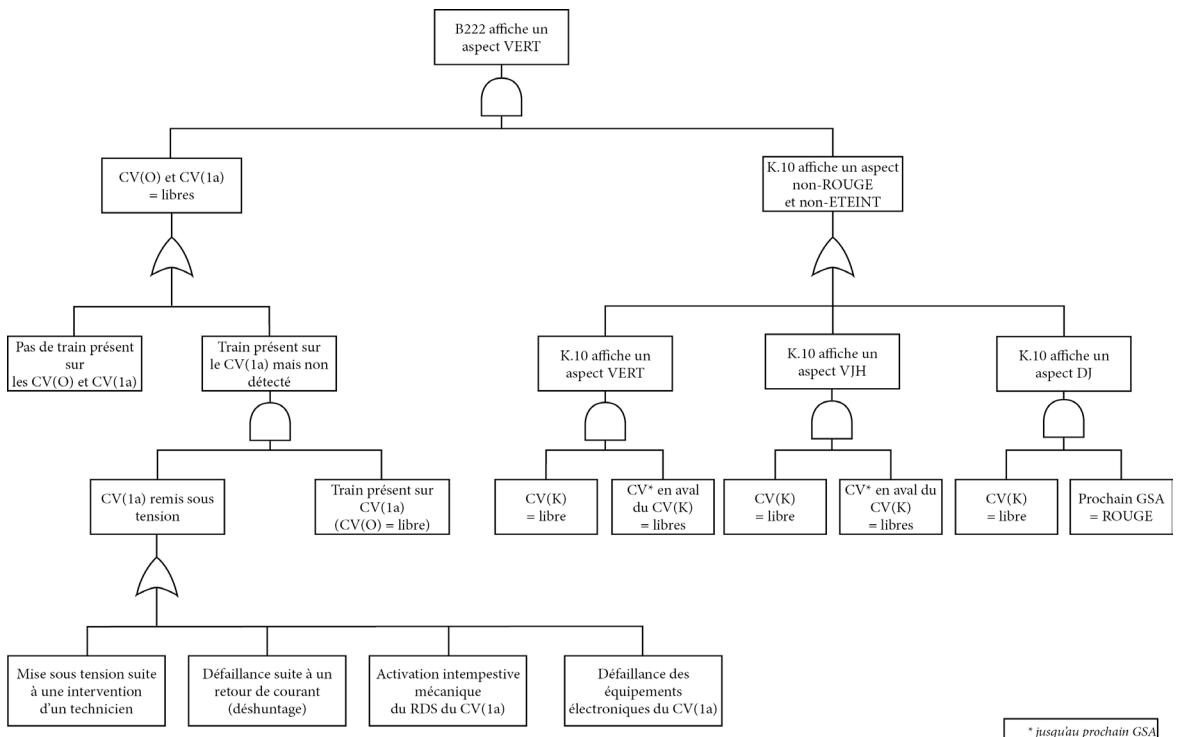
Cet aspect correspond bien aux informations captées par les équipements TBL1+ à bord du train de voyageurs E3820.

<sup>34</sup> L'ARTWEB est un logiciel de la Direction Asset Management et utilisé principalement pour justifier des retards occasionnés sur le trafic des trains (c-à-d pour chaque train s'écartant de plus de 2 min de son horaire). La justification de ces retards permet de déterminer le responsable de la cause du retard.

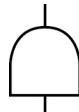
### 3.4.6.2. ASPECT DU SIGNAL B222

Lorsque le train de voyageurs E3820 se trouve en amont du signal B222 à distance de visibilité de ce signal, le train de marchandises E48535 n'occupe plus que le CV(1a). En dérangement, son relais n'est plus alimenté et se trouve en position "basse" : le CV est déclaré occupé.

Dans cette situation, selon l'arbre de défaillance ci-dessous, la position de ce relais est la seule condition liée à l'occupation de la section directement en aval du signal B222 pour que ce signal B222 affiche le rouge :



#### Légende



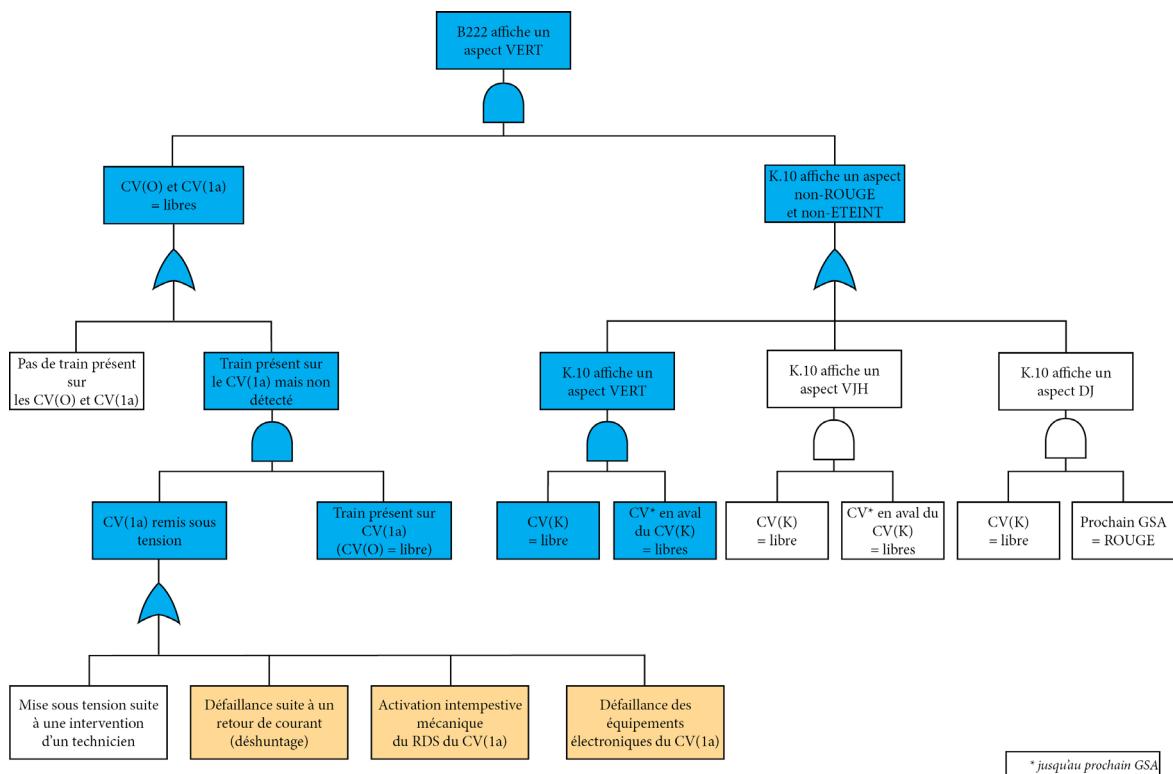
Connecteur "ET" : il faut que les conditions sous le connecteur soient remplies pour obtenir le résultat situé dans la case au-dessus du connecteur.



Connecteur "OU" : si l'une des conditions sous le connecteur est remplie, le résultat situé dans la case au-dessus du connecteur est obtenu.

#### Note :

L'aspect du signal B222 dépend également du fonctionnement correct des lampes des signaux B222 et K.10. Aucun dysfonctionnement au niveau des lampes n'ayant été constaté, ce point n'est pas abordé dans ce rapport.



Dans cette étude, l'arbre montre que, outre les cases illuminées de bleu, si l'une des 4 conditions du niveau 5 est remplie, le signal B222 présentera un aspect vert :

- l'activation mécanique correspondrait au déplacement forcé de l'équipage mobile du relais. Lors de l'inspection réalisée le lendemain de l'accident en présence de la Police, de l'expert judiciaire, de l'Organisme d'Enquête et des équipes techniques et d'enquête des parties concernées, la protection du relais (capot scellé) a été constatée intacte. Cette activation mécanique n'est donc pas vraisemblable;
- la défaillance des équipements électroniques n'est pas retenue car invraisemblable (le signal B222 présentait le rouge au train E48535, de même lors des inspections réalisées sur le site après l'accident);
- le train de marchandise étant entièrement sur le CV(1a), un déshantage fugitif semble invraisemblable;
- l'activation électrique du relais correspond à une mise sous tension de la bobine du relais. Une réalimentation intempestive par le personnel technique est techniquement possible par accès au bornier dans la salle à relais du block 10 de Hermalle-sous-Huy. Cela reste une possibilité dans la mesure où la panne d'un relais de CV ou de l'électro-nique de CV sont des événements possibles et que la discrimination entre l'un et l'autre n'est pas immédiate.

Le technicien peut être tenté de faire monter le relais afin d'en vérifier le bon fonctionnement.

L'OE s'est employé à vérifier le travail des techniciens dans la salle à relais : mettre directement sous tension la bobine d'un relais de ce type n'est pas autorisé et ne fait en aucun cas partie de la procédure décrite dans les circulaires d'Infrabel.

En conséquence, l'OE considère que le signal B222 a présenté l'aspect rouge dès le dérangement du CV(1a).

Cet aspect correspond bien aux informations captées par les équipements TBL1+ à bord du train de voyageurs E3820.

## 3.4.7. GESTION DES CIRCULATIONS

### 3.4.7.1. CIRCULATION DES 2 TRAINS

Par l'application ARTWEB, nous avons retracé la circulation des deux trains impliqués dans l'accident.

A la demande des agents de l'EF lorsque la préparation du train de marchandises E48535 est achevée, l'ordre de départ du train de marchandises fait l'objet d'une concertation entre les agents au poste de signalisation et les agents du Traffic Control. Le train de marchandises E48535 démarre de Monceau avec 45 minutes d'avance sur l'horaire prévu.

Il est ensuite retenu à Statte : des travaux imposent en effet un service à voie unique.



Editeur : B-TR 023  
Téléphone : +32 2 5282405  
Date de publication : 03/06/2016 12:09  
Page : 8 / 10

NEW Logistics SA Dépôt Monceau (BMON)  
Valide du Samedi 04/06/2016 00:00:00 au Dimanche 05/06/2016 23:59:59

Voie	Message Semes		Zone	Voie				
Vitesse	B.K.	Jours d'application	Heures	T W	Information	Retards	B.K.	Vitesse

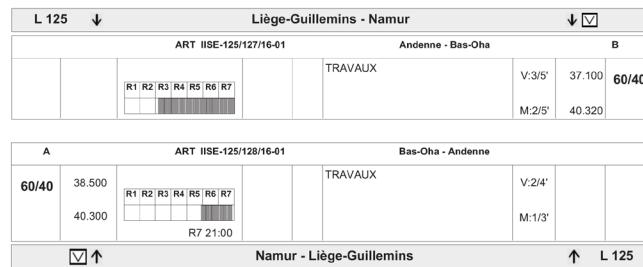
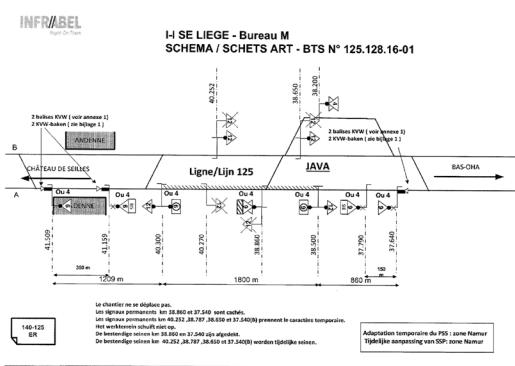


Illustration : extrait du SEMES de B Logistics.

L'ART (Avis de Ralentissement Temporaire) sur la ligne 125 entre Andenne et Bas-Oha est renseigné aux conducteurs via le document SEMES qui fait suite aux travaux annoncés par Infrabel aux entreprises ferroviaires.

INFRABEL

Avis de Réduction Temporaire de vitesse Bericht van Tijdelijke Snelschetsbeperking		ART BTS	IISE-125/128/16-01
Nombre de rubriques / Aantal rubrieken (1)		Date de publication / Uitgafedatum: 30/05/2016	
Bureau d'émission / Uitgiftebureau: CAM-Doss Escale-est 45-10-LAM4A-Ga3 ESPACE SOLVAY - Rue Solvay, 1 B-4000 Liège			
Fax: e-mail: Demandeur(s) / Aanvrager(s):			
Date de début Begindatum	03/06/2016	Date de fin Einddatum	05/06/2016
Raison Reden	P611 - Protection zone 1 P611 - Beveiliging zone 1		
Appréciation MS 531 Gedoeleerde MS 531	Numéro/Nummer: 125	Du/Van:	30/05/2016
Remplace S382 Vervangt: S382	Numéro/Nummer:	Du/Van:	
Rubrique 1 / Rubriek 1			
Ligne(s)/Voie(s)/Gare(s) Lijn(en)/Spoor(en)/Station(s)		L125 - STATTE - SCLAGNEAUX - spoor A L125 - STATTE - SCLAGNEAUX - voie A	
En vigueur le Van kracht op	du/van 03/06/2016 23:00	à/tot: 05/06/2016 21:00	(D'office / Ambtsvalwe)
La zone de réduction temporaire de vitesse se déplace-t-elle? Wordt de zone met tijdelijke snelheidslimit verplaatst?	Non Nee		
Longueur de la zone (m) Lengte van de zone (m)			
Point(s) kilométriques AP Stationspunten	entre PK/tussen AP - 38.500 - L-125 et PK/en AP - 40.300 - L-125		
Vitesse (km/h) Snelheid (km/u)	60	40	
Retard voyageurs (min) Vertreng reizigers (min)	1,9	3,8	
Retard marchandises (min) Vertrek goederen (min)	1	3,4	



Illustrations : extraits du document ART transmis par Infrabel aux entreprises ferroviaires.

A la sortie de cette zone de travaux, le train E48535 a 27 minutes d'avance sur son horaire.

Au passage du train au signal D.11 à 22:52 04', le train a 24 minutes d'avance sur son horaire.

[http://artweb/wfc\\_website/consultation/train/consult-train.aspx](http://artweb/wfc_website/consultation/train/consult-train.aspx)

Train - JKG5700

EE48535	NAMUR-HERB	05/06 22:04:40	+44	Passage	NX-H.30	P-H.30
EE48535	PLOMCOT	05/06 22:06:52	-44	Passage	P-H.30	QX-H.30
EE48535	BEEZ	05/06 22:09:10	-43	Passage	K-N.30	CX-N.30
EE48535	MARCHE-DAMES	05/06 22:12:20	-43	Passage	J-N.30	LX-N.30
EE48535	MARCHE-DAM-M	05/06 22:12:33	-43	Passage	LX-N.30	N-N.30
EE48535	MARCHE-DAM-M	05/06 22:13:22	-42	Passage	N-N.30	MX-N.30
EE48535	MARCHE-DAM-M	05/06 22:13:20	-42	Passage	N-N.30	MX-N.30
EE48535	NAMECHE	05/06 22:16:06	-41	Passage	K-M.30	CX-M.30
EE48535	NAMECHE	05/06 22:16:08	-41	Passage	K-M.30	CX-M.30
EE48535	SCLAGNEAUX	05/06 22:18:53	-41	Passage	K.23	CX.23
EE48535	STATTE	05/06 22:43:47	-27	Passage	DZ.15	TX.15
EE48535	STATTE	05/06 22:44:15	-26	Passage	GZ.15	UY.15
EE48535	HUY	05/06 22:45:57	-26	Passage	UY.15	F.15
EE48535	HUY	05/06 22:46:38	-25	Passage	F.15	CZ.15
EE48535	AMAY	05/06 22:52:16	-24	Passage	K.11	HX.11
EE48535	AMAY	05/06 22:52:04	-24	Passage	D.11	CX.11
EE48535	HERMALLE-HUY	05/06 22:55:04	-24	---	K.10	j3.10.fic

Illustration : extrait de l'ARTWEB du train E48535 : l'heure de passage du train à certains signaux est enregistrée et comparée à l'horaire officiel du train.

L'ARTWEB du train E3820 ci-après permet de voir que le train a 5 minutes de retard à la sortie de la zone des travaux de Statte. Au passage du train au signal D.11 à 23:01 49', le train a 2 minutes de retard.

E3820	NAMUR	05/06 22:23:32	-3	Arrivée	D-G.30	KX4-G.30
E3820	NAMUR	05/06 22:23:33	-3	Arrivée	D-G.30	KX4-G.30
E3820	NAMUR	05/06 22:23:48	-3	Arrivée	KX4-G.30	C4-H.30
E3820	NAMUR	05/06 22:23:46	-3	Arrivée	KX4-G.30	C4-H.30
E3820	NAMUR	05/06 22:29:14	0	Départ	C4-H.30	NX-H.30
E3820	NAMUR-HERB	05/06 22:30:00	0	Passage	NX-H.30	P-H.30
E3820	NAMUR	05/06 22:29:41	0	Passage	C4-H.30	NX-H.30
E3820	PLOMCOT	05/06 22:31:33	0	Passage	P-H.30	QX-H.30
E3820	PLOMCOT	05/06 22:31:35	0	Passage	P-H.30	QX-H.30
E3820	BEEZ	05/06 22:32:54	0	Passage	K-N.30	CX-N.30
E3820	MARCHE-DAMES	05/06 22:34:41	0	Passage	J-N.30	LX-N.30
E3820	MARCHE-DAM-M	05/06 22:34:52	0	Passage	LX-N.30	N-N.30
E3820	MARCHE-DAMES	05/06 22:34:29	0	Passage	J-N.30	LX-N.30
E3820	MARCHE-DAM-M	05/06 22:35:50	0	Passage	N-N.30	MX-N.30
E3820	MARCHE-DAM-M	05/06 22:35:52	0	Passage	N-N.30	MX-N.30
E3820	NAMECHE	05/06 22:37:21	0	Passage	K-M.30	CX-M.30
E3820	NAMECHE	05/06 22:37:22	0	Passage	K-M.30	CX-M.30
E3820	SCLAGNEAUX	05/06 22:39:04	0	Passage	K.23	CX.23
E3820	STATTE	05/06 22:55:03	5	Arrivée	DZ.15	UZ.15
E3820	STATTE	05/06 22:55:36	4	Départ	FX.15	UY.15
E3820	HUY	05/06 22:57:03	3	Arrivée	UY.15	F.15
E3820	HUY	05/06 22:57:54	2	Départ	F.15	CZ.15
E3820	AMAY	05/06 23:02:08	3	Passage	K.11	HX.11
E3820	AMAY	05/06 23:01:49	2	Passage	D.11	CX.11

La présence du train de marchandises E48535 devant le train de voyageurs E3820 ne suit pas l'ordre théorique (repris dans le Fascicule 511 du RGE) : cet ordre n'est que théorique et il doit être appliqué par le personnel du Gestionnaire d'Infrastructure avec discernement et en fonction des circonstances. L'ordre de départ du train de marchandises avait fait l'objet d'une concertation entre les agents au poste de signalisation et les agents du Trafic Control.

Important

Ordre de priorité

Ordre de priorité pour le suivi des trains

Livre 5 - Service des trains

Fascicule 511

## 2.8. Ordre de priorité des trains

L'ordre de priorité repris dans la liste ci-dessous, doit toujours être appliquée avec discernement. Lors de perturbations, il faut en temps réel prendre les décisions qui affectent le moins possible le service des trains dans sa globalité.

Ordre de priorité théorique pour le suivi des trains:

Priorité	Train
1	Trains de secours dirigés vers un accident en voies principales
2	Trains à grande vitesse
3	Trains de voyageurs internationaux
4	Trains IC
5	Trains IR
6	Trains P avec horaire d'un IC ou d'un IR
7	Trains IC1 (trains touristiques) avec horaire d'un IC ou d'un IR
8	Trains de voyageurs extraordinaires avec horaire d'un IC ou d'un IR
9	Trains de marchandises à marche rapide (vitesse ≥ 100 km/h)
10	Trains L
11	Trains P avec horaire d'un train L
12	Trains de marchandises à marche lente (80km/h ≤ v < 100 km/h)
13	Trains IC1 (trains touristiques) avec horaire d'un train L
14	Trains de voyageurs extraordinaires avec horaire d'un train L
15	Autres trains (dont trains de marchandises à marche lente vitesse < 80 km/h)

## 3.4.8. INFRASTRUCTURE

Rien d'anormal n'a été constaté par l'OE au niveau des voies et des caténaires : les dégâts observés sont des conséquences de l'accident.

## 3.5. DOCUMENTATION SUR LE SYSTÈME OPÉRATOIRE

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

Suite aux coups de foudre durant les orages survenus le 5/06/2016 vers 19h, des commutations sont observées et des dérangements sont constatés aux circuits de voie suivants :

- CV(1a);
- CV(6);
- CV(K).

Suite à ces dérangements de CV, la voie est déclarée occupée dans les sections concernées, ce qui provoque la fermeture (aspect "rouge") du signal protégeant l'accès à la section :

- CV(1a) → signal B222 fermé;
- CV(6) → signal KX.10 fermé;
- CV(K) → signal K.10 fermé.

Vers 19:10, l'agent du mouvement au poste de signalisation de Flémalle fait appel à un technicien afin de lever les avaries.

Suite au dérangement du CV(K), le signal K.10 présentait le rouge pour les trains suivants : E3816, E4968, E3817, E3818 et E4970. Un ordre de franchissement S422 a été délivré par voie téléphonique par l'agent du mouvement du poste de signalisation de Flémalle aux conducteurs de ces trains.

### 3.5.2. ÉCHANGE DE MESSAGES VERBAUX

La technologie ETRALI permettant d'enregistrer les conversations téléphoniques n'est pas installée au poste de signalisation de Flémalle : aucun enregistrement n'est disponible.

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

23:04 : la circulation est interrompue entre Huy et Flémalle;  
23:20 : le Cas T1 14706 est appliqué voie B;  
00:06 : le Cas T1 14705 est appliqué voie A;  
00:36 : les Cas T2 24765 24774 24772 24767 24778 24780 sont appliqués;  
00:40 : les deux voies A et B ligne 125 sont mises à disposition du Parquet entre les signaux H.11 et C.10 et entre HX.11 et CX.10.

## 3.6. INTERFACE HOMME-MACHINE-OPÉRATION

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

En date du 8 décembre, deux trajets de "reconstitution" sur AM96<sup>35</sup> ont été organisés par l'OE et les experts externes :

- un trajet de jour (trajet de "reconnaissance");
- un trajet dans l'obscurité c-à-d dans des conditions similaires à celles du soir de l'accident. Les signaux présentaient le même aspect que le soir de l'accident (2J au D.11 et rouge au B222).

Les trajets ont été filmés depuis le poste de conduite.

Ci-après sont repris les éléments issus de ces trajets, agrémentés de compléments issus de discussions et d'interviews avec des conducteurs de train.

#### 3.6.1.1. CONCEPTION DU MATERIEL ROULANT

Les AM96 sont reconnues par les conducteurs rencontrés pour être du matériel offrant une bonne visibilité.



*Illustration : vue sur l'extérieur depuis le poste de conduite d'une AM96 durant le premier trajet de reconstitution (ceci explique la présence exceptionnelle de la caméra à droite de l'image utilisée pour enregistrer le parcours du train).*

<sup>35</sup> Le matériel roulant AM96 est du même type que celui impliqué dans l'accident.

Leur avis sur l'ergonomie du poste de conduite est qu'elle est bien étudiée et ne pose pas de problème.



*Illustration : vue d'ensemble sur le poste de conduite d'une AM96.*

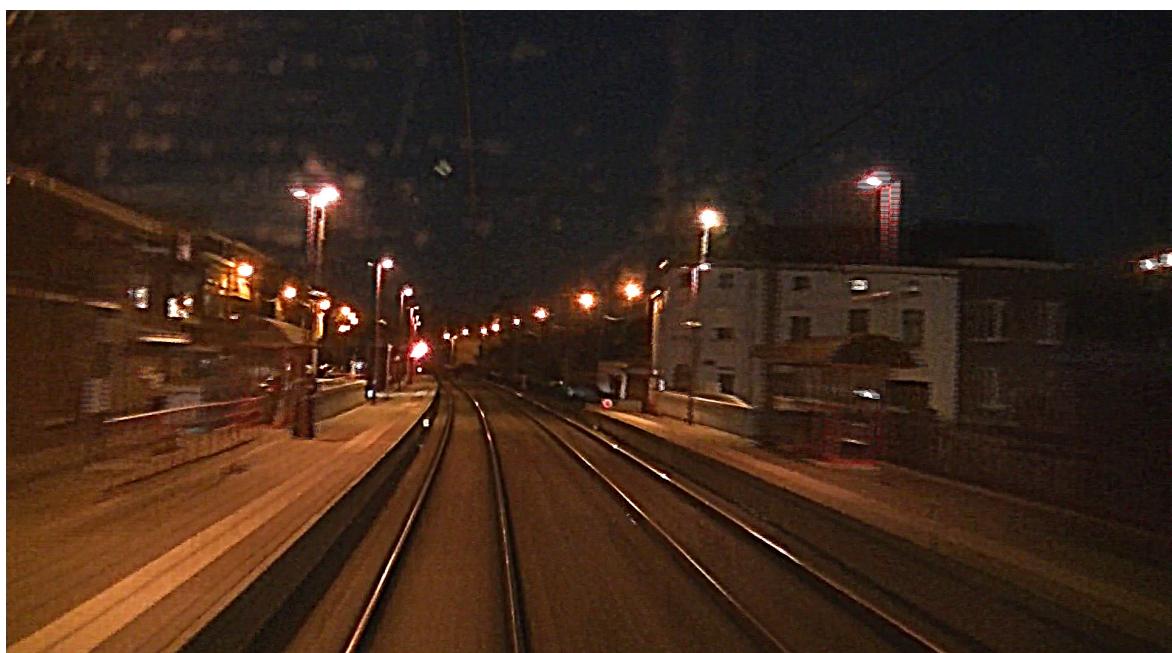
### 3.6.1.2. VISIBILITÉ DES SIGNALS

#### Signal D.11

Le signal est situé juste après les quais de la gare de Amay, à la sortie d'une courbe au creux de laquelle se trouve le bâtiment de la gare. La vue sur le signal se dégage environ 300 mètres avant le signal, mais la bonne visibilité du signal est ensuite interrompue par les poteaux d'éclairage du quai qui le font apparaître et disparaître à plusieurs reprises. Le signal est visible sans entrave à 200 mètres.

De nuit, l'éclairage jaunâtre des quais diminue la saillance du signal lorsqu'il présente un aspect 2J.

Bien que la visibilité à 300 mètres ne soit pas optimale<sup>36</sup>, selon les témoignages recueillis, les conducteurs rapportent disposer d'assez de distance et de temps pour enclencher un freinage et acquitter/pointer le signal lorsqu'il présente un aspect restrictif.



*Illustration : visibilité et saillance du signal D.11 à l'extrémité des quais de Amay - A noter que la performance de la prise de vue est moins bonne que celle de l'œil humain.*

<sup>36</sup> cf. 3.3.2 - Réglementation Infrabel sur la visibilité des signaux.

### **Signal B222**

De la reconstitution, il ressort que la visibilité du signal est bonne, y compris de nuit et ce malgré l'éclairage urbain et les feux de signalisation routière en arrière-plan.

Les interviews des conducteurs confirment ces constatations, de même que la photo prise par le conducteur du train de marchandises E48535.



*Illustration : visibilité et saillance du signal B222 rouge à hauteur de la balise à 5 traits - A noter que la performance de la prise de vue est moins bonne que celle de l'œil humain.*

## 3.6.2. CIRCONSTANCES MÉDICALES ET PERSONNELLES AYANT PU INFLUENCER L'ÉVÉNEMENT

### 3.6.2.1. TOXICOLOGIE

L'autopsie n'a révélé aucune indication d'influence alcoolique et médicamenteuse.

### 3.6.2.2. TEMPS DE TRAVAIL DU CONDUCTEUR

Suite à la maladie du conducteur initialement prévu, le conducteur du train 3820 a été rappelé le 04/06/2016 pour effectuer 2 services les 4 et 5 juin 2016.

La grille horaire du conducteur (période du 01/05/2016 jusqu'au 05/06/2016) a été analysée à l'aide d'un outil "RFI" (Risk Fatigue Index), permettant de déterminer le Risk Index et le Fatigue Index.

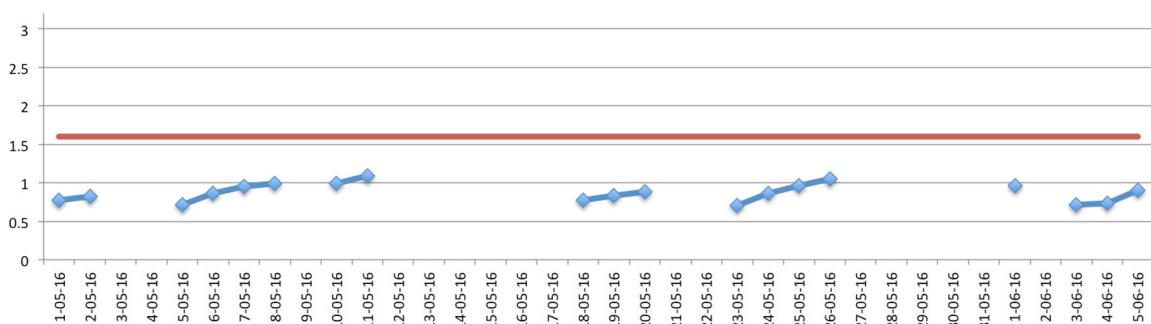


Illustration : Risk index issu de l'horaire de travail du conducteur du train de voyageurs E3820, la ligne rouge présentant la valeur de "bonne pratique".

Le 5/06/2016, le Risk Index a une valeur de 0,9. Ceci est juste sous la valeur moyenne (1,0) et bien inférieure à la valeur 1,6 représentant la limite supérieure de la zone de "bonnes pratiques".

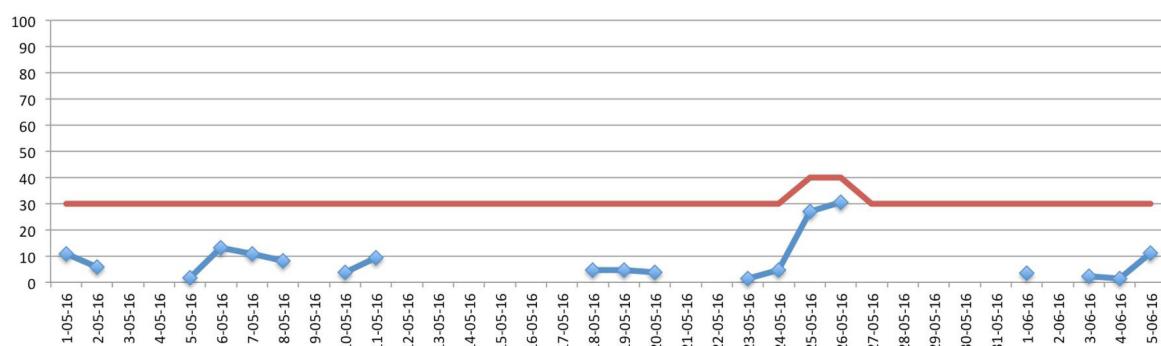


Illustration : Fatigue index issu de l'horaire de travail du conducteur du train de voyageurs E3820, la ligne rouge présentant la valeur de "bonne pratique".

Le 5/06/2016, le Fatigue Index<sup>37</sup> a une valeur de 11,1, inférieure à la valeur moyenne s'élevant à 20,7.

<sup>37</sup> Le Fatigue Index peut varier entre 0 et 100.

### 3.6.2.3. NIVEAU D'ALERTE DU CONDUCTEUR

Il est difficile d'évaluer directement le niveau de vigilance d'un conducteur durant sa conduite. Cependant, par le biais des actions effectuées par le conducteur du train durant le trajet et enregistrées par les équipements de bord, il est possible de déduire indirectement les caractéristiques de la vigilance du conducteur et son niveau d'alerte.

#### **Veille automatique**

Le matériel roulant est équipé d'un système de veille automatique<sup>38</sup> : ce système n'a pas détecté d'événements de défaillance du conducteur durant le trajet du train 3820. Aucune défaillance de type n'a également été détectée durant les trajets précédents (trains 3814 et 3841) effectués par le conducteur durant sa prestation du 5 juin 2016.

#### **Système Memor/TBL1++**

Le matériel roulant est également équipé du système d'aide à la conduite Memor/TBL1++ : le pupitre de commande est équipé de voyants et de boutons poussoirs à presser selon les aspects présentés par les signaux rencontrés (cf. Livret HLT II.B.2 - cf. 3.3), et les actions du conducteur sur ce système sont enregistrées.

Peu avant la collision, il a été constaté que le conducteur du train 3820 a pointé tardivement le signal D.11 (qui présentait l'aspect 2J - cf. 3.4).

En outre, l'analyse du trajet depuis Mons met en lumière plusieurs autres pointages tardifs, de même qu'un freinage automatique (intervention du système TBL1+) lorsque le conducteur n'a pas pointé une balise appuyant un panneau d'ART d'une zone de travaux un peu après le départ de la gare de Mons.

L'analyse des deux parcours effectués par le conducteur avant le trajet du train 3820, c-à-d le train 3814 (trajet entre Liège-Guillemins et Liers) et le train 3841 (trajet entre Liers et Mons), relève 4 pointages tardifs et des dépassements de la vitesse autorisée, répartis sur ces 2 trajets et apparaissant dès le début de la prestation du conducteur le 5 juin 2016.

Le pointage tardif ne fait pas partie des règles ni des bonnes pratiques enseignées et attendues des conducteurs :

- la règle HLT II.B.2 (§ 3.3.4) stipule que le conducteur manifeste sa vigilance en desservant le dispositif de "Vigilance" avant le passage au droit du signal<sup>39</sup>;
- la procédure "CAP" demande aux conducteurs rencontrant un signal restrictif de couper la traction, d'enclencher un freinage, de pointer leur vigilance et d'ensuite poursuivre le freinage.

38 Dispositif permettant le déclenchement automatique de l'arrêt d'urgence du train si l'agent de conduite est victime d'un malaise ou d'un endormissement, grâce à une pédale que celui-ci doit maintenir enfoncee en permanence, et relâcher un instant lors de l'audition d'une sonnerie qui retentit après une minute de pression continue sur la pédale.

39 Si le dispositif de « Vigilance » n'est pas desservi au passage d'un signal nécessitant la vigilance du conducteur, la lampe jaune se met à clignoter. Le conducteur dispose alors d'un délai de 4 secondes pour desservir et à nouveau lâcher le dispositif de « Vigilance ». A défaut, la lampe jaune continue à clignoter et un VES est activé. (ndlr : VES = Vigilance Emergency Stop)

### 3.6.2.4. ATTENTES POTENTIELLES DU CONDUCTEUR

Après l'arrêt à la gare de Huy, les signaux rencontrés jusque Amay avaient un aspect ouvert (vert). Le premier signal ne présentant pas cet aspect est le signal D.11 : il présentait le 2J (cf. 3.4.4) suite aux dérangements observés au CV(1a).

Le signal B222 qui suit le D.11 présentait le rouge.

Des entretiens avec des conducteurs parcourant régulièrement cette ligne, il ressort que :

- l'aspect ouvert des signaux après la gare de Huy correspond à une situation habituellement rencontrée sur la ligne à cet endroit;
- l'aspect 2J présenté par le signal D.11 n'est pas habituel et ne correspond pas à l'aspect généralement attendu par les conducteurs interviewés dans le cadre de cette enquête;
- l'aspect fermé du signal B222 n'est pas non plus l'aspect généralement rencontré.

Le conducteur du train 3820 a pointé tardivement sur son pupitre l'aspect 2J du signal D.11 et il n'a pas marqué l'arrêt au pied du signal fermé B222.

### 3.6.2.5. INTERPRÉTATION DES SIGNALS

Le signal D.11 a été vigilé tardivement par le conducteur du train 3820.

Deux éléments peuvent rappeler au conducteur qu'il vient de passer un signal dont l'aspect nécessite un pointage de sa part :

- le clignotement de la lampe jaune du pupitre TBL1+;
- le signal sonore dans le poste de conduite.

A ce moment, le poste de conduite a dépassé le signal D.11 et le conducteur n'est plus en mesure de voir le signal. Le conducteur du train 3820 a pressé le bouton-poussoir sur son pupitre TBL1+ dans la fenêtre des 4 secondes réglementaires : il s'agit donc d'une vigilance tardive mais n'impliquant pas d'intervention automatique d'un freinage d'urgence par le système TBL1+.

Si le conducteur n'a pas vu l'aspect 2J du signal, il aurait dû suivre la procédure du HLT II.B.2, chapitre 3.4.2 "Evénements de répétition - Information inattendue" :

#### 3.4.2 Événements de répétition

##### A Information inattendue

Une information est inattendue lorsqu'elle est transmise au conducteur alors qu'il ne s'y attend pas et qu'il n'a pas vu de signal.

Lorsque l'information inattendue est une impulsion positive, le conducteur se pose immédiatement la question de savoir si l'impulsion peut provenir d'un grand signal éteint :

- si oui ou en cas de doute, il applique les prescriptions du HLT II.B.6 ;
- si non (il peut exclure avec certitude qu'il s'agit d'un grand signal éteint), il adapte la vitesse du convoi à 30 km/h (sans dépasser la vitesse signalisée) et tente d'identifier l'origine de l'impulsion (ex. panneau d'annonce, crocodile d'essai,...).

Si l'origine de l'impulsion :

- est identifiée, il applique les prescriptions prévues ;
- n'est pas identifiée, la restriction de vitesse à 30 km/h sera levée après la rencontre d'un signal d'arrêt qui s'adresse à son mouvement et une indication de vitesse.

Lorsque l'information inattendue provoque un RES, le conducteur considère qu'il a franchi irrégulièrement un signal d'arrêt non permisif.

*RES = Red Emergency Stop = Freinage d'urgence*

### 3.6.2.6. DISTRACTIONS POTENTIELLES

Des distractions peuvent affecter la concentration du conducteur durant son travail de conduite. Elles peuvent être classées selon leur origine :

- distraction extérieure (ou extrinsèque) : survenance d'un élément inattendu et extérieur à l'individu;
- distraction provenant de l'individu même.

Aucune distraction à l'extérieur au poste de conduite n'a été identifiée (pas de travaux de long des voies, pas d'équipes de techniciens au travail).

Au niveau du poste de conduite, des vérifications du GSM-R et du GSM de service ont été effectuées : elles permettent de conclure que le conducteur ne les utilisait pas au moment de l'accident. Le GSM privé du conducteur a été retrouvé dans la carcasse du poste de conduite par les pompiers intervenus juste après l'accident. Suite à l'accident, le contenu de la mallette du conducteur s'est retrouvé éparpillé dans le poste de conduite : il n'a pas été possible de déterminer où se trouvait le GSM privé du conducteur avant l'accident. Ce GSM a été saisi par la Justice. Il n'a pas été possible pour l'Organisme d'Enquête d'opérer des vérifications sur cet appareil.

### 3.6.2.7. CONDUITE ALTERNATIVEMENT SUR TBL1+ ET SUR MEMOR

Des discussions avec des conducteurs, il ressort que la conduite sous TBL1+ peut causer un faux sentiment de sécurité, donnant aux conducteurs le sentiment qu'un "filet de sécurité TBL1+" est présent sur l'ensemble du trajet et que le train s'arrête en cas de SPAD.

Cependant, le système TBL1+ n'équipe pas l'intégralité des signaux et, bien que l'information soit donnée à l'entreprise ferroviaire par Infrabel au travers des plans PSS, les conducteurs ne doivent pas connaître selon la SNCB quels signaux sont équipés de TBL1+ ou non : cette information ne fait pas partie de la connaissance de ligne des conducteurs.

L'intégralité des signaux n'étant pas équipés du système TBL1+, cela signifie également qu'au cours d'un trajet, le système d'aide à la conduite passe du système TBL1+ au système Memor (et vice versa).

Après le signal D.11 équipé du système TBL1+, le train est ainsi passé sur une balise "OUT\_P44", le signal B222 n'étant pas équipé de la TBL1+. Le passage sur la balise "OUT\_P44" a désactivé le système d'aide à la conduite TBL1+ à bord du train et activé le système d'aide à la conduite Memor.

Du point de vue de l'aide à la conduite, cela signifie que la vitesse du train n'est ni contrôlée en amont du signal B222, ni au droit du signal B222.

Du point de vue des règles de conduite cependant, il n'y a pas de changement selon l'équipement TBL1+ ou Memor du signal :

- la vitesse du train doit être inférieure à 30km/h au plus tard 250 mètres en amont d'un signal fermé (rouge);
- lorsque le train approche d'un signal présentant l'aspect Double Jaune (qu'il soit équipé de TBL1+ ou de Memor), le conducteur doit entamer un freinage, pointer sa vigilance sur l'équipement de bord et poursuivre ensuite la mission restrictive imposée par le signal;
- les conseils délivrés dans le HLT II.B.1 sont indépendants de l'équipement TBL1+ ou Memor du signal (cf. 3.3).



## 4. ANALYSE ET CONCLUSIONS

### 4.1. COMPTE RENDU FINAL DE LA CHAÎNE D'ÉVÉNEMENTS

Suite à des orages survenus le 5/06/2016 vers 19h, un impact de foudre a occasionné divers dérangements à la signalisation de la ligne 125 à hauteur de Hermalle-sous-Huy : trois circuits de voie sont dérangés. En conséquence, les signaux protégeant l'accès aux sections concernées passent au rouge: les trois signaux impliqués (B222, K.10 et KX.10) sont ainsi fermés.

En effet, lors de ce type de dérangement de circuit de voie, la nature intrinsèquement sûre du système fait que le relais électromécanique associé n'est plus alimenté. En absence de tension, les contacts du relais restent ouverts, interrompant la transmission de la puissance électrique. Dans le domaine ferroviaire, cette dernière situation correspond à un état sécuritaire : il faut en effet absolument qu'un dérangement provoque une action «restrictive» et non une action «permissive», laquelle irait à l'encontre de la sécurité. Cette situation sécuritaire correspond à une voie déclarée occupée, et le signal protégeant la section de voie passe au rouge.

Les agents du poste de signalisation constatent ces dérangements et contactent des techniciens afin de lever ces dérangements. Les techniciens commencent leur travail vers 20h20.

Entretemps, et afin de permettre la circulation des trains dans de telles situations, des procédures existent. Le conducteur doit dans tous les cas marquer l'arrêt au pied du signal fermé :

- en cas de signal automatique, tel le signal B222, le conducteur de train doit ensuite remplir son document M510 et il peut alors franchir le signal fermé en roulant en marche à vue jusqu'au pied du grand signal d'arrêt suivant;
- en cas de signal desservi, tel les signaux K.10 et KX.10, le conducteur doit alors contacter par téléphone le poste de signalisation afin de recevoir une autorisation de franchissement de la part de l'agent du poste de signalisation.

Les techniciens décident de commencer leur travail sur la voie A : le remplacement de fusibles ayant subi une surtension permet un retour à la normale du fonctionnement de la signalisation sur cette voie.

Les techniciens prennent contact avec le poste de signalisation de Flémalle (Block 7) vers 20h50 : après vérification, la voie A de la ligne 125 est parcourable sans restriction ni autorisation de franchissement.

Le remplacement de fusibles brûlés dans l'armoire du signal K.10 sur la voie B permet la levée du dérangement du circuit de voie correspondant un peu avant 22h00.

Le dernier circuit de voie en aval du signal B222 est toujours en dérangement sur la voie B avec, comme conséquence, l'aspect fermé du signal B222.

Vers 22h52, le train de marchandises E48535 arrive à hauteur du PANG d'Amay : le signal D.11 présente l'aspect «Double Jaune». Le conducteur entame un freinage et acquitte l'aspect restrictif du signal sur son équipement de bord : l'information restrictive du signal a été transmise par le crocodile associé au signal D.11 vers l'équipement Memor de la locomotive. L'aspect Double Jaune indique au conducteur que le signal suivant (le signal B222) est à considérer fermé.

Il continue de ralentir son train et l'arrête un peu en amont du signal suivant le B222 qui présente le rouge. Le conducteur remplit son document de bord, prend une photo du signal B222 et redémarre son train en marche à vue. Il franchit le signal B222 et roule à une vitesse d'environ 12 km/h vers le signal K.10.

Vers 23h01, le train de voyageurs E3820 arrive à hauteur du PANG d'Amay : le signal D.11 présente l'aspect «Double Jaune», indiquant au conducteur que le signal suivant (le signal B222) est à considérer fermé.

Le conducteur acquitte tardivement l'aspect restrictif du signal, c'est-à-dire après avoir dépassé le signal mais dans la fenêtre de 4 secondes autorisées réglementairement.

L'information restrictive du signal a été transmise par la balise TBL1+ associé au signal D.11 vers l'équipement TBL1++ de l'automotrice AM96.

Le conducteur n'a pas entamé de freinage : il poursuit son trajet à une vitesse d'environ 112 km/h.

Environ 50 mètres après le signal D.11, le train passe au-dessus d'une balise TBL1+ «OUT\_P44» : celle-ci a pour fonction d'émettre une information qui signale la sortie d'une zone TBL1+ et qui active la fonction «Memor-Crocodile» à bord du matériel roulant.

Le train E3820 arrive à hauteur du signal B222 à une vitesse de 112 km/h. Tel que prévu dans le fonctionnement de la signalisation, et conformément à l'aspect fermé du signal B222, le crocodile associé au signal n'émet pas de tension : le train E3820 dépasse le signal B222 fermé sans que le conducteur en soit averti par l'équipement à bord du train. Le train continue de rouler.

Au moment où le conducteur du train E3820 aperçoit probablement le signal de queue du train de marchandises, il entame un freinage d'urgence alors que le train roule à environ 118 km/h. Le train E3820 parcourt une distance d'environ 178 mètres avant d'entrer en collision avec l'arrière du train E48535 à une vitesse d'environ 88 km/h.

Le conducteur du train de marchandises ressent un choc dans son train : il lance l'alarme via l'équipement GSM-R de son train.

## 4.2. ANALYSE DES FACTEURS HUMAINS

Le facteur humain est la contribution humaine impliquée dans un événement, incluant l'erreur humaine. Celle-ci peut être provoquée volontairement ou involontairement.

L'étude «Facteurs Humains» concerne l'étude des raisons aboutissant à une erreur humaine. Elle a été réalisée avec l'aide d'une société d'expertise externe et implique l'étude des horaires de travail, des trajets de «reconstitution», interviews d'autres conducteurs et de divers responsables de l'entreprise ferroviaire.

Les caractéristiques de la vigilance du conducteur, de son niveau d'alerte et de ses éventuelles distractions ont été déduites indirectement par le biais d'interprétations des actions effectuées par le conducteur durant le trajet.

Selon l'étude réalisée, l'erreur humaine est dans le cas présent involontaire.

L'étude des facteurs humains porte sur les relations entre les individus et les systèmes avec lesquels ils interagissent, en se concentrant sur l'amélioration de l'efficacité, de la créativité, de la productivité et de la satisfaction au travail en vue de minimiser les erreurs.

Une mauvaise application des principes relatifs aux facteurs humains constitue l'un des aspects majeurs de la plupart des événements indésirables.

Ce domaine reconnaît que l'environnement de travail doit être conçu et organisé de façon à réduire la probabilité de survenue des erreurs ainsi que l'impact de ces dernières lorsqu'elles ont effectivement lieu. Il n'est pas possible de supprimer la faillibilité humaine mais il est nécessaire d'agir en vue d'en atténuer et d'en limiter les risques. Il convient de remarquer que l'étude des facteurs humains n'est pas aussi directement liée aux personnes que son nom pourrait le suggérer. Il s'agit plutôt de comprendre les limites humaines et de concevoir les environnements de travail et le matériel utilisé en tenant compte de la variabilité des professionnels et de leurs activités.

Il est important de savoir comment la fatigue, le stress, l'insuffisance de la communication, les interruptions de tâche ainsi que les connaissances et les pratiques inadéquates affectent le personnel car cela aide à comprendre les facteurs favorisants et/ou susceptibles d'être associés aux erreurs.

La façon dont les personnes traitent les informations constitue le fondement de l'étude des facteurs humains.

Un certain nombre de facteurs individuels affectent les performances humaines, prédisposant ainsi une personne à l'erreur. La fatigue et le stress constituent deux des facteurs ayant le plus grand impact.

Le conducteur impliqué assurait un service de garde durant le week-end. Il remplaçait un conducteur malade.

La grille horaire du conducteur (période du 01/05/2016 jusqu'au 05/06/2016) a été analysée à l'aide d'un outil «RFI» (Risk Fatigue Index). Selon ce calcul, le niveau de fatigue du conducteur n'était pas élevé.

Cependant, ce calcul Risk Fatigue Index est basé sur la grille des prestations du conducteur : il ne donne aucune indication sur le temps et sur la qualité du sommeil effectifs du conducteur, ni sur son niveau de stress.

Les actions du conducteur sur le système de veille automatique («pédale d'homme mort») montrent que le conducteur n'a pas subi de malaise ou d'endormissement prolongé durant sa prestation du jour de l'accident (3 trajets) mais cela ne donne aucune indication sur d'éventuels micro-sommeils.

L'étude des enregistrements des données des trains («boîtes noires») pour les trajets du jour de l'accident a révélé :

- divers pointages tardifs de signaux restrictifs, c.-à-d. dans les 4 secondes qui suivent le passage du train au pied du signal;
- l'intervention de freinages automatiques par le système TBL1+.

Nous en déduisons que le niveau d'alerte du conducteur ne devait pas être optimal.

La capacité de l'être humain à se laisser distraire lui permet de remarquer les événements anormaux. Cette capacité lui permet de reconnaître et de faire face aux situations rapidement et d'ainsi s'adapter à la nouvelle situation et à la nouvelle information.

Cependant, cette même capacité de distraction prédispose également aux erreurs. En effet, en cas de distraction, il existe un risque de ne pas être attentif aux aspects les plus importants d'une tâche ou d'une situation. Les distractions peuvent être nombreuses et diverses : extérieures à l'individu (travaux dans la voie, ...) ou provenant de l'individu même (GSM, tablette multimédia, boisson, journal, musique,...).

Concernant l'accident, aucun appel via le GSM de service ou le GSM-R n'a été effectué aux moments de ces pointages tardifs ou interventions TBL1+. Le GSM privé du conducteur a été saisi par la Justice : il n'a pu être analysé par l'OE. L'activité avec le GSM est difficilement mesurable, en effet les activités peuvent être dues à une mise à jour, le conducteur peut également utiliser le GSM hors ligne pour regarder des photos, regarder des vidéos préalablement téléchargées, pour écouter de la musique,...

Aucune autre source potentielle de distraction n'a été notée. Cependant, la question concernant l'usage des GSM a été soulevée par les experts lors des interviews avec divers conducteurs. Les conducteurs connaissent l'interdiction d'utilisation du GSM dans le poste de conduite mais reconnaissent que parfois la règle n'est pas strictement respectée.

Le cerveau peut également jouer des tours en appréciant mal la situation et, partant, en contribuant à la survenue d'erreurs. Une mauvaise appréciation de la situation constitue, quelles que soient les bonnes intentions, l'une des principales raisons pour lesquelles les décisions et les actions peuvent être entachées d'erreur et conduire à des erreurs, indépendamment du niveau d'expérience, de l'intelligence, de la motivation ou de la vigilance.

Des trajets «reconstitution» ont été effectués de jour et dans l'obscurité sur la ligne 125 entre Namur et Flémalle et des interviews ont été menées avec des conducteurs parcourant régulièrement la ligne et/ou roulant sur le matériel impliqué.

Le poste de conduite de l'automotrice AM96 offre une bonne visibilité sur les signaux.

Le signal avertisseur (signal D.11 rencontré Double Jaune par le conducteur), situé à l'extrémité du quai de Amay, est correctement visible à 250 mètres au lieu de 300 mètres. Dans l'obscurité, la saillance du signal D.11, qui présentait le Double Jaune, est également diminuée par l'éclairage jaunâtre émis par les lampes du quai de Amay.

La distance de visibilité du signal laisse au conducteur le temps d'appliquer les gestes-métier attendus (freiner, pointer et poursuivre la mission de freinage).

Les habitudes de réaction d'un conducteur face à un signal restrictif peuvent subir des déviations par rapport à la règle et aux bonnes pratiques en adoptant une conduite réactive et en pointant régulièrement tardivement.

La conséquence d'un pointage tardif est que le signal n'est plus visible au moment du pointage. Dans ce cas, le témoin lumineux du système d'aide à la conduite (Memor / TBL1++) situé sur la gauche dans le poste de conduite délivre une information de mission restrictive imposée par la signalisation et devrait permettre au conducteur de ralentir le train et de porter son attention sur le signal suivant.

L'expérience des conducteurs sur cette ligne entretient les attentes face aux aspects que présentent habituellement les signaux en fonction de l'horaire se trouvant sur son trajet. Ces attentes conditionnent le schéma mental dans lequel se trouve le conducteur d'une façon telle qu'un signal présentant un aspect inattendu dans ce schéma (Double Jaune en place d'un vert) ne remet pas en question le schéma ancré.

Le signal B222 (rouge) est correctement visible et sa saillance est bonne malgré l'environnement lumineux urbain.

Le problème, c'est que la saillance d'une information située en dehors du cadre de la représentation en cours (c'est-à-dire «impensable» ou saugrenue dans son contexte) est très faible. La capacité d'un signal, même «objectivement» très fort, à déstabiliser une représentation erronée est donc très faible.

Une représentation reste stable aussi longtemps que les actions qu'elle induit contribuent à créer une réalité qui peut être perçue comme cohérente avec les attentes qu'elle génère.

Il est possible, contre toute évidence, de maintenir par «biais de confirmation» une représentation de la situation qui ne concorde pas avec la réalité, en évacuant l'information contradictoire, et en mettant en valeur tout ce qui permet de confirmer la représentation mentale en cours. C'est l'exemple d'une porte que l'on s'acharne en vain à pousser : «Elle doit être dure, ou coincée, ou fermée à clé, ou ...», pour finalement prendre conscience que cette porte s'ouvre en la tirant. L'acteur joue «dans le mauvais film», mais ne s'en aperçoit pas.

Le conducteur n'a pas entamé de freinage à l'approche du signal B222 qui présentait l'aspect fermé.

Le matériel roulant est équipé du système d'aide à la conduite Memor/TBL1++ : le pupitre de commande est équipé de voyants et de boutons poussoirs à presser selon les aspects présentés par les signaux rencontrés, et les actions du conducteur sur ce système sont enregistrées.

Le signal avertisseur D.11 (double jaune) est équipé du système d'aide à la conduite TBL1+.

Le signal B222 n'est pas équipé du système TBL1+ mais du système Memor.

Du point de vue de l'aide à la conduite, cela signifie que la vitesse du train n'est ni contrôlée en amont du signal B222, ni au droit du signal B222.

La conduite sous TBL1+ peut induire un faux sentiment de sécurité, donnant aux conducteurs le sentiment qu'un «filet de sécurité TBL1+» est présent sur l'ensemble du trajet et que le train s'arrête en cas de dépassement de signal.

Cependant, le système TBL1+ n'équipe pas l'intégralité des signaux : les plans schématiques de signalisation<sup>40</sup> reprennent cette information mais les conducteurs ne peuvent pas et ne doivent pas connaître, selon la SNCB, quels sont les signaux équipés de TBL1+ et ceux qui ne le sont pas.

En effet, les règles de conduite ne changent pas selon l'équipement TBL1+ ou Memor du signal :

- la vitesse du train doit être inférieure à 30 km/h au plus tard 250 mètres en amont d'un signal fermé (rouge);
- lorsque le train approche d'un signal présentant l'aspect Double Jaune (qu'il soit équipé de TBL1+ ou de Memor), le conducteur doit entamer un freinage, pointer sa vigilance sur l'équipement de bord et poursuivre ensuite la mission restrictive imposée par le signal;
- les conseils délivrés dans le HLT II.B.1 sont indépendants de l'équipement TBL1+ ou Memor du signal (cf. 3.3).

### **Conclusion**

De nombreuses études en psychologie ont montré depuis longtemps que l'attention est un processus limité en ressources et dans le temps (James, W. 1890). De ce fait, l'attention ne peut être soutenue durant toute une journée de travail (Coblentz et col. 1993 ; Edkins 1997 ; Stroh 1971) et les conducteurs de train, comme tout opérateur, sont soumis à des déficits d'attention plus ou moins longs.

Cet accident nous apprend une nouvelle fois que l'oubli, la confusion, distraction, le stress ou la fatigue sont des facteurs suffisants à générer une catastrophe.

L'accident montre également, comme dans le cas de l'accident à Wetteren, qu'il est possible pour un conducteur d'acquitter un signal de manière «automatique» sans déclencher d'action particulière.

La récupération, telle qu'elle est conçue, peut être mise en défaut.

D'une part, l'acquittement d'un signal n'est pas synonyme de perception directe du signal, ni de l'adoption du comportement adapté.

D'autre part, le Memor et le deuxième signal ne sont pas suffisants pour récupérer la première défaillance. Et cela d'autant plus que leur fonctionnement en tant que barrière de récupération a été mis à mal par l'échec du principe de sécurité initial (la perception du signal avertisseur).

La gestion des facteurs humains passe par l'application de techniques proactives visant à réduire les risques d'erreurs ou de presqu'accidents et à en tirer les enseignements qui s'imposent.

Aucune étude n'a été réalisée par l'entreprise ferroviaire pour étudier l'impact sur les conducteurs d'une conduite alternativement sur TBL1+ et Memor.

Ce type d'étude pourrait permettre de déterminer des actions :

- augmenter les compétences en suivant une progression, partant d'une première action de sensibilisation en passant par des sessions de formation et de formation-action;
- mettre en place une organisation Facteurs Humains, s'appuyant sur un certain nombre de dispositifs (support de Retour d'EXpérience) internes;
- mettre en cohérence les décisions et les actions de management avec les orientations et «attitudes» Facteurs Humains afin de développer, apprécier et faire vivre durablement la culture de sécurité.

## 4.3. ANALYSE DES SGS

Le système de gestion de la sécurité (SGS) est un processus systématique, explicite et global de gestion des risques pour la sécurité. Il assure une approche bien ciblée de la sécurité et comprend un processus clair pour l'établissement d'objectifs, la planification et la mesure de l'efficience de ces processus.

Intégré à l'organisation, il entre dans la culture de celle-ci et dans la manière de travailler du personnel de tous les niveaux hiérarchiques.

### 4.3.1. SGS D'INFRABEL : GESTION DES RISQUES

#### 4.3.1.1. RÉDUCTION DES RISQUES LIÉS À LA MARCHE DES TRAINS

La sécurité de la marche des trains repose pour une bonne part, sur le respect, par le conducteur, des indications des signaux implantés le long des voies (par exemple, s'arrêter devant un signal fermé (rouge)).

Plusieurs méthodes sont étudiées et mises en place par le secteur ferroviaire afin de réduire les risques liés à la circulation des trains.

Il est important de ne pas laisser reposer l'entièreté de la responsabilité de la sécurité de l'exploitation ferroviaire sur la fiabilité des conducteurs de trains. Si cette dernière est très élevée, il est indispensable de parer aux cas de défaillance. Divers moyens sont envisagés par le secteur ferroviaire, tant d'un point de vue organisationnel («Planifier sans conflit») que par des moyens techniques (systèmes ATP/ATC)<sup>41</sup>.

##### **Planifier sans conflit**

Si l'arrêt d'un train devant un signal fermé fait partie de la régulation courante du trafic ferroviaire, diverses réflexions et démarches tentent de diminuer le nombre de signaux fermés présentés aux conducteurs. «Planifier sans conflit» est un de ces principes de planification encore à l'étude. Réduire le nombre de signaux fermés diminue la probabilité qu'un signal fermé soit dépassé. Infrabel étudie ce type de planification, notamment au travers d'échanges avec ProRail<sup>42</sup>.

##### **Systèmes TBL1+ & ETCS**

Depuis de nombreuses années, le secteur ferroviaire a instauré divers systèmes destinés à pallier les erreurs humaines par des interventions automatiques de systèmes afin de sécuriser la marche des trains (ex : un freinage d'urgence).

Le European Train Control System (ETCS) est un de ces systèmes de contrôle automatique des trains. Il fonctionne au moyen de balises dans la voie (Eurobalises) et d'un système informatique dans le poste de conduite du train. L'ETCS répond aux critères d'interopérabilité définis par les directives européennes et les spécifications techniques d'interopérabilité (STI). Développé depuis le milieu des années 90, des lignes en Europe sont équipées de l'ETCS 1 dès la fin des années 90 et début des années 2000.

En 2005, la décision de se lancer dans l'installation de systèmes ETCS sur des lignes conventionnelles est retardée, et l'installation de ce système de contrôle automatique des trains ETCS passera par l'étape intermédiaire de l'installation d'un système d'aide à la conduite, le système TBL1+. Ces décisions sont avalisées par le Conseil d'Administration en février 2006.

S'il permet de réduire le risque d'atteinte du point dangereux (protégé par un signal fermé), le système TBL1+ quant à lui n'effectue pas de contrôle permanent de la courbe de vitesse.

41 ATP = Automatic Train Protection - ATC = Automatic Train Control.

42 ProRail = gestionnaire de l'infrastructure aux Pays-Bas.

Ces systèmes agissent donc tant sur la fréquence de l'événement redouté que sur la limitation de la gravité en cas de survenance.

L'installation de la TBL1+ permet de palier les inconvénients de l'installation de l'ETCS en fonction des spécificités du réseau d'Infrabel : les coûts, les délais de réalisation, les réductions de capacité en ligne et en gare.

Certes, la synergie amenée par l'utilisation de matériel commun (Eurobalises dans les 2 systèmes (ETCS et TBL1+)) représente une économie. Mais la couverture décidée par Infrabel dans le cadre du système TBL1+ (c.-à-d. le nombre de signaux équipés de ce système) ne couvre pas la totalité des signaux qui devront être équipés de balises pour le système ETCS.

L'objectif général du gestionnaire d'infrastructure est de réduire de 75% l'atteinte du point dangereux lors d'un dépassement de signal fermé. Sur base d'un calcul d'une couverture d'efficacité pour atteindre l'objectif, Infrabel a estimé qu'il y avait lieu d'équiper environ 7500 signaux sur les ± 10705 signaux équipant le réseau.

Pour définir les règles de priorité, Infrabel a divisé les installations (7500 signaux) en 3 catégories :

- Catégorie 1 : les signaux commandés en PLP au 01/04/2007;
- Catégorie 2 : les signaux dont la commande deviendra PLP entre le 01/04/2007 et le 31/12/2012;
- Catégorie 3 : les signaux dont la commande restera réalisée par relais après le 31/12/2012.

Le scénario proposé par Infrabel est le suivant :

- les signaux de la catégorie 1 (30% des 7500 signaux) seront équipés en donnant priorité à ceux qui contribuent le plus à l'augmentation de la sécurité;
- les signaux de la catégorie 2 (37% des 7500 signaux) seront équipés au fur et à mesure de leur modernisation en PLP;
- les signaux de la catégorie 3 (33% des 7500 signaux) seront équipés de TBL1+ au fur et à mesure des possibilités.

Le but du gestionnaire est de rehausser significativement le niveau de protection, même en limitant le nombre de signaux équipés chaque année, à condition d'équiper en priorité les signaux parcourus par le trafic le plus intense.

C'est pourquoi, en juin 2006, une estimation du risque est établie pour l'ensemble des nœuds ferroviaires du réseau afin de déterminer les signaux qui contribueront le plus à l'augmentation de la sécurité. Pour chacun, la probabilité d'atteinte du point dangereux lors d'un dépassement de signal est calculée.

Infrabel estime qu'il y a lieu d'équiper les 135 premiers nœuds ferroviaires de la liste, afin d'atteindre l'objectif de réduction de 75 % d'atteinte du point dangereux en cas de SPAD.

Le nœud ferroviaire d'Hermalle-sous-Huy se trouve en position 235 et il ne fait pas partie des nœuds à équiper.

En 2010, suite à l'accident de Buizingen, le gestionnaire d'infrastructure a décidé de réaliser une nouvelle étude par un groupe de travail interne. L'objectif de cette analyse porte sur l'équipement éventuel des signaux non encore équipés par des balises TBL1+.

A cette fin, une analyse de risques (risque lié au dépassement de signal et à l'atteinte du point dangereux) a été réalisée pour chaque catégorie de signaux.

Le but est de reprendre la classification des différents signaux et d'évaluer le risque pour chaque catégorie afin de pouvoir justifier leur équipement ou non.

L'ordre de priorité dans l'équipement des signaux par les balises TBL1+, au sein d'une même catégorie, n'entre pas en ligne de compte.

18 catégories de signaux ont été identifiées par le groupe de travail.

Selon les informations contenues dans les documents reçus d'Infrabel, les six premières catégories correspondent au choix effectué en 2006 d'équiper prioritairement les signaux de balise TBL1+.

Les résultats de l'analyse de risque du groupe de travail sont :

- le top 4 des catégories de signaux (catégorie 1 à 4) est identique aux projets d'équipements décidés par la direction Infrastructure de 2006;
- la catégorie 5 est une sous-catégorie de la catégorie 12;
- la catégorie 12 (incluant 5) qui suit le top 4 concerne les signaux non desservis en voie normale (tel que le B222)

Le groupe de travail estime que cette catégorie pourrait également être envisagée pour l'équipement en TBL1+ mais que cela représenterait un nombre trop élevé de signaux à équiper.

L'avis est donc de ne pas équiper de catégories supplémentaires, les catégories 5 et 6 n'étant à équiper que pour couvrir un risque propre à l'utilisation de la TBL1+ c'est-à-dire éviter au maximum la pose de balise «out P44». Si le train ne reçoit pas le signal d'une de ces balises, le système à bord du train ignorera toutes les informations fournies par le crocodile des signaux non équipés TBL1+ qui suivent, puisque la réactivation de leur lecture n'aura pas lieu.

Le signal B222 est un grand signal d'arrêt automatique (non desservi) avertisseur du signal K10. Pour la catégorie 5 dont fait partie le signal B222, le risque a été estimé sur base que le signal est pratiquement toujours au passage et que le dépassement du point dangereux a une valeur faible.

Le point dangereux considéré est le train dans la section aval : le train est régulièrement en mouvement et non à l'arrêt; en conséquence le rattrapage est peu probable.

Depuis le début de l'installation de la TBL1+ sur son réseau, Infrabel communique entre autres sur l'état de protection par le système TBL1+ de son réseau en termes de «couverture d'efficacité» : il s'agit du pourcentage de signaux équipés du système TBL1+ (100% étant l'ensemble des 135 noeuds listés en 2006).

Cette communication a entraîné une certaine confusion : les 99,9% de couverture d'efficacité ne correspondant ni à 99,9% de réduction de risque d'atteinte du point dangereux amenés par l'installation du système TBL1+, ni à l'équipement de 99,9% par la TBL1+ de l'ensemble des signaux du réseau géré par Infrabel.

## 4.3.2. SGS DE LA SNCB : GESTION DES COMPÉTENCES

### 4.3.2.1. FORMATION

L'enquête ayant mis en évidence que le conducteur du train de voyageurs n'a pas agi de manière adéquate lors du passage aux signaux D.11 et B222, le processus de formation a été analysé en s'attachant plus spécifiquement à l'attention porté à la signalisation et aux actions à entreprendre suite à l'aspect restrictif des signaux<sup>43</sup>.

Après le recrutement au cours duquel la société CPS utilise des tests reconnus (CEBIR) permettant d'évaluer diverses caractéristiques des candidats (rapidité de réactions, aptitude à discerner des informations utiles parmi un ensemble d'autres, mémoire à court et long terme, aptitude à conserver un niveau d'attention et d'alerte élevé durant un long travail monotone), le processus de formation par la SNCB insiste sur l'attention à porter à la signalisation et au traitement (gestes-métier) des conducteurs face à l'aspect des signaux.

Si les gestes-métier sont effectivement enseignés de façon à les ancrer dans les habitudes de travail des conducteurs, il ressort de l'analyse de la documentation que la réglementation, les procédures et les règles des gestes-métier sont inscrites à divers chapitres et annexes dans le HLT. Si cet «éparpillement» peut ne pas avoir d'influence sur l'insistance et répétitions réalisées durant la formation des conducteurs, il n'en reste pas moins qu'il n'aide ni les conducteurs à avoir un référentiel documentaire clair à utiliser, ni l'encadrement direct à y référer lors du suivi des conducteurs.

### 4.3.2.2. SUIVI DES CONDUCTEURS

Au travers de l'étude des facteurs organisationnels, des différences d'évaluation ont pu être décelées entre le point de vue de la hiérarchie d'une part et le point de vue du team-manager et le superviseur du conducteur (son encadrement direct) d'autre part.

Le point de vue de la hiérarchie fait part d'un conducteur avec un historique d'incidents à taux de répétition relativement élevé, pour lesquels une amélioration du style de conduite n'avait pas été constatée malgré les mesures prises. Dans le cadre de l'enquête et analyse de l'accident par cette hiérarchie, la SNCB a par ailleurs mis en évidence que l'existence de deux documents de surveillance n'aide pas à un suivi optimal des conducteurs.

L'encadrement direct quant à lui considère plutôt que l'historique des incidents et irrégularités constatées pour le conducteur du train 3820 n'est pas «exceptionnellement chargé» et ne nécessite ni une vigilance supplémentaire ni d'autres mesures que celles qui ont été prises vis-à-vis du conducteur.

Cet encadrement direct est constitué des responsables des dépôts : en contact direct avec les conducteurs pour le travail journalier, ils doivent également prendre les mesures vis-à-vis des conducteurs en cas d'incident et d'irrégularités constatées, entre autres, par d'autres organes de surveillance. Cette double position pourrait constituer une source de difficultés dans la prise de mesures à l'encontre des conducteurs.

Le cycle Plan-Do-Check-Act de la surveillance ne semble donc pas être le cercle parfait : une surveillance est effectivement exercée et elle est bien suivie de mesures mais il existe une insuffisance d'appréciation des effets des mesures prises.

Des directives et procédures de même qu'un soutien de la hiérarchie centrale de la SNCB manquent dans l'application des mesures prises dans le cadre de cette surveillance.

<sup>43</sup> Le processus de formation dans son ensemble a été analysé dans le cadre de l'enquête sur le déraillement survenu à Buizingen en septembre 2015 : nous renvoyons le lecteur au rapport d'enquête publié dans ce cadre.

### **Utilisation d'appareils multimédia**

Il est établi que l'utilisation d'appareils multimédia privés (dont smartphone) durant la conduite est une source de distraction importante (ceci ayant également été mis en évidence dans d'autres modes de transport) : les règles de l'entreprise ferroviaire en interdit l'usage pendant la conduite.

D'entretiens avec des conducteurs, il ressort que cette règle n'est pas toujours respectée. La hiérarchie de la SNCB rapporte qu'il s'agit effectivement d'un problème pour lequel des solutions techniques sont difficiles à mettre en œuvre étant donné que des appareils de ce type sont également utilisés par les conducteurs dans le cadre de leur travail (mais en dehors des moments critiques de la conduite) : GSM-R, GSM de service, tablette IDA du conducteur.

### **Conduite sur TBL1+**

Des interviews de conducteurs réalisées dans le cadre de cette enquête, il ressort que la terminologie «couverture d'efficacité» utilisée par Infrabel dans sa communication a créé une certaine confusion dans le chef de conducteurs.

Des conducteurs de trains, bien que disposant des plans schématiques de signalisation fournis par Infrabel aux entreprises ferroviaires, semblent avoir intégré le chiffre de 99,9% comme un indice absolu de couverture. Ils ont pu développer un faux sentiment de sécurité apporté par le «filet de sécurité TBL1+» qui rattraperait potentiellement tout dépassement de signal.

Ce sentiment est conforté chez certains conducteurs entrés en service plus récemment et qui ont donc toujours roulé avec le système TBL1+ installé : il semble que les habitudes de conduite puissent être différentes de celles de conducteurs plus anciens ayant roulé sur Memor, voire sur Gong-Sifflet (ces deux systèmes ne disposant pas de freinage automatique d'urgence en cas de dépassement d'un signal fermé, ni de contrôle de la vitesse à 300 mètres en amont du signal fermé). Certains conducteurs plus récemment entrés en service s'appuieraient davantage sur le rappel de certains aspects de la signalisation par le système TBL1+ à bord des trains.

Ceci constitue une déviation par rapport aux prescriptions : tout conducteur doit observer la signalisation latérale et respecter les règles du HLT.

Certaines situations constitueraient un piège pour certains conducteurs qui se seraient habitués à attendre le «rappel par le système» : ceci vaut pour le cas où un signal n'est pas équipé de TBL1+, mais également pour des aspects restrictifs d'un signal (ex: Vert Jaune Horizontal).

## 4.4. CONCLUSIONS

Suite à des orages intervenus le 5 juin 2016 vers 19h, un impact de foudre au sol à proximité de la ligne 125 à hauteur de Hermalle-sous-Huy cause des dérangements à la signalisation qui nécessitent l'intervention de techniciens.

Plusieurs dérangements sont levés mais subsiste notamment le dérangement d'un circuit de voie de la voie B de la ligne 125, avec comme conséquences que :

- le signal B222 protégeant la section concernée conserve l'aspect fermé de façon continue;
- le signal D.11, en amont du B222 et ayant une fonction «avertisseur», présente le double jaune (DJ).

L'étude technique et l'étude des bandes d'enregistrements des trains confirment l'aspect des deux signaux.

Les diverses études et analyses ont permis d'établir le scénario le plus probable.

Le conducteur du train de voyageurs :

- a acquitté l'aspect Double Jaune du signal D.11 mais n'a pas entamé de réduction de la vitesse;
- n'a pas marqué l'arrêt au pied du signal B222, dépassant le signal à une vitesse d'environ 112 km/h.

Le conducteur a initié un freinage d'urgence après avoir dépassé le signal B222 fermé, à environ 178 mètres de l'arrière du train de marchandises, ce qui n'a pas permis d'éviter la collision : la vitesse du train de voyageurs au moment du choc est d'environ 88 km/h.

C'est un nouvel échec du principe de sécurité qui veut que les conducteurs respectent les signaux, les interprètent et adoptent le comportement attendu. Cet accident, comme dans le cas de l'accident de Wetteren, montre qu'il est possible pour un conducteur d'acquitter un signal de manière «automatique» sans déclencher d'action particulière au niveau de la conduite.

### 4.4.1. CAUSE DIRECTE

La collision par rattrapage est due au dépassement d'un signal présentant l'aspect fermé suite à l'absence de freinage par le conducteur du train de voyageurs.

### 4.4.2. FACTEURS INDIRECTS

#### 4.4.2.1. FACTEUR INDIRECT 1: CONDITIONS LIÉES À LA PERSONNE

L'attention du conducteur n'était probablement pas optimale au moment de l'accident.

De nombreuses études en psychologie ont montré depuis longtemps que l'attention est un processus limité en ressources et dans le temps (James, W. 1890). De ce fait, l'attention ne peut être soutenue durant toute une journée de travail (Coblentz et col. 1993 ; Edkins 1997 ; Stroh 1971) et les conducteurs de train, comme tout opérateur, sont soumis à des déficits d'attention plus ou moins longs.

L'oubli, la confusion, distraction, le stress ou la fatigue sont des facteurs suffisants à générer une catastrophe.

Dans le cas présent, selon l'étude des facteurs humains, l'oubli, la confusion et la fatigue peuvent probablement être éliminés.

Au passage d'un signal vert ou d'un signal restrictif, il est demandé au conducteur de réaliser un geste métier c'est-à-dire réaliser l'acquittement en appuyant sur un bouton.

Le conducteur a bien acquitté le signal D.11 mais de façon tardive.

Le déficit d'attention, la distraction pourraient expliquer le pointage tardif du conducteur.

La conséquence d'un pointage tardif est que le signal n'est plus visible au moment du pointage, pouvant réduire l'impact de l'aspect restrictif présenté par le signal.

Le caractère monotone du trajet ainsi que les habitudes et les attentes du conducteur sont des facteurs de risques pour que l'attention du conducteur ne se porte pas sur l'aspect des signaux mais que ces facteurs, au contraire, conditionnent le schéma mental du conducteur et influencent son interprétation des signaux rencontrés. Selon les témoignages recueillis par les experts auprès de conducteurs pratiquant la ligne concernée, le signal B222, grand signal d'arrêt non desservi, présente de façon générale un aspect vert à cette heure tardive.

Les vérifications du GSM-R et du GSM de service effectuées permettent de conclure que le conducteur ne les utilisait pas au moment de l'accident. Le GSM privé du conducteur a été saisi par la Justice. Il n'a pas été possible pour l'OE d'opérer des vérifications sur cet appareil privé. Il n'a pas été possible de localiser avec précision le GSM au moment de l'accident.

Actuellement, aucun élément ne permet de conclure que le conducteur était ou non distrait par un appareil multimédia.

Mais de façon générale, ces appareils multimédia constituent une source potentielle de distraction pas seulement au niveau ferroviaire mais également au niveau routier. De nombreuses campagnes publicitaires rappellent les risques liés à l'envoi de SMS, à l'utilisation du GSM au volant. Les distractions liées à l'utilisation d'appareil multimédia sont sources de nombreux accidents routiers.

L'entreprise ferroviaire SNCB interdit l'utilisation de GSM et appareils multimédia privés durant la conduite. Il ressort des interviews réalisés par la société d'expertise externe que cette règle n'est pas toujours respectée. Des contrôles sont effectués par l'entreprise ferroviaire sur le terrain mais l'entreprise est rapidement limitée par le respect de la vie privée des conducteurs de train.

Une solution technique est recherchée par l'entreprise ferroviaire mais la mise en place d'un brouilleur de GSM n'est pas envisageable : le conducteur doit pourvoir continuer d'utiliser le GSM de travail et le GSM-R en cas de nécessité.

La prévention par la responsabilisation du personnel de conduite joue donc un rôle prépondérant. Lors des dernières réunions de concertation, l'autorité nationale de sécurité sensibilise les entreprises ferroviaires aux risques de l'utilisation des GSM.

### **Recommandation**

**L'OE recommande à l'entreprise ferroviaire de poursuivre ses investigations et contrôles pour éviter les distractions lors de la conduite.**

#### **4.4.2.2. FACTEUR INDIRECT 2 : DESIGN**

Durant la séquence opérationnelle, le conducteur du train de voyageurs arrive à la hauteur du signal D.11 présentant l'aspect «Double Jaune» qui indique au conducteur que le signal suivant (le signal B222) est à considérer fermé. Le conducteur acquitte tardivement l'aspect restrictif du signal, c'est-à-dire après avoir dépassé le signal mais dans la fenêtre de 4 secondes autorisée. Au-delà des 4 secondes, un freinage d'urgence aurait été enclenché.

Le franchissement d'un signal présentant un aspect restrictif se traduit dans le poste de conduite par l'allumage de l'indicateur lumineux de mémorisation jaune.

La fonction de mémorisation de la lampe jaune dans le poste de conduite n'est pas suffisante pour permettre au conducteur de se rendre compte qu'il roule vers un signal fermé (B222 présentant le rouge).

Le conducteur franchit indûment le signal B222 équipé du système Memor.

Le but du système MEMOR est d'obtenir, par la présence d'un dispositif d'assistance et de surveillance de la conduite, une réduction des risques liés à un éventuel relâchement de la vigilance du conducteur. Avec le système MEMOR, aucune alerte n'est prévue pour avertir le conducteur de son franchissement et lui permettre d'effectuer un freinage d'urgence. C'est l'absence de signal sonore qui est censée «alerter» le conducteur du dépassement.

Le Memor n'est pas conçu non plus pour déclencher un freinage d'urgence en cas de dépassement du signal, contrairement à un système ATP/ATC<sup>44</sup>.

#### 4.4.3. FACTEURS SYSTÉMIQUES

##### 4.4.3.1. FACTEUR SYSTÉMIQUE 1 : APPRENTISSAGE ORGANISATIONNEL

Malgré que le respect de la signalisation soit une règle martelée au cours de la formation et lors du suivi des conducteurs, les habitudes de réaction d'un conducteur face à un signal restrictif peuvent subir des déviations par rapport à la règle et aux bonnes pratiques : certains conducteurs adoptent une conduite plus réactive, et vigilent régulièrement de façon tardive.

Lors des interviews avec des conducteurs, les experts de l'entreprise externe ont mentionné que les habitudes de conduite de certains conducteurs plus récemment entrés en service ne sont pas similaires à celles de conducteurs ayant roulé sur d'autres systèmes (Memor, Gong-Sifflet) : ils auraient tendance à s'appuyer davantage sur le rappel de certains aspects de la signalisation par le système TBL1+ à bord des trains. Ceci constitue une déviation par rapport aux prescriptions : tout conducteur doit observer la signalisation latérale et respecter les règles définies par l'entreprise et reprises dans le HLT.

Le système TBL1+ est un système d'aide à la conduite, et non un système automatique de contrôle des trains.

Des contrôles via l'analyse des bandes d'enregistrement sont effectués par l'entreprise ferroviaire. Cependant, il n'est pas possible de contrôler l'ensemble des trajets journaliers effectués.

##### Recommandation

**L'OE recommande à l'entreprise ferroviaire de poursuivre la sensibilisation et responsabilisation des conducteurs de trains quant aux risques engendrés par le non-respect des règles de conduite.**

#### 4.4.3.2. FACTEUR SYSTÉMIQUE 2 : MONITORING

Après l'accident de Buizingen en 2010, les deux entreprises Infrabel et SNCB ont déposé un plan d'équipement accéléré du système TBL1+ au niveau de l'infrastructure et au niveau du matériel. Infrabel communique sur l'état de protection de son réseau par le système TBL1+ entre autres en termes de «couverture d'efficacité». Cette communication a pu entraîner de la confusion : les 99,9% de couverture d'efficacité ne correspondent ni à 99,9% de réduction de risque d'atteinte du point dangereux amenés par l'installation du système TBL1+, ni à l'équipement en TBL1+ de 99,9% de l'ensemble des signaux du réseau d'Infrabel.

Pourquoi le signal B222 n'est-il pas équipé ?

Infrabel travaille en deux phases pour sécuriser le réseau :

- la première consiste en un déploiement rapide (4-5 ans) de la TBL1+ sur 75% des signaux, et
- la seconde phase consiste en un équipement du réseau en ETCS.

##### Première phase

Le système TBL1+ n'est pas installé sur l'ensemble des signaux du réseau.

L'objectif du gestionnaire est de réduire de 75% l'atteinte du point dangereux lors des dépassements des signaux.

Pour décider d'équiper ou non un signal de l'équipement en TBL1+ des signaux, Infrabel s'est basé sur une analyse de risques.

Dans l'analyse de risque de 2010, diverses hypothèses ont été retenues pour déterminer si un type de signal devait ou non être équipé. Infrabel a travaillé par catégorie de signaux.

Pour la catégorie (5) dont fait partie le signal B222, le risque a été estimé sur base que le signal est pratiquement toujours au passage et que le dépassement du point dangereux a une valeur faible. Le point dangereux considéré est le train dans la section aval, le train est régulièrement en mouvement et non à l'arrêt; en conséquence le rattrapage est peu probable.

Le niveau de risque estimé était relativement faible et la catégorie dont fait partie le signal ne devait pas être prioritairement équipé de la TBL1+.

C'est l'inverse qui s'est produit le jour de l'accident, le signal n'était pas au passage et le train dans la section aval avait marqué l'arrêt<sup>45</sup>.

*«Un événement n'est perçu comme un risque que dans la mesure où il peut avoir un impact (en principe négatif) sur l'atteinte d'un objectif que l'on cherche à réaliser. L'appréciation d'un tel impact est subjective. Il est quelques fois impossible de juger a priori de la gravité d'un accident potentiel tant le nombre de paramètres intervenant dans les résultats est important.»<sup>46</sup>*

L'analyse des risques a ses limites.

L'analyse est basée sur une analyse des dépassements de signaux survenus dans le passé.

*«L'analyse des risques s'appuie souvent empiriquement sur des événements passés et projette les résultats dans l'avenir. Les analyses de risques illustrent l'effort en vue de répertorier les défis futurs et de rendre gérables les incertitudes. Elles essaient, au moyen d'une méthode choisie, de calculer systématiquement et de systématiser les risques potentiels»<sup>47</sup>*

Le signal B222 ne faisait pas partie des signaux à équiper prioritairement et n'intervenait pas pour atteindre l'objectif que s'est fixé Infrabel, à savoir une réduction de 75% d'atteinte du point dangereux lors des dépassements des signaux.

Le tronçon de ligne «Ampsin – Haute-Flône» concerné dans l'accident dont fait partie le signal B222 est un tronçon «Tout-Relais» qui devait être modernisé en PLP et les signaux du tronçon équipés du système TBL1+.

<sup>45</sup> Lors de la collision, le train de marchandises avait redémarré et roulait à vitesse très faible ( $\pm 12 \text{ km/h}$ ).

<sup>46</sup> <http://www.qse-france.com/les-points-forts-et-les-limites-des-outils-d-analyse-des-risques>

<sup>47</sup> <http://www.css.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/gess/cis/center-for-securities-studies/pdfs/CSS-Analysen-104-FR.pdf>

Le signal B222 un signal non desservi ce qui nécessitait un nouveau câblage pour permettre l'installation de la TBL1+ et était amené à disparaître dans le cadre de la nouvelle configuration PLP<sup>48</sup>.

L'installation de la PLP est réalisée par des entreprises externes et nécessite de réaliser des marchés publics.

Selon les interviews réalisées, la procédure de marchés publics a bien été réalisée dans le cadre de l'installation de la PLP sur la ligne 125 mais, tel que autorisé par la procédure, un soumissionnaire a contesté l'octroi du marché à un concurrent, ce qui a entraîné des retards dans la reprise en PLP du tronçon de ligne.

En juillet 2014, une note est publiée par Infrabel suite au non-respect du planning de certaines reprises en PLP d'installations «Tout-Relais» : ceci entraînerait en conséquence un retard dans le déploiement TBL1+.

La note stipule qu'Infrabel décide d'équiper quand-même la TBL1+ sur certaines installations «ToutRelais» qui seront reprises ultérieurement en PLP, mais dans un déploiement «minimum» dont fait partie le tronçon de ligne «Ampsin – Haute-Flône». Il s'agit d'une situation transitoire, de quelques années au maximum, avant reprise en PLP.

Le signal B222 ne faisait pas partie des signaux répondant au déploiement « minimum ».

En résumé, le signal B222 n'a pas été équipé pour les diverses raisons :

- le niveau de risque estimé par la méthode utilisée était relativement faible et la catégorie dont fait partie le signal ne devait pas être prioritairement équipé de la TBL1+;
- le signal ne participait pas à atteindre l'objectif défini par le GI de réduire de 75% l'atteinte d'un point dangereux lors d'un dépassement de signal;
- le retard dans le planning de modernisation du tronçon de la ligne en PLP;
- la décision d'Infrabel d'installer la TBL1 + sur le tronçon «Tout relais» sans attendre l'installation de la PLP mais via un déploiement minimum;
- le signal B222 est un signal non desservi qui nécessitait un nouveau câblage pour permettre l'installation de la TBL1+ et amené à disparaître dans le cadre de la nouvelle configuration PLP du tronçon «Ampsin- Haute-Flône».

#### La seconde phase

Le Masterplan établi par Infrabel et par la SNCB est un plan ambitieux pour sécuriser le réseau ferroviaire belge. De nombreux signaux devraient être équipés en 2020 : l'analyse de l'évolution des projets d'implémentation des systèmes ATP/ATC (TBL, TBL 1, TBL2, ...) sur le réseau ferroviaire belge montre qu'ils subissent des révisions car jugés trop ambitieux.

Les analyses de risques d'Infrabel ont établi les valeurs suivantes de diminution du risque de :

- 75% en cas d'équipement TBL1+
- 85 à 90% en cas d'équipement ETCS 1 Limited Supervision
- 95% en cas d'équipement ETCS 1 ou ETCS 2

Il est prévu de ne pas équiper certains signaux :

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

L'ETCS est en cours d'installation selon un plan de déploiement de 2012 à 2022.

Il faut rester conscient que le risque zéro n'existe pas ; l'objectif du système ETCS est de diminuer le risque d'atteinte du point dangereux en cas de dépassement d'un signal fermé.

#### **4.4.4. AUTRES CONSTATATIONS**

Durant l'enquête, le carnet S427 du technicien «signalisation» n'a pas été retrouvé : les procédures de conservation des carnets S427 ne semblent pas claires. Le registre des déplombages S425 et le carnet de bloc E934 n'avaient pas été complétés des inscriptions tel que prévu par les procédures internes d'Infrabel.

##### **Recommandation**

**L'OE recommande au SSICF de veiller à ce que le gestionnaire d'infrastructure sensibilise les membres du personnel sur le suivi correct des procédures internes.**

4



101

## 5. MESURES PRISES

Néant



## 6. RECOMMANDATIONS

Bien que déjà énoncées et contextualisées au chapitre 4.4, les recommandations de l'Organisme d'Enquête sont reprises ci-dessous.

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°	Recommandation
1	L'OE recommande à l'entreprise ferroviaire de poursuivre ses investigations et contrôles pour éviter les distractions lors de la conduite.
2	L'OE recommande à l'entreprise ferroviaire de poursuivre la sensibilisation et responsabilisation des conducteurs de trains quant aux risques engendrés par le non-respect des règles de conduite.
3	L'OE recommande au SSICF de veiller à ce que le gestionnaire d'infrastructure sensibilise les membres du personnel sur le suivi correct des procédures internes.



## 7. ANNEXES

### 7.1. CATÉGORIES DE SIGNAUX 7 À 18

7. Les signaux de tous types dans les gares de marchandises et gares de formation pour des trains voyageurs (Forest voitures, Schaerbeek formation, Anvers Nord, Merelbeke, Monceau, Ronet, Montzen, Genk Marchandises, Kinkempois,...).
8. Les signaux de tous types sur des lignes uniquement réservées au trafic marchandise y compris les lignes industrielles et à exploitation simplifiée.
9. Les signaux de tous types sur les lignes équipées de blocks statiques.<sup>49</sup>
10. Les signaux de tous types dans les voies accessoires à l'exception de la catégorie 1. ou cabines mécaniques.
11. Les signaux de contre-voie non desservis à l'exception des catégories 3 et 6.
12. Les signaux de voie normale non desservis à l'exception des catégories 3, 4 et 5.
13. Les petits signaux d'arrêt en voie principale.
14. Les signaux AP-BP (PN à maximum 70 km/h).
15. Les panneaux limite de petit mouvement.
16. Les signaux d'arrêt simplifiés donnant accès à une voie principale (directe ou de réception), à l'exception de la catégorie 14.

De plus, nous avons mis en évidence deux sous-catégories des catégories 11 et 12 :

17. Les signaux en block automatique protégeant un PN (sous-catégorie de la 11 et 12).
18. Les signaux en block automatique précédant un signal avertisseur indépendant (sous-catégorie de la 11 et 12).

<sup>49</sup> Il s'agit d'une technologie intermédiaire ayant vu le jour entre le passage du tout relais au PLP (poste à logique programmée). L'interface avec les technologies actuelles n'est pas possible et demande d'abord une modernisation de ce type d'installation. Quelques gares en ont été équipées (Arlon, ligne 94,...).



A close-up, low-angle photograph of a railway track switch mechanism. The image shows two sets of parallel steel rail tracks. The left set is straight, while the right set branches off at an angle. The switch is constructed from dark metal components, including a central point and various levers. It sits atop a bed of wooden sleepers and stones. The perspective is looking down the length of the tracks.

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