

# Rapport d'Enquête de Sécurité

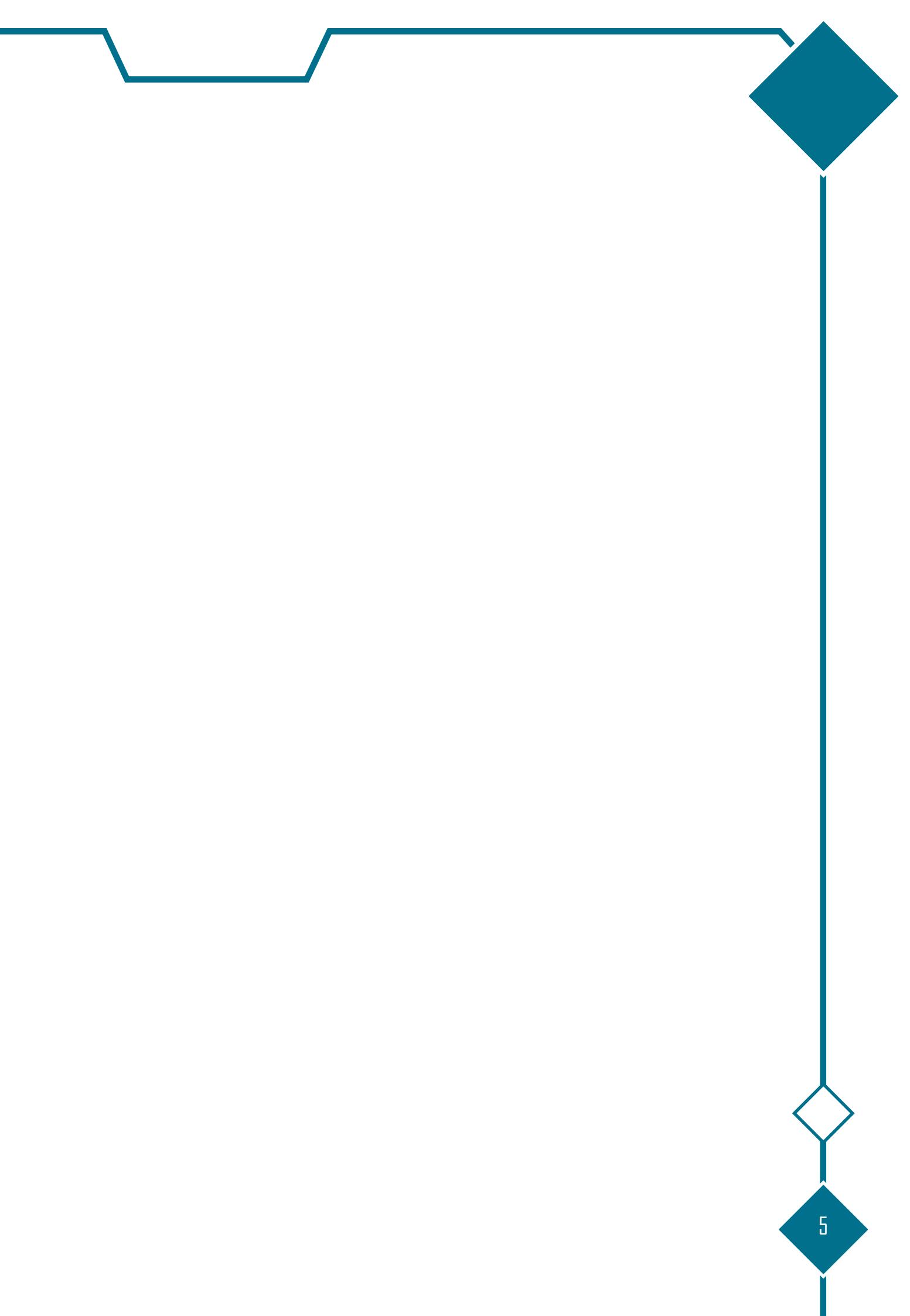
## Face à face entre deux trains de la SNCB survenu à Schaerbeek le 10 octobre 2014

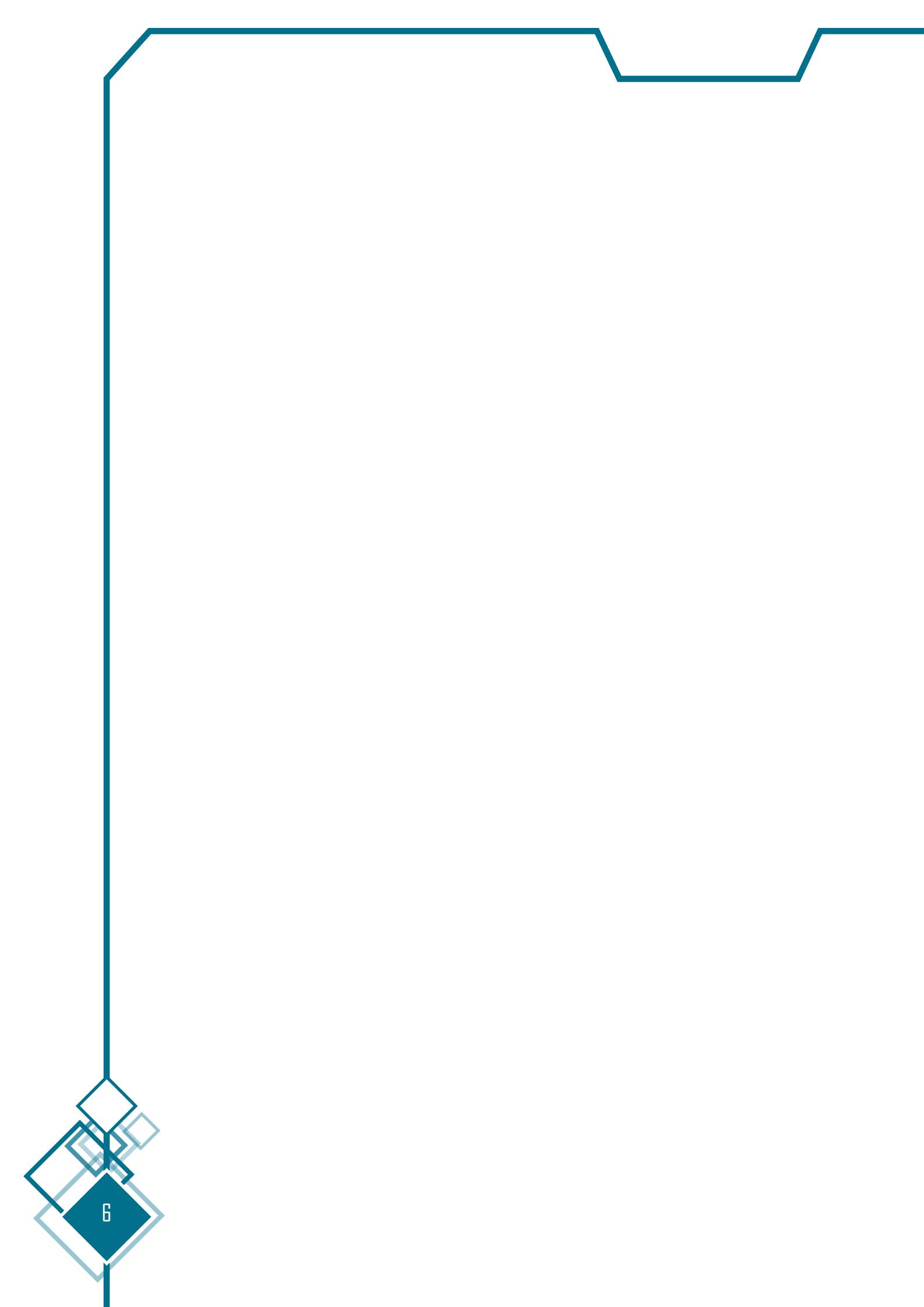
Toute utilisation de ce rapport dans une perspective différente de celle de la prévention des accidents - par exemple celle de définir des responsabilités, et a fortiori des culpabilités individuelles ou collectives - serait effectuée en distorsion totale avec les objectifs de ce rapport, les méthodes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

## **Table des matières**

<b>1. RÉSUMÉ</b>	<b>7</b>
<b>2. LES FAITS</b>	<b>12</b>
<b>2.1. Les faits</b>	<b>12</b>
2.1.1. Description des faits	12
2.1.2. Les services de secours	13
2.1.3. La décision d'ouverture d'enquête	13
2.1.4. Composition de l'équipe d'enquête	13
2.1.5. Conduite de l'enquête	13
<b>2.2. Les circonstances de l'événement</b>	<b>15</b>
2.2.1. Les acteurs concernés	15
2.2.2. Description de l'infrastructure et de la signalisation	17
2.2.3. Moyens de communication	20
2.2.4. Compositions des trains	20
2.2.5. Travail réalisé sur le site ou à proximité du site de l'incident	21
2.2.6. Déclenchement du plan d'urgence ferroviaire et sa chaîne d'événements	21
2.2.7. Déclenchement du plan d'urgence des services publics de secours, de la police et des services médicaux et sa chaîne d'événements	21
<b>2.3. Pertes humaines, blessés</b>	<b>22</b>
<b>2.4. Circonstances externes</b>	<b>22</b>
2.4.1. Conditions météorologiques	22
2.4.2. Références géographiques	22
<b>3. COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS ET ENQUÊTES</b>	<b>24</b>
<b>3.1. Résumé des témoignages</b>	<b>24</b>
<b>3.2. Système de gestion de Sécurité</b>	<b>24</b>
3.2.1. Processus de conception et d'amélioration	25
3.2.2. Processus de mise en œuvre	37
3.2.3. Activités opérationnelles	40
<b>3.3. Règles et réglementation</b>	<b>42</b>
3.3.1. Règles et réglementation publique communautaire et nationale applicables	42
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	42
<b>3.4. Fonctionnement du matériel roulant et des installations techniques</b>	<b>44</b>
3.4.1. Système de signalisation et de contrôle	44
3.4.2. Infrastructure	48
3.4.3. Équipement de communication	50
3.4.4. Matériel roulant, y compris les enregistrements des enregistreurs automatiques de données	51
<b>3.5. Documentation du système opératoire</b>	<b>54</b>
3.5.1. Echange de messages verbaux en relation avec l'événement	54
3.5.2. Mesures prises par le personnel pour le contrôle du trafic et la signalisation	56
3.5.3. Mesures prises pour protéger et sauvegarder le site de l'événement	57
<b>3.6. Interface homme-machine-opération</b>	<b>59</b>
3.6.1. La fatigue	59
3.6.2. Planification de la charge de travail	60
3.6.3. Rythme circadien et vigilance	61
3.6.4. Le rythme veille-sommeil	62
3.6.5. Facteurs explicatifs liés à l'état d'hypovigilance	63
3.6.6. Système de gestion des risques fatigue	65
<b>3.7. Evénements antérieurs de nature comparable</b>	<b>69</b>

<b>4. ANALYSE ET CONCLUSIONS</b>	<b>70</b>
<b>4.1. Compte rendu final de la chaîne d'événements</b>	<b>70</b>
<b>4.2. Discussion : les principes de sécurité opérationnelle</b>	<b>72</b>
4.2.1. Principes de maîtrise	74
4.2.2. Perte de contrôle	76
4.2.3. Principes de récupération	76
4.2.4. Incident / Accident	77
4.2.5. Principes de mitigation	78
<b>4.3. Analyse des SGS</b>	<b>80</b>
4.3.1. SPAD	80
4.3.2. Gestion du trafic	83
4.3.3. Gestion des horaires de travail	84
4.3.4. Formation	84
4.3.5. Plans d'urgence	85
4.3.6. Enquêtes & rapports	85
4.3.7. REX	85
<b>4.4. Conclusions</b>	<b>86</b>
<b>5. MESURES PRISES</b>	<b>90</b>
<b>6. RECOMMANDATIONS</b>	<b>92</b>





# 1. RÉSUMÉ

Le vendredi 10/10/2014, après un arrêt prévu à la gare de Vilvorde, le train de voyageurs E3340 (Essen - Bruxelles Midi) continue son trajet sur la voie B de la ligne 25 en direction de Schaerbeek et de Bruxelles-Nord.

En raison de travaux prévus dans la jonction Nord-Midi, la ligne 25 est hors service entre Schaerbeek et Bruxelles-Nord : le train E3340 est dévié vers la voie B de la ligne 27 via la voie A de la ligne 25.

Le train E4519 (Charleroi Sud – Antwerpen Centraal), venant de la direction opposée, est également dévié vers la voie B de la ligne 27.

Une fois la gare dépassée de Schaerbeek, le train sera redirigé vers la voie A de la ligne 25.

Pour éviter le conflit entre ces deux trains devant circuler en même temps sur les voies concernées, le train E3340 sera arrêté par un signal fermé.

Vers 20:40, le train E3340 passe, à une vitesse de 116km/h, un signal avertisseur présentant le double jaune; le signal est équipé d'une balise TBL1+ : la balise émet un télégramme en fonction de l'aspect "double jaune" du signal et cette information est captée par l'équipement TBL1+ du train. Le conducteur acquitte l'aspect restrictif de ce signal à l'aide du bouton-poussoir dans son poste de conduite mais il maintient la traction et ne ralentit pas le train.

Vers 20:41, le train E3340 passe à hauteur d'une balise IBG TBL1+ associée au signal T-M.8 et située 300 mètres en amont de ce signal. Par l'aspect fermé du signal, le rôle de la balise est d'émettre un message capté par l'équipement TBL1+ du train, afin de vérifier que sa vitesse est inférieure ou égale à 40km/h (mode CVR). La vitesse du train est alors de 118km/h et l'équipement TBL1+ enclenche automatiquement un freinage d'urgence.

Malgré le freinage d'urgence automatique, le train E3340 dépasse le signal fermé T-M.8 et l'aiguillage 33L.

## L'enquête

Cet incident ne répond ni à la définition d'accident grave ni à la définition d'accident.

La gestion de l'évacuation des passagers après l'incident a dans un premier temps attiré notre attention. L'étude des enregistrements vocaux a mis en évidence divers ratés de communication.

La suite de notre enquête a été guidée par l'analyse des statistiques. En effet après la diminution observée entre 2011 et 2013, le nombre de dépassement de signaux (SPAD) suit une nouvelle tendance à la hausse pour tous les types de voies. Ce qui a fait évoluer le scope de l'enquête sur la gestion des dépassements de signaux. Le résumé ne reprend que la partie "technique" TBL1+ et ETCS, le chapitre 3.2 reprend les diverses mesures prises.

Et enfin, lors de l'enquête sur l'accident de Wetteren, l'OE avait recommandé la mise en place d'un système de gestion "Risques-Fatigue" au sein des entreprises ferroviaires. Durant cette enquête et suite au nombre de dépassement en hausse, nous rappelons l'impact des horaires de travail sur la santé et la sécurité. La fatigue est un grave danger créé par des facteurs humains et a donc des répercussions sur la sécurité.

## Gestion de l'évacuation des passagers

Dans un premier temps, la divergence entre les messages transmis vers les accompagnateurs des deux trains impliqués a provoqué une dégradation du climat au sein des voyageurs, obtenant des informations erronées et restant bloqués plusieurs heures dans les trains.

Après approfondissement de l'étude nous avons constaté que l'incident caractérisé comme dépassement de signal au début de la chaîne de communication est transmis comme face à face entre deux trains ensuite comme nez à nez entre deux trains et finalement comme collision entre deux trains, ayant une influence sur le personnel envoyé par les divers services d'intervention.

L'étude des enregistrements vocaux n'a pas été réalisée ni par le personnel des services d'enquête de l'entreprise ferroviaire ni par celui du gestionnaire d'infrastructure.

Les enregistrements vocaux n'ont volontairement pas été retranscrits dans notre rapport . Le but du rapport est de permettre aux acteurs ferroviaires de prendre les mesures nécessaires afin d'éviter la reproduction de l'incident.

Enfin, durant notre enquête, certains problèmes ont été constatés dans la gestion post-incident sur le terrain : nous pensons qu'il est important que le rôle et les responsabilités du coordinateur Intervention de l'entreprise ferroviaire soient connus et respectés à sa juste valeur.

Nous recommandons qu'un système soit mis en place pour encourager les collaborateurs de l'entreprise ferroviaire et du gestionnaire d'infrastructure à rapporter les comportements prudents et imprudents au sein de son entreprise.

### **Gestion des dépassements de signaux (SPAD)**

Depuis 2009, et de façon accélérée depuis la catastrophe de Buizingen en 2010, une des mesures prises par le secteur afin de réduire le nombre de SPAD consiste en l'installation dans les voies et à bord du matériel roulant de systèmes ATP (Automatic Train Protection)

La SNCB s'était engagée à ce que tous ses véhicules soient équipés de la TBL1+ pour fin 2013: le planning a été respecté<sup>1</sup>;

Au niveau de son matériel roulant (trains de travaux), Infrabel devait modifier son propre matériel roulant : fin 2015, 99% du matériel équipé d'un système TBL1+ (100% d'engins spéciaux et 99% des locomotives);

Au niveau de l'infrastructure, Infrabel avait décidé d'accélérer le planning d'implémentation de la TBL1+. En décembre 2015, Infrabel avait installé la TBL1+ dans les voies tel que prévu.

Cependant le système TBL1+ a ses limites connues pas les deux entreprises et jugées comme "acceptables" vu que le système TBL1+ ne constitue que le premier pas du *masterplan ETCS*.

Les limites connues sont à titre d'exemple,

- Le système ne supprime pas le risque d'atteinte du point dangereux : l'incident de Schaerbeek a mis en lumière une des limites de la TBL1+. La vitesse du train au droit de la balise TBL1+ située à 300 mètres en amont du signal fermé n'a pas permis d'arrêter le train avant le signal, ni même avant le point dangereux constitué par l'aiguillage.
- Les systèmes TBL1+ à bord du matériel roulant et au niveau de l'infrastructure doivent être compatibles : le train a bien été freiné par le système TBL1+.
- Tous les signaux ne sont pas équipés de la TBL1+ : Infrabel avait déduit une couverture d'efficacité (99.9 %) en fonction de divers critères (nombre de voyageurs, vitesse de références, nombre de signaux à respecter par un train qui traverse un nœud, complexité de l'installation).
- La TBL1+ n'est pas obligatoire. De plus, pour les trains de marchandises, la distance de 300 mètres séparant la balise du signal n'est pas adaptée au freinage de ces trains.

S'il a contribué à l'amélioration de la sécurité ferroviaire, le système d'aide à la conduite TBL1+ ne peut constituer qu'une solution partielle / transitoire vers un système de gestion plus performant.

L'ETCS apporte une réponse à certaines limitations connues de la TBL1+, et, par son côté interopérable, devrait constituer une réponse technique plus adaptée pour les EF circulant sur le réseau ferroviaire belge et européen.

Au niveau de l'infrastructure ferroviaire, Infrabel a décidé d'opter pour des composants partiellement compatibles ETCS / TBL1+ : l'ETCS que met en place Infrabel se base sur les balises déployées pour la TBL1+, pour lesquelles une compatibilité et une conformité aux spécifications ETCS existent.

Le calendrier adopté par Infrabel pour l'installation de l'ETCS mentionne la disponibilité de l'ETCS sur la totalité du réseau pour 2022.

Cependant, le *masterplan* ETCS d'Infrabel prévoit l'installation de 2 niveaux d'ETCS (niveaux 1 et 2) et les 2 modes d'opération (Full Supervision (FS) et Limited Supervision (LS)), en fonction des besoins et des caractéristiques spécifiques du réseau<sup>2</sup>.

La convergence vers une version homogène de l'ETCS de niveau 2 est prévue, selon ce *masterplan*, pour les années 2030-2035.

L'ETCS niveau 2 représente, à ce stade des développements technologiques, la meilleure solution pour la réalisation des objectifs fonctionnels et sécuritaires déterminés, mais il est nécessaire que l'infrastructure et l'ensemble du matériel roulant en soient équipés.

Jusqu'au moment où la convergence sera réalisée en ETCS niveau 2, trois systèmes cohabiteront donc sur le réseau ferroviaire belge, imposant, entre autres, des zones de transitions entre les systèmes.

Cette transition est d'autant plus importante lorsqu'un train passera d'une zone de signalisation de cabine (ETCS) à une zone à signalisation latérale (LS, TBL1+, Memor<sup>3</sup>).

Les diverses analyses et/ou études de risques réalisées par les entreprises ferroviaires ou par le gestionnaire d'infrastructure devraient être partagées :

- dysfonctionnement des balises : dédoublement de certaines balises au droit des zones de transition, avec freinage d'urgence automatique en cas de dysfonctionnement;
- méthodologie utilisée pour informer le conducteur qu'il doit suivre la signalisation latérale;
- risque induit pour les conducteurs dans le cas de transition entre les systèmes sur un même parcours,
- ...

#### **Nous recommandons que l'Autorité de Sécurité veille à ce que :**

- **les échanges entre le gestionnaire de l'infrastructure et les entreprises ferroviaires permettent une meilleure coordination de l'implémentation de l'ETCS;**
- **des échanges soient menés sur les analyses de sécurité et/ ou études de risques ainsi que sur les mesures proposées pour atténuer les risques induits;**
- **en l'absence de certaines études, celles-ci soient réalisées.**

#### **Système de Gestion du risque fatigue**

Nous avons largement documenté la problématique de la fatigue dans le chapitre 3.6 de notre rapport.

L'impact de la fatigue sur les performances a été documenté dans de nombreux travaux en laboratoire mais également en situation réelle. Les résultats montrent que les sujets présentant des périodes d'endormissement mettent plus longtemps à réagir et font davantage d'erreurs, ont une conscience de la situation réduite et ont des difficultés à prendre des décisions et à prioriser les informations pertinentes.

Nous avons rappelé les problèmes liés au rythme veille-sommeil, l'influence du rythme circadien et la vigilance.

Les entreprises ferroviaires et en particulier SNCB sont tenues de respecter les directives européennes et lois belges en matière de gestion des horaires.

<sup>2</sup> Infrabel utilise les standards européens en respectant les prescriptions imposées par ceux-ci.

<sup>3</sup> En 2025, TBL1+ et Memor ne devraient plus être présents puisque seul le matériel muni d'ETCS devrait circuler

Cependant ces réglementations sont qualifiées d'unidimensionnelles dans la mesure où elles ne s'appuient que sur une seule dimension temporelle.

Les horaires "postés" et atypiques ont la particularité d'interférer avec les dimensions chronologiques du fonctionnement humain qui entraînent des variations importantes des fonctions cognitives et des capacités de récupération.

Il est difficile d'évaluer son niveau de fatigue.

Outre l'effet de privation de sommeil et l'heure de la journée sur la fatigue, la nature de l'activité peut contribuer à réduire significativement le niveau d'éveil.

La fatigue a des répercussions sur la sécurité entraînant des erreurs plus graves et réduisant les performances. Il est donc important d'identifier les dangers potentiels liés à la fatigue.

Un système de gestion des risques-fatigues (SGRF) est conçu pour mettre en place les nouvelles connaissances nées des sciences de la fatigue et de la sécurité. Les processus permettent de détecter les dangers liés à la fatigue et ensuite de formuler, mettre en œuvre et évaluer des stratégies d'atténuation organisationnelles et personnelles.

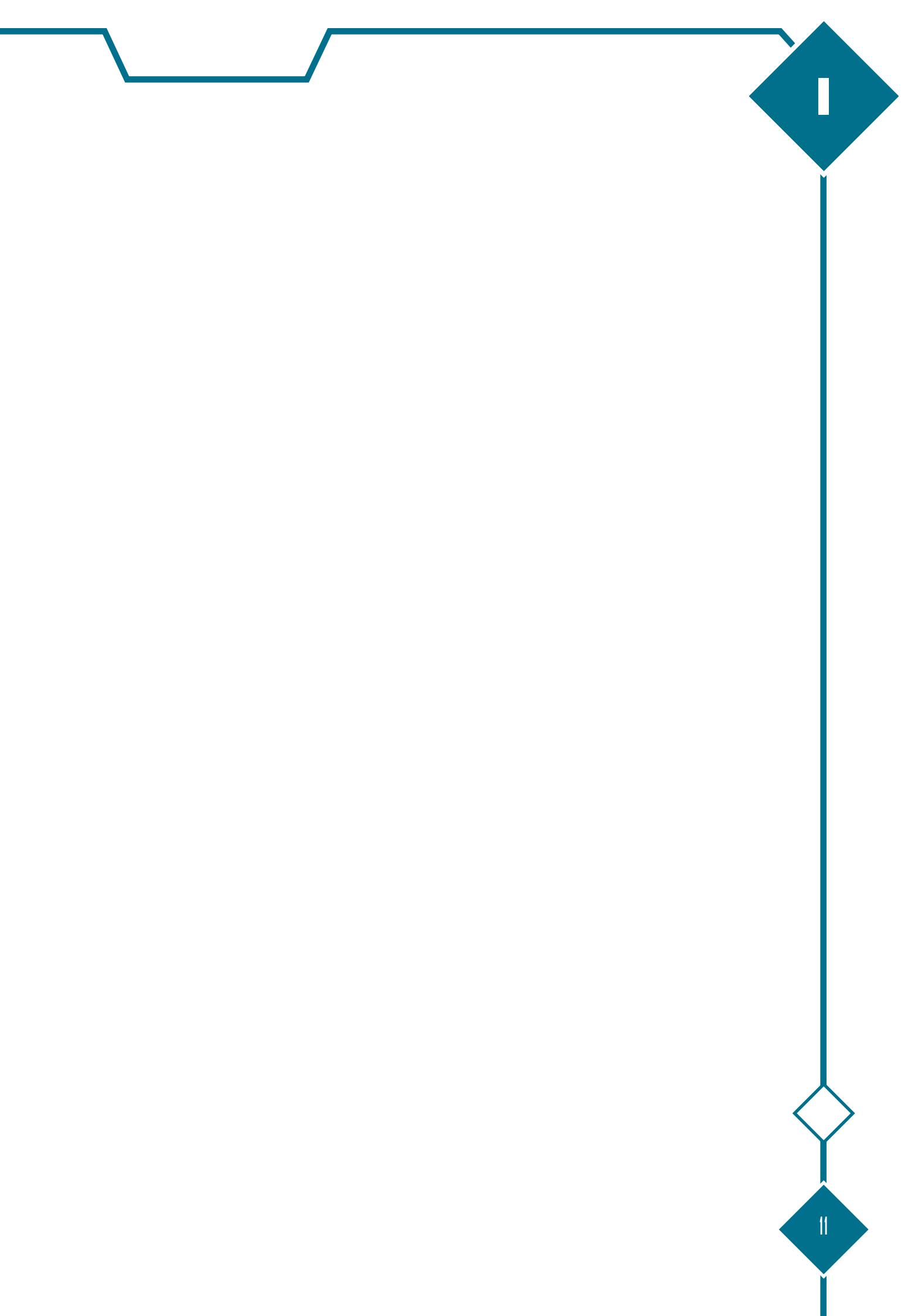
Ni les directives européennes, ni la loi belge n'imposent aux compagnies ferroviaires de mettre un système de gestion du risque fatigue.

Dans le domaine de l'aviation, les systèmes de gestion des risques de la fatigue sont documentés par l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) à la fois pour les entreprises devant mettre en place le système mais également un manuel pour les autorités.

Le SGRF est un moyen dirigé par des données qui permet de surveiller et de gérer en continu les risques de sécurité liés à la fatigue, basé sur des principes et des connaissances scientifiques ainsi que sur l'expérience opérationnelle, qui vise à faire en sorte que le personnel concerné s'acquitte de ses fonctions avec un niveau de vigilance satisfaisant.

La mise en place d'un système de gestion de la fatigue pourrait apporter une plus-value au système actuel, dans un premier temps par une utilisation progressive des logiciels de type "Index Risk Fatigue". A titre d'exemple pour évaluer le niveau de fatigue des conducteurs impliqués dans les SPAD/ accidents/incidents, horaires atypiques,... non pas dans le cadre d'un système de répression mais afin de réaliser les premiers constats et cibler les priorités. Les données récoltées devront être analysées et permettre de prendre, si nécessaire, des mesures pour diminuer le risque lié à la fatigue engendrée par les rotations, les horaires de service, les trajets domicile-travail, ...

**Nous recommandons que l'Autorité de Sécurité impose au travers du système de gestion de sécurité des entreprises ferroviaires de gérer en continu les risques de sécurité lié à la fatigue des conducteurs de train et plus particulièrement par une gestion multi-dimensionnelle des horaires.**



## 2. LES FAITS

### 2.1. LES FAITS

#### 2.1.1. DESCRIPTION DES FAITS

Le vendredi 10/10/2014 à Schaerbeek, aux environs de 20h42, le train E3340 (Essen - Bruxelles Midi) dépasse le signal fermé T-M.8 de la voie - Ligne 25 et s'arrête entre les 2 aiguillages 33L et 32L, environ 105 mètres au-delà du signal T-M.8 fermé.

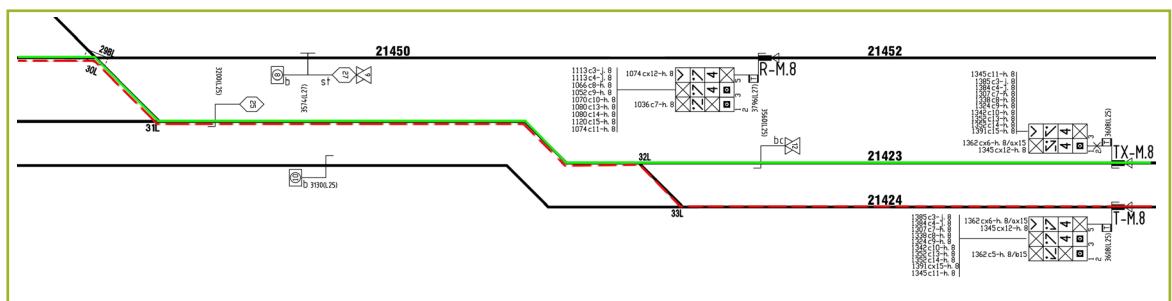
L'aiguillage 33L était positionné à droite et le train à l'arrêt se trouve dans le gabarit de la voie A de la ligne 25; le conducteur envoie immédiatement une alarme via GSM-R.

Le train E4519 (Charleroi-Sud - Antwerpen), roulant dans le sens opposé, passe dans la gare de Schaerbeek. Le conducteur du train reçoit alors l'appel d'urgence et effectue immédiatement un freinage d'urgence. Le train E4519 s'immobilise sur la voie A de la ligne 25 à 158 mètres du train E3340.

Il n'y a ni blessés ni dégâts matériels, mais plusieurs trains subissent des retards ou sont annulés suite à ce dépassement de signal.

Les voyageurs du train E3340 sont transbordés vers un train de secours vers 23h et évacués en direction de Bruxelles-Nord. Vers 1h du matin, après changement de conducteur et la résolution de problèmes techniques, le train E4519 circule vers Bruxelles-Nord.

A Bruxelles-Nord / Central et Midi, des bus et taxis ont été prévus afin d'amener les voyageurs à leur destination finale. Les derniers voyageurs arrivent vers 4h00 à Antwerpen Centraal.



## 2.1.2. LES SERVICES DE SECOURS

21h15: Securail sur place  
 21h20: Police des Chemins de Fer (SPC) sur place  
 21h35: 2<sup>ème</sup> équipe Securail sur place  
 00h15: suite à des malaises au sein des voyageurs, SPC demande l'intervention de services de secours à Bruxelles-Nord

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

Les faits ne répondent pas aux critères d'un accident grave (conformément à l'Art.3 §2 de la loi du 30 août 2013 portant le Code ferroviaire).

L'Organisme d'Enquête a décidé d'ouvrir une enquête conformément à l'Art. 111 §2 e la loi du 30 août 2013 portant le Code ferroviaire : dans des circonstances légèrement différentes, cet incident aurait pu mener à un accident grave.

L'Organisme d'Enquête a signifié cette décision aux parties concernées le 14 octobre 2014 au cours d'une réunion d'échange.

## 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
Service d'enquête d'Infrabel	Assistance documentaire, logistique, technique
Service d'enquête de la SNCB	Assistance documentaire, logistique, technique

## 2.1.5. CONDUITE DE L'ENQUÊTE

### L'appel

L'incident a été notifié par le Traffic Control à l'enquêteur de garde de l'OE. Un appel d'un agent SNCB a également été reçu par l'enquêteur de l'OE.

Après les vérifications nécessaires et avant son départ vers le site de l'incident à Schaerbeek,

- l'enquêteur de l'OE signifie que, en ce qui concerne l'OE, les trains sont libérés dès que les données des enregistreurs à bord des deux trains ont été copiées et que le fonctionnement de la signalisation a été vérifié;
- l'enquêteur de l'OE demande que, si cela est possible, les conducteurs des deux trains restent disponibles pour une première interview.

Une fois sur le site de l'incident, l'enquêteur de l'OE réalise les constatations nécessaires en compagnie de représentants du gestionnaire d'infrastructure et de l'entreprise ferroviaire. Il procède également à l'enregistrement des premières déclarations des conducteurs.

## **Enregistreurs de données**

Le jour de l'incident, il a été vérifié quelles données ont été enregistrées (enregistrements des conversations via GSM-R, les données des enregistreurs de bord, les images EBP). Des mesures conservatoires ont été prises en vue d'une analyse ultérieure de ces données.

## **Documentation**

Toute la documentation utile a été demandée aux parties concernées. Cela reprend les informations à propos :

- du matériel roulant
- de l'infrastructure
- du personnel
- de la réglementation
- du système de gestion de la sécurité
- la législation nationale et internationale.

## **Interviews des acteurs concernés par l'incident**

Pour mener à bien cette enquête, un certain nombre de discussions et d'entrevues basées sur la coopération volontaire des personnes concernées ont été organisées. Le but de l'interview est d'obtenir, de façon aussi complète que possible, la séquence des événements avant, pendant et après le dépassement de signal, ainsi que l'organisation pratique, la communication, les instructions et commandes, l'évacuation, etc.

Au sein des entreprises, des entrevues ont été menées avec :

- les supérieurs hiérarchiques
- les opérateurs concernés (le personnel de conduite et d'accompagnement des trains E4519 et E3340, les opérateurs du SOC, le TC, le RDV, Securail)
- les responsables d'organisations officielles impliquées dans la sécurité du secteur ferroviaire, et, par extension, la sécurité publique et, le cas échéant, les services d'aide.

En outre, divers contacts ont été pris avec les différents acteurs afin d'évaluer les perceptions et les expériences concernant cet incident : manière dont ils ont été informés, nature de leurs réactions, leurs évaluations et compréhension de l'événement, etc.

## **Information aux parties concernées**

Durant les réunions de concertation, les parties concernées ont :

- été informées de l'évolution et avancement de l'enquête;
- reçu des demandes pour des informations additionnelles.

## **Méthodologie utilisée**

Afin d'analyser cet incident, l'OE a basé son raisonnement sur le fait que, le plus souvent, la genèse d'un incident tel que celui de Schaerbeek résulte d'une association plus ou moins complexe des effets d'écart entre d'une part les spécifications, les prescriptions et les attentes de comportement du système, et d'autre part son comportement réel. Ceci vaut autant pour les composantes techniques (pannes) que pour les composantes humaines du système (comportement inattendus, erreurs, déviations). Ces écarts entraînent alors des défaillances dans les principes de sécurité sur lesquels on fondait la sécurité du système.

Il est donc intéressant d'analyser ces écarts entre les comportements constatés et les comportements attendus des acteurs de première ligne comme conditions de la sécurité. Étant dans l'impossibilité de supprimer l'erreur des opérateurs humains, il revient à l'organisation d'intégrer à ses processus des mécanismes de gestion de l'erreur, qu'ils soient destinés à en diminuer les fréquences ou à en empêcher les conséquences indésirables.

Le but de l'analyse est donc de déterminer comment le système de gestion de la sécurité (SGS) du système ferroviaire belge a pris en compte et traité les problématiques de sécurité illustrées par l'incident et d'en tirer des leçons de sécurité.

## 2.2. LES CIRCONSTANCES DE L'ÉVÉNEMENT

### 2.2.1. LES ACTEURS CONCERNÉS

Les parties concernées, leur organisation et leurs interrelations sont décrites dans le présent rapport telles qu'elles étaient d'application le jour de l'incident :

- le gestionnaire de l'infrastructure ferroviaire Infrabel;
- la SNCB.

#### 2.2.1.1. LE GESTIONNAIRE DE L'INFRASTRUCTURE: INFRABEL

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

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.

Ainsi que le prévoit la Directive 2004/49, Infrabel possède un agrément de sécurité depuis le 22 mai 2008. Valable pour une durée de 5 ans, il a été renouvelé en 2013 auprès du SSICF.

Cet agrément de sécurité prouve que :

- Infrabel respecte toutes les normes de sécurité requises pour la gestion et l'exploitation du réseau ferroviaire;
- le SGS est accepté.

Les départements 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.

#### 2.2.1.2. L'ENTREPRISE FERROVIAIRE SNCB

L'entreprise ferroviaire SNCB est composée de 5 directions : Stations, Finance, Transport, Technics, Marketing & Sales.

##### Direction Transport

La direction Transport est entièrement 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.

### **Corporate Security Services (CSS)**

Au sein de la Direction Transport, le service Corporate Security Service mène une politique de sécurité basée sur :

- la présence sur le terrain,
- la collaboration avec d'autres institutions (police, villes et communes, ...),
- l'utilisation de moyens technologiques (caméras de surveillance, contrôles d'accès,...).

### **SECURAIL**

Sur le terrain, plus de 500 agents de Securail, reconnaissables à leur uniforme rouge, veillent à la sécurité quotidienne des clients et du personnel.

### **Security Operations Center (SOC)**

Accessible par téléphone 24h/24, 7j/7, le SOC permet aux clients et au personnel du Groupe SNCB de demander de l'aide ou de signaler quelque chose de suspect (enfants jouant sur les voies, taggeurs, agression, ...).

Les patrouilles et équipes de Securail sont dirigées quotidiennement par le Security Operations Center (SOC) central.

Le SOC suit en outre les images des caméras qui proviennent des ateliers centraux, parcs à câbles, postes de signalisation, etc.

Le SOC est également responsable du traitement des alarmes: alarmes anti-effraction, contrôle d'accès, détection d'incendie, gestion des parkings, etc.

#### **2.2.1.3. LES AUTORITÉS LOCALES**

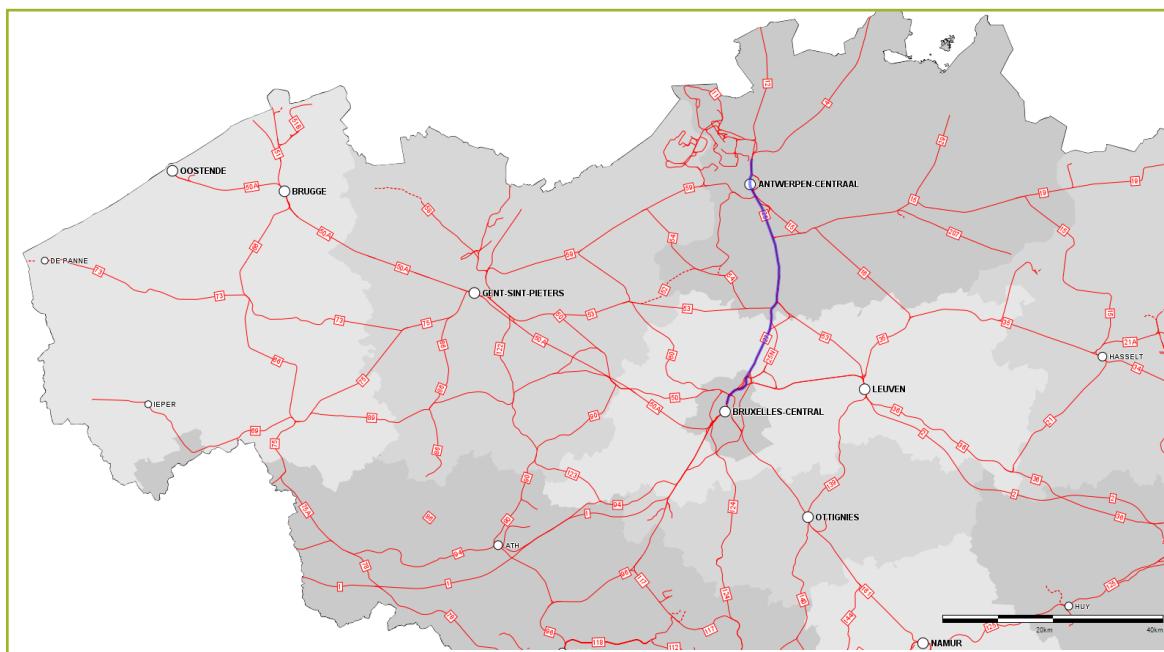
En cas de catastrophe, les autorités locales et régionales sont responsables de la décision des plans d'urgence et de la coordination des services d'urgence impliqués.

Aucune phase de plan d'urgence n'a été décrétée.

## 2.2.2. DESCRIPTION DE L'INFRASTRUCTURE ET DE LA SIGNALISATION

### 2.2.2.1. LA LIGNE

La ligne 25 est une ligne à 2 voies reliant Bruxelles Nord à la bifurcation Y Luchtbal (Antwerpen). Il s'agit d'une ligne électrifiée alimentée en 3kV.



Ligne 25 (source : Infrabel)

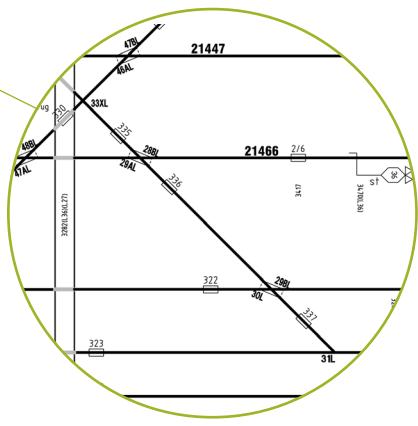
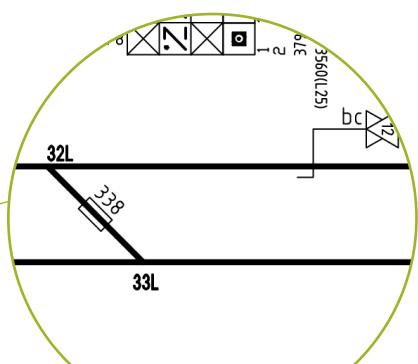
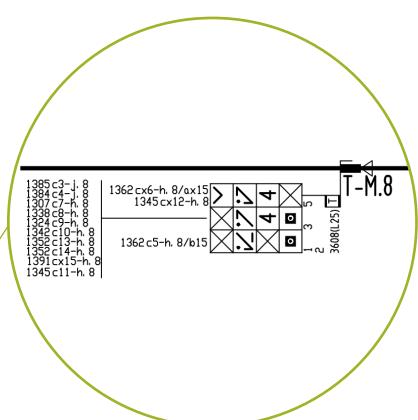
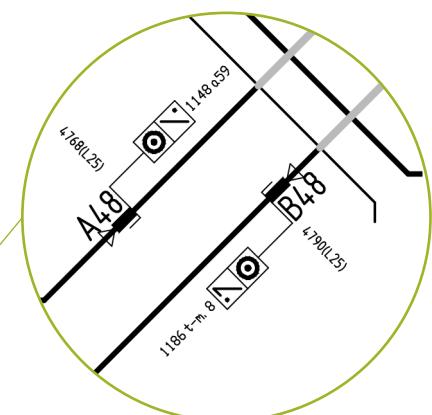
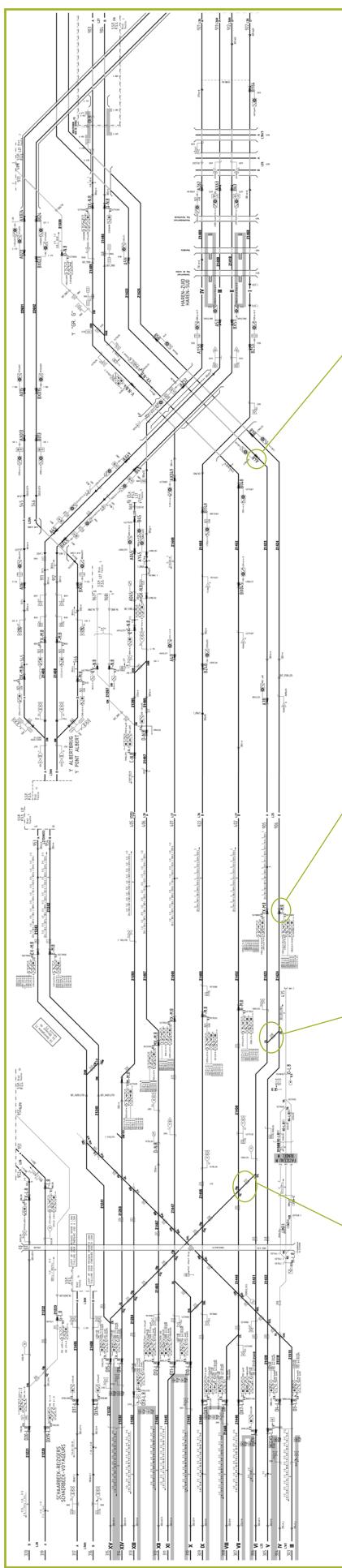
### 2.2.2.2. LA SIGNALISATION

La signalisation doit donner de manière précise aux conducteurs les indications nécessaires à l'exécution de tout mouvement prévu au programme d'exploitation. Ces indications nécessaires sont données au conducteur au moyen de signaux. Suivant leur usage, ils appartiennent à la signalisation fixe ou à la signalisation mobile. La signalisation fixe est constituée de panneaux, de signaux lumineux (d'arrêt et avertisseur), implantés à des endroits déterminés le long de la voie, en permanence ou temporairement. Sauf cas particulier, les grands signaux et les panneaux sont implantés à gauche de la voie parcourue, pour les grands mouvements à voie normale et à droite de la voie parcourue pour les grands mouvements à contre-voie.

Un signal lumineux comporte toujours un écran principal dans lequel sont encastrés les feux principaux. Suivant les indications à transmettre, les feux utilisés sont de couleur rouge, jaune, verte ou blanche. Les feux principaux peuvent être complétés par des indications complémentaires apparaissant sur un ou plusieurs écrans complémentaires supérieur et inférieur et/ou sur un panneau de vitesse apposé sur le mât du signal.

On peut distinguer les signaux :

- desservis : commandés depuis un poste de signalisation;
- non desservis (ou automatiques) : en absence de PN protégés par le signal, l'aspect du signal dépend uniquement de l'état libre ou non de la section en aval du signal.



### **Signal B48 (BK 4790)**

Ce signal est un grand signal d'arrêt non desservi (ou automatique), avertisseur du signal T-M.8.

Le signal B48 peut présenter:

- l'aspect double jaune : le grand signal d'arrêt suivant interdit tout passage ou autorise le passage en petit mouvement avec ou sans indication de vitesse;
- l'aspect jaune vert horizontal: le grand signal d'arrêt suivant autorise le passage en grand mouvement avec restriction de vitesse;
- l'aspect rouge : passage interdit;
- l'aspect vert : le passage est autorisé sans restriction.

Le signal est équipé d'une Eurobalise TBL1+, il n'est pas équipé en ETCS.

### **Signal T-M.8 (BK 3608)**

Le signal T-M.8 est un grand signal d'arrêt desservi se trouvant à 1186 m en aval du signal B48, sur la voie B de la ligne 25.

Le signal est équipé d'un écran complémentaire supérieur, d'un écran complémentaire inférieur et d'une couronne lumineuse de franchissement. En cas de changement de régime, l'écran complémentaire supérieur affiche un chevron lumineux blanc ("V") et l'écran complémentaire inférieur un chiffre lumineux blanc "4" (pour signifier une limitation de vitesse à 40 km/h).

Ce signal est également équipé du système TBL1+. Il n'est pas équipé en ETCS.

### **Aiguillages 32L/33L**

Les aiguillages 32L et 33L se trouvent sur la ligne 25 et permettent aux trains qui les parcourent :

- de passer de la voie B vers la voie A et inversement
- de rester sur la même voie (A ou B)

### **Aiguillages 31L et 30L**

Les aiguillages 30L et 31L permettent, entre autres, le passage des trains de la ligne 25 vers la ligne 27 et inversement.

#### **2.2.2.3. POSTE DE SIGNALISATION**

Le tronçon où s'est déroulé le dépassement de signal et où les deux trains se sont retrouvés face à face est contrôlé par le poste de signalisation EBP de Bruxelles-Nord (= block 8).

Il s'agit d'un poste de signalisation électronique EBP, où l'ordre de commande des aiguillages, des routes, des signaux, etc. est donné par un opérateur et exécuté sous conditions et en sécurité par un ordinateur.

Le système EBP assure en outre:

- la gestion du service des trains;
- l'automatisation éventuelle du tracé de l'itinéraire, de l'enclenchement des routes et de l'ouverture du signal;
- le suivi de la circulation des trains et la distribution de ces données vers des systèmes périphériques (régulation (régionale), système de téléaffichage, etc.);
- le recueil d'informations et les commandes relatives aux installations techniques (chauffage des aiguillages, zones d'éclairage, d'alimentation, ...);
- l'archivage des données relatives aux opérations de desserte, à la circulation et aux problèmes survenus (enregistrement dans le Logbook ou livre de bord).

## 2.2.3. MOYENS DE COMMUNICATION

### **GSM-R**

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

Le GSM-R supporte les services de voix et de données.

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

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

Les 2 trains, de même que la section de ligne, étaient équipés du GSM-R. Les conversations ont été enregistrées et mises à disposition de l'OE.

## 2.2.4. COMPOSITIONS DES TRAINS

### **Train E3340**

Il est composé de 3 rames Desiro (AM08), équipées de l'ETCS et de la TBL1+.

### **Train E4519**

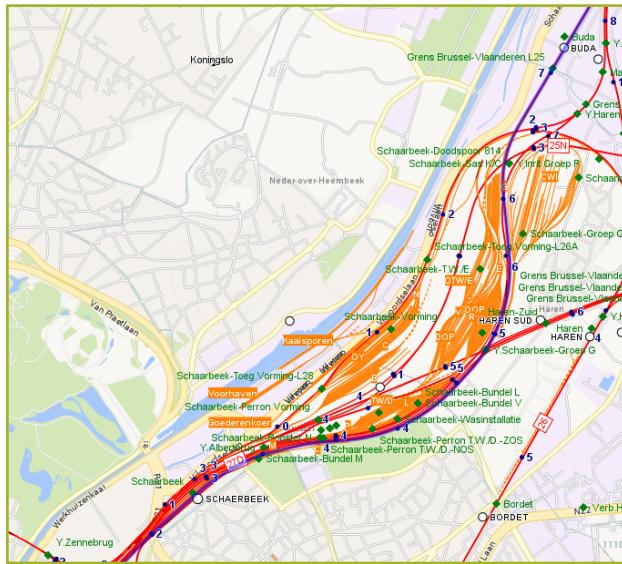
Il est composé de 2 rames Desiro (AM08), équipées de l'ETCS et de la TBL1+.



Illustration : AM08 - Desiro (source : SNCB)

## 2.2.5. TRAVAIL RÉALISÉ SUR LE SITE OU À PROXIMITÉ DU SITE DE L'INCIDENT

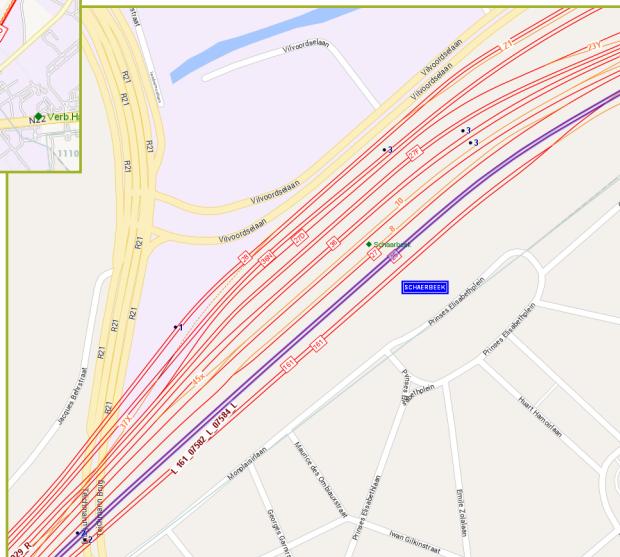
### 2.2.5.1. TRAVAUX



Le 10 Octobre 2014 en soirée, des travaux sont exécutés dans la conduite 3 de la jonction Nord-Midi à Bruxelles.

La voie A - L.25 de Bruxelles-Nord vers Schaerbeek et la voie VI à Schaerbeek sont hors service.

La voie B – L.25 de Schaerbeek vers Bruxelles Nord et la voie V à Schaerbeek sont hors service.



### 2.2.5.2. SEMES

Via l'application SEMES (Security Messages), les conducteurs ont été informés de ces travaux et déviations.

Ces avis SEMES ont été portés à la connaissance des conducteurs par une publication journalière SEMES.

La publication émane de B-Technics – Dépôt Bruxelles-Midi et concerne la date du 10/10/2014 (de 00:00:00 à 23:59:59).

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

Le plan d'urgence et d'intervention interne du gestionnaire de l'infrastructure entre en vigueur.

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

Aucun plan d'urgence n'est annoncé. La police et les services de secours se rendent sur les lieux.

## 2.3. PERTES HUMAINES, BLESSÉS

Aucune victimes ni blessés ne sont à déplorer

## 2.4. CIRCONSTANCES EXTERNES

### 2.4.1. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Temps sec, pas de lune éclairante, pas de nuage ni brouillard.

### 2.4.2. RÉFÉRENCES GÉOGRAPHIQUES

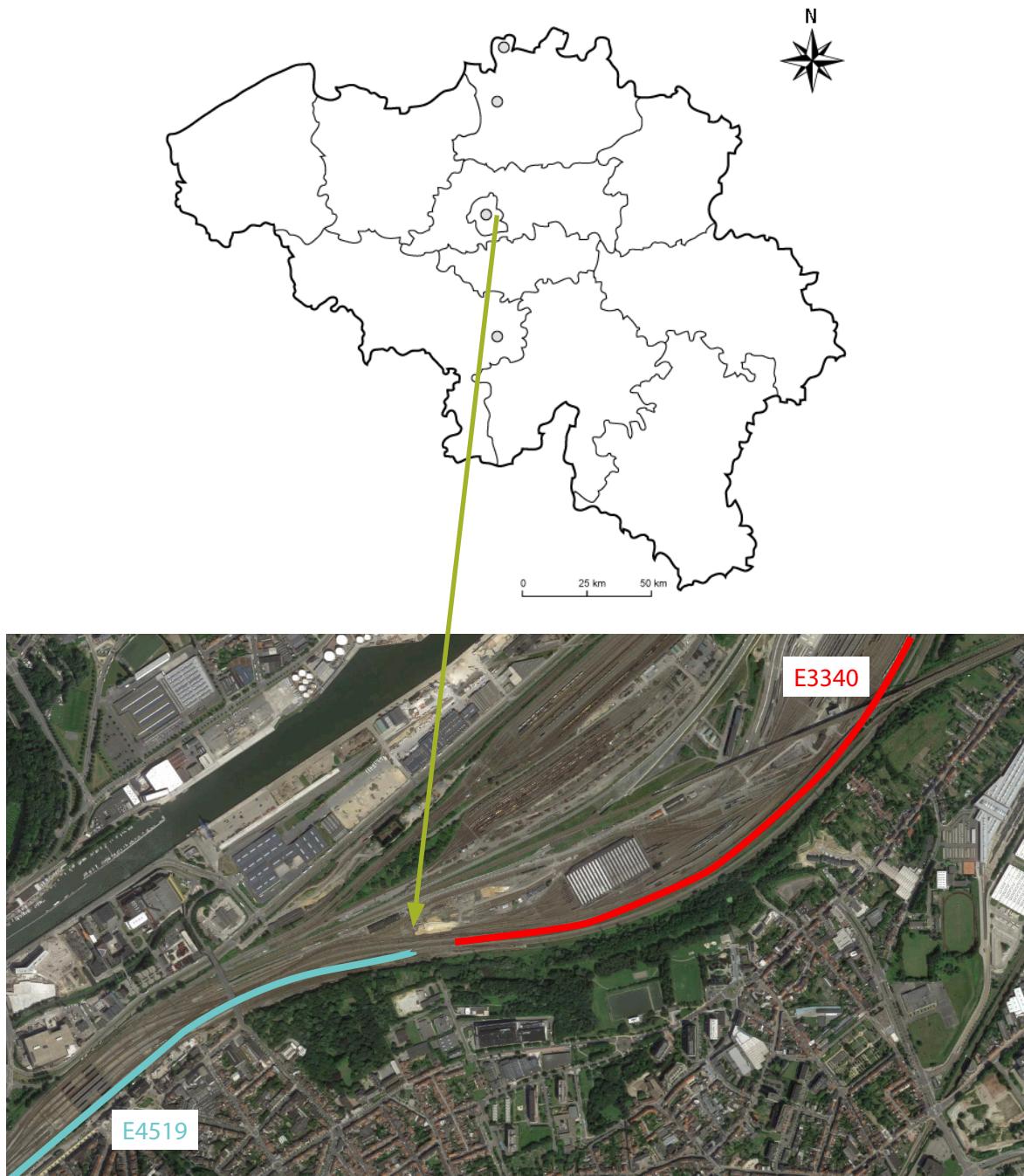


Image : Localisation géographique du site de l'incident (image : Google) – grill de Schaerbeek

```
graph TD; A(( )) --> B(( )); B --> C(( )); C --> D(( ));
```

2

23

## 3. COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS ET ENQUÊTES

### 3.1. RÉSUMÉ DES TÉMOIGNAGES

Dans le cadre de l'enquête, l'OE a pu discuter et interviewer divers membres du personnel. Le but n'est pas de retranscrire ces conversations dans le présent rapport mais de les utiliser en substance afin d'analyser l'incident survenu à Schaerbeek.

### 3.2. SYSTÈME DE GESTION DE SÉCURITÉ

La finalité globale du Système de Gestion de Sécurité (SGS) est de permettre à l'organisation d'atteindre ses objectifs économiques et commerciaux d'une manière sûre, tout en démontrant qu'elle se conforme à toutes les obligations en vigueur en matière de sécurité.

Une gestion structurée confère à l'entreprise une valeur ajoutée qui l'aide à améliorer ses performances globales, à introduire des mesures d'efficacité opérationnelle, à renforcer les relations avec la clientèle et les autorités réglementaires, et à instaurer une culture positive de la sécurité. Une approche structurée permet aussi de déterminer les dangers potentiels et d'établir une gestion continue des risques liés aux activités de l'entreprise, en vue de prévenir les accidents.

Le cas échéant, cette approche devra prendre en considération les interfaces avec d'autres EF et GI opérant dans le cadre du système ferroviaire.

En appliquant correctement tous les éléments constitutifs d'un SGS, l'entreprise peut acquérir l'assurance nécessaire qu'elle maîtrise et continuera à maîtriser tous les risques recensés comme étant inhérents à ses activités, quelles que soient les conditions d'exploitation.

L'établissement d'un SGS par une entreprise ferroviaire et le gestionnaire d'infrastructure est par ailleurs spécifié dans l'article 4 de la Directive 2004/49 (directive sur la sécurité ferroviaire).

L'analyse d'un système de gestion de la sécurité permet de mettre en évidence, à différents niveaux, les éventuelles défaillances et/ou inadéquations du système. Le présent rapport présente les analyses des éléments du SGS relevant pour l'incident survenu à Schaerbeek, et selon les dimensions d'analyse suivantes :

- la composante technique au chapitre 3.4;
- la documentation du système opératoire au chapitre 3.5
- la composante humaine au chapitre 3.6;
- la composante organisationnelle ci-après.

### 3.2.1. PROCESSUS DE CONCEPTION ET D'AMÉLIORATION

Pour adapter et améliorer en permanence tous les processus liés au SGS et assurer par là le contrôle de la partie du système ferroviaire placée sous leurs responsabilités, les EF et le GI doivent élaborer et contrôler les processus de mise en œuvre et d'exploitation:

- par une direction efficace des opérations et la formation du personnel;
- par une appréciation des risques tant existants que potentiels suite aux évolutions diverses;
- par un contrôle des performances des processus d'exploitation et de l'environnement, pour déceler les défaillances latentes du système;
- en tirant les enseignements des incidents d'exploitation et des résultats des audits, inspections et toute autre source d'information.

#### 3.2.1.1. DIRECTION EFFICACE ET ENGAGEMENT DU PERSONNEL : LA POLITIQUE DE SÉCURITÉ

##### **Déclaration de politique SQE (Sécurité-Qualité-Environnement) d'Infrabel**

Le Comité de Direction d' Infrabel a signé la "Déclaration de politique SQE" le 30 octobre 2012. La sécurité est et reste la première priorité d'Infrabel. Dans le cadre de sa politique d'entreprise, le Comité de Direction d'Infrabel veut maintenir un outil de production durable qui satisfait aux attentes de ses clients et qui respecte le bien-être de ses collaborateurs, tout en préservant son équilibre financier.

La politique SQE inclut la sécurité d'exploitation, le bien-être du personnel, la sécurité des installations et des biens, la qualité et la protection de l'environnement. Cette politique est développée dans le but de gérer, d'anticiper, et de limiter les conséquences au minimum lors de :

- tous incidents et accidents ;
- tous préjudices affectant le bien-être au travail des collaborateurs ;
- toutes faiblesses pouvant affecter la qualité du service ou du produit ;
- toutes atteintes et dégradations à l'environnement.

Le Comité de Direction d'Infrabel veille à ce que les systèmes de gestion SQE formalisés soient élaborés, maintenus à jour et mis en œuvre. Les systèmes de gestion SQE sont composés des axes suivants:

- renforcer en continu les compétences des collaborateurs;
- maintien et développement de l'infrastructure;
- évaluer et améliorer en permanence les systèmes de gestion SQE;
- s'engager étroitement avec toutes les parties prenantes internes et externes, en vue de partager cette vision, et développer la sécurité, la qualité et la protection de l'environnement.

La diffusion de la déclaration sur la politique de gestion SQE d'Infrabel au personnel d'Infrabel, aux entreprises ferroviaires et aux autres parties prenantes est assurée. Elle est également communiquée au nouveau personnel au moyen de la brochure d'accueil.

## **Déclaration de sécurité de la SNCB**

Dans la déclaration de sécurité, la SNCB déclare "porter toute l'attention à la sécurité ferroviaire sur le réseau belge afin d'assurer la sécurité de son personnel impliqué dans ces opérations, de ses clients, des utilisateurs de ses services et de tous ceux qui peuvent être affectés par sa gestion des trains".

La déclaration ne contient que la signature du responsable de la sécurité (Safety Manager).

L'adoption de la vision de la sécurité soulève la question suivante : comment la "sécurité" sera plus institutionnalisée.

Les impératifs stratégiques sont définis comme suit :

- SNCB investit dans l'être humain (cf. fonctions de sécurité):  
90% du personnel exécute des fonctions de sécurité. Parmi ceux-ci 40% du personnel roulant qui sont certifiés en externe et 50% du personnel non roulant qui sont auto certifiés par la loi;
- SNCB investit dans le matériel roulant;  
A titre d'exemples:
  - l'expansion de la flotte avec matériel roulant "*state-of-the-art*";
  - TBL1 +, ETCS, GSM-R (systèmes ATP et de communication);
- SNCB investit dans un système de gestion de la sécurité harmonisé : grâce à un "dialogue avec les parties concernées", ces parties concernées (en particulier Infrabel) sont étroitement impliquées dans la politique interne de sécurité.

La vision à propos de la sécurité et la déclaration ont été traduites en dix objectifs stratégiques:

<b>Veiligheidscultuur en dialoog met de belanghebbenden</b>	<b>Veiligheidsinvesteringen</b>	<b>Veiligheidsbeheer</b>
S2 Verzorg een ondersteunende veiligheidscultuur doorheen de hele NMBS	S5 Investeer in technologie en uitrusting om de veiligheidsprestaties te verbeteren	S8 Ontwikkel en implementeer een allesomvattend risico-gebaseerd veiligheidsbeheersysteem
S3 Implementeer een allesomvattend communicatieplan naar de voornaamste belanghebbenden	S6 Integreren van veiligheidsanalyses in alle grote investeringen	S9 Het implementeren van een doeltreffende en ondersteunende veiligheidsorganisatie over alle NMBS managementniveau's heen
S4 Integreer veiligheidsprestaties in de evaluatie van alle veiligheidskritische personeelsleden	S7 Ontwikkeling van het personeelsbestand zodat het veiligheidsbeheersysteem uitgevoerd kan worden	S10 Het verduidelijken van de verantwoordelijkheden van alle veiligheidsactoren

*Extrait du SGS de la SNCB*

### 3.2.1.2. MAÎTRISE DES RISQUES

Au niveau de l'exploitation de l'infrastructure ferroviaire et de la circulation des trains, le risque de nez-à-nez de deux trains existe et a clairement été identifié par le secteur ferroviaire depuis de nombreuses décennies : la réglementation et les dispositifs techniques et technologiques (signalisation, système d'aide à la conduite, etc.) sont utilisés pour maîtriser ce risque.

#### **Gestion des risques partagés**

Les risques partagés sont des risques liés aux activités menées au niveau des interfaces et dont la responsabilité et la gestion sont divisées entre divers tiers tels que gestionnaire de l'infrastructure, entreprises ferroviaires, ECM,...

L'identification des risques s'opère via le rapportage et l'analyse d'incidents et d'accidents, ainsi que par le biais des audits et des analyses de risques qui sont exécutés dans le cadre du système de gestion de la sécurité.

Divers moyens ont été mis en place par les acteurs concernés, afin de gérer les risques identifiés :

- **la législation et la réglementation :**

La réglementation relative à la signalisation que doivent suivre les conducteurs pour l'exécution des mouvements de leurs trains en toute sécurité est rassemblée au sein du RSEIF (Règles de Sécurité en matière d'Exploitation de l'Infrastructure Ferroviaire, règlement d'Infrabel). Le RSEIF doit permettre aux entreprises ferroviaires (EF) d'utiliser le réseau ferroviaire belge en toute sécurité et est utilisé par Infrabel et les EF comme fil conducteur pour établir leurs propres prescriptions de sécurité. A la SNCB, cette réglementation à caractère national est retranscrite au sein du Livret HLT destinés à ses conducteurs de trains. La législation permet de fixer les exigences que doit remplir le matériel roulant pour être autorisé à circuler sur le réseau ferroviaire : elles sont définies à l'annexe I de l'Arrêté Royal du 1<sup>er</sup> juillet 2014 portant adoption des exigences applicables au matériel roulant pour l'utilisation des sillons.

- **la mise en place de solutions techniques :**

Dans le cadre de la gestion des risques liés au dépassement d'un signal fermé, l'implémentation du système TBL1+ sur le système ferroviaire belge est initiée en 2009. Cette solution constitue le premier pas vers l'implémentation du système d'interopérabilité européen (ETCS).

Il s'agit d'un système d'aide à la conduite reposant sur une balise dans la voie qui envoie un signal électromagnétique capté par une antenne placée sous le matériel roulant.

Grâce à ce système, et expliqué de façon simplifiée, lorsque le train s'approche d'un signal rouge, une lampe s'allume dans le poste de conduite. Le système TBL1+ provoque automatiquement un freinage d'urgence lorsqu'un train franchit un signal fermé (balise SBG= balise à hauteur du signal) ou dépasse la vitesse de 40 km/h à 300m en amont du signal fermé (balise IBG du signal). Ainsi, le train ne peut dépasser une vitesse de 40 km/h dans les 300 derniers mètres qui le séparent du signal fermé.

- **les outils d'échange :**

**les réunions Safety Desk :**

Il s'agit d'une assemblée à laquelle sont invitées toutes les entreprises ferroviaires pour que, en commun, se tienne une discussion ouverte sur la réglementation et sur la sécurité d'exploitation.

**les réunions SPAD Desk :**

Infrabel organise la SPAD Desk dans le cadre du troisième avenant au contrat de gestion<sup>4</sup>. L'objectif est d'élaborer un plan d'action des dépassements de signaux en collaboration avec le secteur ferroviaire afin de faire diminuer le nombre de dépassements de signaux.

Divers objectifs sont poursuivis par ce SPAD Desk:

- Gestion du plan d'action des dépassements de signaux 2012-2015
- Optimisation des méthodes de gestion des risques
- Poursuivre le groupe de travail "dépassements de signaux"
- Rédiger / Actualiser le plan d'action voies accessoires

**les réunions du groupe de travail "Dépassements de signaux" :**

L'objectif de ce groupe de travail réunissant Infrabel, les entreprises ferroviaires et le SSICF est de minimiser le risque d'un nouveau dépassement au moyen de mesures adéquates déterminées en concertation et en collaboration entre toutes les parties concernées. Lorsqu'un signal est dépassé plus d'une fois sur une période de 24 mois, une étude est réalisée pour tenter de déterminer toutes les causes sous-jacentes à l'origine de la répétition de ce dépassement de signal, de même que des mesures concrètes spécifiques au cas du signal étudié (adaptations et/ou modifications à la réglementation et à l'infrastructure, informations et/ou formations dispensées au personnel de terrain, ...).

**les outils de communication EF ↔ GI :**

Lorsqu'il constate une anomalie (obstacle, le conducteur doit la signaler directement au Traffic Control.

Afin de transmettre des informations sur une anomalie non urgente, le conducteur a la possibilité de remplir un formulaire E360, qui sera directement transmis au GI.

Enfin, le SAFE-In est une application électronique développée par Infrabel pour permettre à ses clients (les EF) de signaler toute anomalie non urgente observée à l'infrastructure, et annotée par les conducteurs dans leurs rapports.

## Gestion du risque par Infrabel

Lors de la rédaction de la première version du SGS, Infrabel a réalisé une analyse des risques de façon semi-quantitative en se basant sur l'historique disponible des données.

L'objectif de cette analyse était de déterminer :

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

Depuis, les analyses de risques se font de façon continue.

Parmi le top 10 des risques relatifs à la sécurité d'exploitation, figure le franchissement abusif de signal menant à une collision frontale.

Des solutions sont rapidement apparues pour gérer le risque de collision :

- **la réglementation :**

La réglementation d'Infrabel (RGE (Règlement Général d'Exploitation) et RSEIF (Règles de Sécurité en matière d'Exploitation de l'Infrastructure Ferroviaire)) est basée sur l'expérience ainsi que sur les acquis techniques et opérationnels du secteur ferroviaire. Elle donne les prescriptions de sécurité pour l'exploitation de l'infrastructure ferroviaire, et son évolution a permis de tenir compte des règles et normes (UIC, RID, etc.) d'une part, et législations (belges ou internationales) d'autre part.

- **la mise en place de solutions techniques, les systèmes ATP :**

L'identification du risque de franchissement d'un signal fermé avait mené le secteur ferroviaire belge à décider l'installation du système d'aide à la conduite TBL1+ (système homologué en 2009).

Suite à l'accident de Buizingen en février 2010, Infrabel a décidé d'accélérer le planning d'implémentation de la TBL1+. En 2014, le système TBL1+ équipait 5985 signaux, ce qui représente 65% des voies principales en service (96% en couverture d'efficacité).

Tous les points nodaux ferroviaires importants sont équipés de la TBL1+ depuis la fin de l'année 2015.

Après l'accident de Buizingen, Infrabel a également développé un *Master Plan ETCS* pour l'installation du système ETCS dans les voies. Le système ETCS (European Train Control System) est un système :

- de signalisation de cabine,
- de protection de la marche des trains,
- qui répond aux critères d'interopérabilité définis par les directives européennes et les spécifications techniques d'interopérabilité (STI).

La protection de la marche des trains est :

- complète quand le train circule à vitesse normale;
- partielle dans des situations spéciales (premier départ d'un train, franchissement autorisé de signal fermé, manœuvres ...).

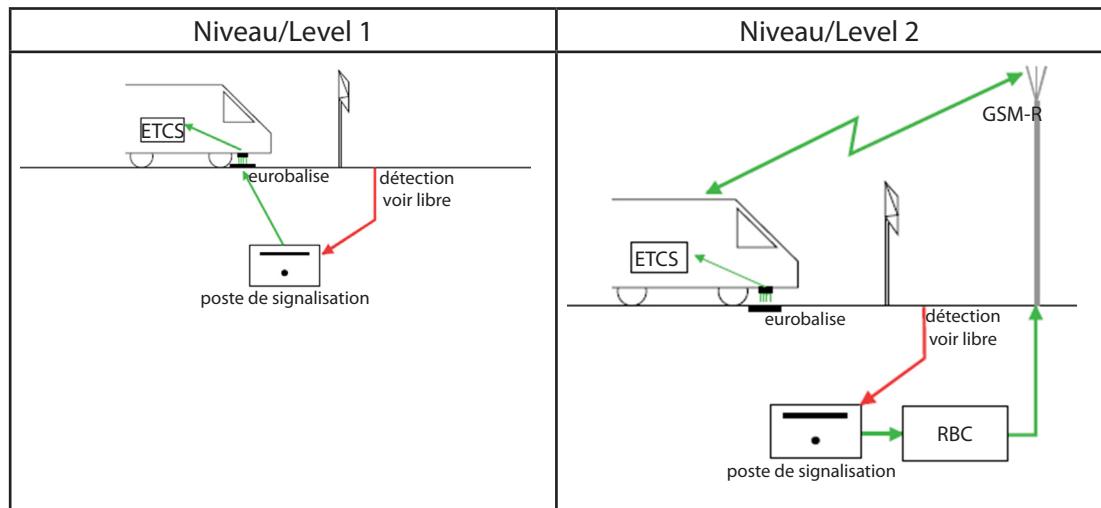
Grâce à des balises dans la voie et au système à bord du train, il est possible de détecter la position du train et de lui transmettre les informations requises pour son trajet).

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<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> La stratégie a été validée et approuvée par le gouvernement belge en octobre 2011.

Au cours des étapes intermédiaires qui courront jusqu'en 2022, le réseau sera équipé en partie de l'ETCS niveau 1 (L1), de l'ETCS niveau 2 (L2) (sur les grands axes, entre autres) et d'un niveau 1 Limited Supervision (L1 LS - ce niveau est un intermédiaire entre l'ETCS L1 et la signalisation latérale puisque le conducteur doit observer les signaux le long de la voie mais bénéficie d'une certaine supervision).

En ETCS (niveau 1 et 2), la détection des trains est assurée par les circuits de voie. L'interlocking du niveau 1 pilote les Eurobalises et le LEU, tandis que l'interlocking du niveau 2 pilote le RBC qui communique avec le train.



En ETCS L1 et L1 LS, toutes les données relatives aux autorisations de mouvement, de même que les données odométriques du train, sont transmises ponctuellement à l'équipement de bord par les Eurobalises au moment de leur franchissement (et le système-sol n'a pas connaissance de l'identité des trains qui les captent).

En ETCS L2, la communication via GSM-R permet une transmission continue des données. Plusieurs versions de l'ETCS Level 2 ont été définies successivement :

- la version 2.2.2 date de 2002 et n'est plus autorisée pour les nouveaux projets ;
- la version 2.3.0d est en vigueur et proposée par l'industrie : il s'agit de la première version interopérable ;
- la version 3.3.0 (baseline 3) est également en vigueur depuis le 01/01/2013 ; en cours de développement, elle offre des fonctionnalités supplémentaires. Un train équipé selon la baseline 3 devra être capable de circuler sur une ligne équipée selon la version 2.3.0d mais l'inverse n'est pas vrai.

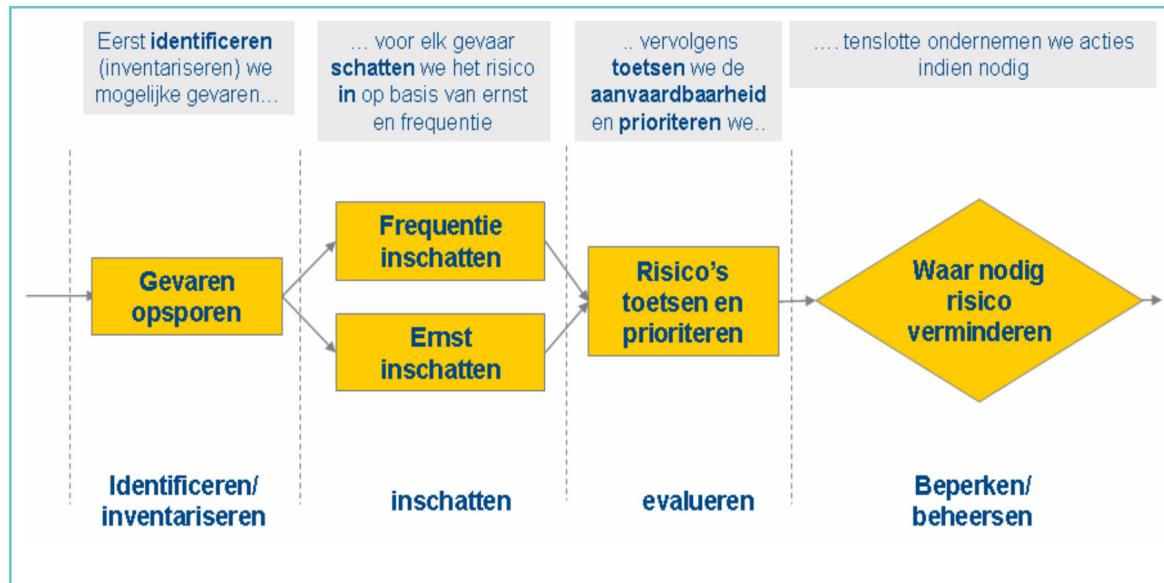
Sur le réseau Infrabel :

- les L.3, L.4 ont été équipées selon une version "2.2.2 + CR" c'est-à-dire une version 2.2.2 avec des modifications dues au fait que certaines spécifications 2.2.2 étaient sujettes à interprétation. Les rames Thalys et ICE3 circulant sur ces lignes ont été équipées également selon cette version.
- les lignes du réseau conventionnel sont équipées selon la version "2.3.0d" ;
- les lignes équipées en Limited Supervision seront équipées selon la baseline 3.

Fin 2015, 1228 km de voies (soit 19%) étaient équipées du système ETCS (toutes versions confondues) et le *masterplan* d'Infrabel prévoit la fin de l'installation de l'ensemble du réseau fin 2022.

## Gestion du risque par SNCB

Les activités "core business" de la SNCB ont été répertoriées et analysées afin d'en déterminer les interactions avec la sécurité d'exploitation. Dans chacun des cas où la sécurité d'exploitation joue un rôle, les risques et la manière dont ils sont couverts ont été analysés.



Extrait du SGS de la SNCB

Le respect des signaux de signalisation et des ordres formulés par le GI fait partie des risques identifiés par la SNCB. L'entreprise ferroviaire couvre ce risque par :

- **la réglementation :**

Le respect des règlements émis par le GI (RSEIF d'Infrabel) ainsi du livret HLT (réglementation interne de la SNCB à l'adresse de ses conducteurs) est l'un des éléments sur lequel se base la SNCB pour assurer la sécurité lors des mouvements de ses trains.

Du point de vue du matériel roulant, l'Arrêté royal du 1er juillet 2014 définit les exigences applicables au matériel roulant pour l'utilisation des sillons. La Partie A de l'Annexe de cet AR détaille les exigences techniques que doit remplir le matériel roulant et fait référence à divers documents de références tels que des Décisions de la Commission Européenne, des fiches UIC, des normes EN, des documentations issus de REX, des STI, etc.

- **des solutions techniques :**

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+, à l'exception des locomotives TRAXX.

La SNCB a développé, suite à l'accident de Buizingen, un *Master Plan* 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.

- **la formation et le suivi des conducteurs**

#### **La formation des conducteurs**

L'Arrêté Royal du 12 mars 2008 porte agrément de la SNCB en tant qu'organisme chargé de fournir des services de formation aux conducteurs de train et au personnel de bord : de cette façon, la SNCB satisfait à l'article 4 de l'Arrêté Royal du 18 janvier 2008 relatif à la fournitue de services de formation aux conducteurs de train et au personnel de bord.

Le conducteur reçoit une formation de base et des formations complémentaires, déterminant le type de licence du conducteur. L'attestation de connaissance de ligne, annexe à la licence de conducteur de train, est délivrée par l'EF ou le GI qui confirme par-là reconnaître que le conducteur :

- possède les connaissances prescrites par les règles de sécurité en matière de connaissance de lignes;
- satisfait aux formations fondamentales et complémentaires en matière de dispositions particulières relatives à certaines lignes ou tronçons.

#### **Le suivi des conducteurs**

Une fois la formation terminée et le conducteur en activité, un service de la SNCB assure un suivi des conducteurs notamment par l'analyse des données enregistrées à bord des trains de façon automatique durant les trajets : freinage, acquittement des signaux, etc.

Le suivi des nouveaux conducteurs est assurée par la direction Transport.

### 3.2.1.3. CONTRÔLES

#### **Enquête et rapport d'enquête : Infrabel**

Une enquête sur un presqu'accident ou un précurseur est importante car elle donne des indications sur les anomalies et écarts intervenus au sein des processus du SGS, tout en mettant en lumière l'efficacité des barrières de maîtrise et de récupération.

Suite à l'incident, l'enquêteur Infrabel (I-TMS) s'est rendu sur le terrain. Les données sont étudiées et analysées afin d'effectuer une prévention ciblée. Le service I-TMS effectue un retour vers les différents départements et directions d'Infrabel, mais également vers les entreprises ferroviaires, pour améliorer la sécurité opérationnelle.

#### **Enquête et rapport d'enquête : SNCB**

Dans le cas d'un accident avec des conséquences importantes, mais également dans les cas d'incidents et de presqu'accidents, la SNCB effectue une enquête approfondie en plus de l'enquête de base. Elle est menée par l'unité centrale de sécurité et / ou une cellule de sécurité.

Un "First Investigator" de la SNCB s'est rendu sur le site de Schaerbeek après l'incident.

Selon la loi (art. 93 de la loi du 30 août 2013 portant le code ferroviaire), le rapport d'enquête doit également être envoyé à l'OE. En date du 13/05/2016, l'OE ne dispose pas des rapports d'enquête d'Infrabel et de la SNCB.

#### **Indicateurs de Sécurité Communs (ISC)**

La Directive 2004/49 prévoit que les SGS du GI et des EF doivent intégrer des objectifs de sécurité communs (OSC) et des méthodes de sécurité communes (MSC). Il est donc nécessaire d'établir des indicateurs de sécurité communs (ISC) pour évaluer la conformité du système avec les OSC et faciliter le contrôle des performances de sécurité du chemin de fer.

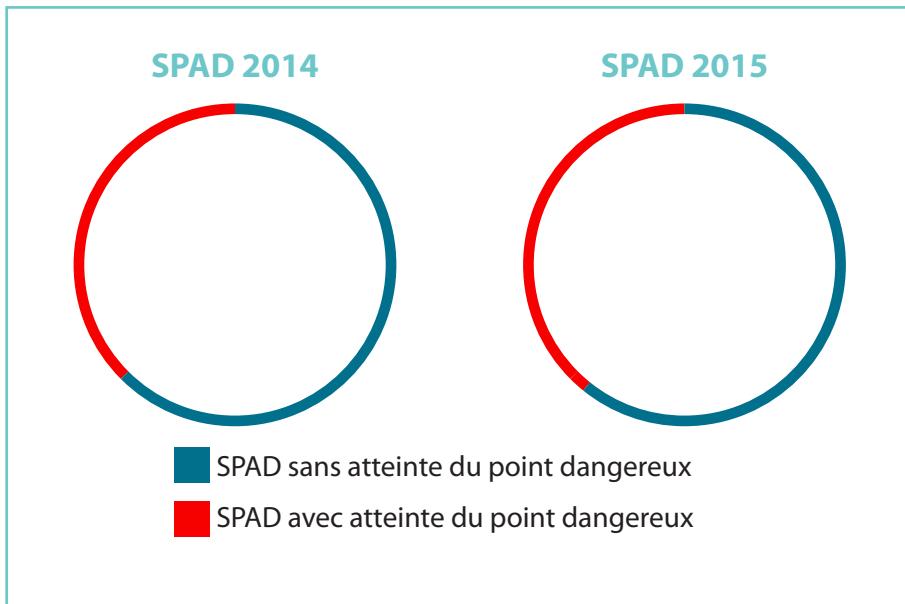
Le nombre de franchissements de signal fermé (SPAD) est l'un de ces indicateurs relatifs aux précurseurs d'accidents.

L'article 9 de la Directive 2004/49 prévoit que, chaque année, avant le 30 juin, le GI et les EF soumettent à l'autorité nationale de sécurité (SSICF) un rapport annuel sur la sécurité concernant l'année civile précédente. Le SSICF publie annuellement en date du 30 septembre son rapport annuel reprenant ces statistiques agrégées.

Année	Nombre de précurseurs d'accidents							Train®Km (MLN)
	Nombre de ruptures de rail	Nombre de gauchisements de voies	Nombre d'erreurs de signalisations	Nombre de signaux passés en situation de danger	Nombre de bris de roues sur matériel roulant en service	Nombre de ruptures d'essieu sur matériel roulant en service	Total	
2006	115	1	1	55	0	0	172	93
2007	98	0	1	81	1	0	181	94
2008	281	0	1	97	1	0	380	93
2009	30	0	2	75	0	0	107	98
2010	67	5	2	104	0	0	178	101
2011	45	21	2	91	0	0	159	101
2012	52	26	12	75	0	0	165	99
2013	76	29	4	56	1	0	166	97
2014	57	6	3	66	0	0	132	97

Extrait des statistiques des SPAD reprises dans le rapport annuel 2014 du SSICF

Suite aux récentes mises à jour des informations contenues dans la base de données de l'OE, il est également possible d'extraire la proportion entre les SPAD avec atteinte du point dangereux couvert par le signal dépassé, et les SPAD sans atteinte du point dangereux couvert.



Le nombre de SPAD en VP et VA-accès-VP<sup>6</sup> est plus élevé en 2015 (92 cas) qu'en 2014 (66 cas). Le pourcentage de ces cas de SPAD avec atteinte du point dangereux passe de 42,4% (en 2014) à 43,5% (en 2015).

### **Collecte et analyse de données par Infrabel**

En plus des ISC, Infrabel a développé des indicateurs internes lui permettant de suivre de façon plus précise la sécurité de ses activités.

Ces indicateurs internes permettent une représentation chiffrée de l'évolution dans le temps d'un élément particulier impliqué dans la gestion de la sécurité d'exploitation.

Les indicateurs ont pour but :

- de comprendre ce qui s'est passé sur une certaine période;
- de permettre une comparaison avec les objectifs de sécurité (européens, nationaux, internes);
- de déterminer les valeurs cibles stratégiques associées à une vision;
- de déterminer des plans d'action concrets;
- de suivre la réalisation de ces plans d'actions.

Les Indicateurs de Sécurité Infrabel (ISI) assurent un suivi trimestriel et ont une définition plus large que les Indicateurs de Sécurité Communs (ISC), en englobant plus de types d'accidents et incidents.

Les ISI incluent également divers paramètres "précurseurs d'accidents".

Les ISI font l'objet d'un rapportage trimestriel vers le Comité de Direction et le Conseil d'administration. Les objectifs sont fixés annuellement pour chaque indicateur et restent les mêmes pour les quatre trimestres suivants.

Actuellement, les systèmes mis en place utilisent les événements ayant un impact sur les personnes, sur les retards d'exploitation ou un impact au niveau budgétaire.

Outre ces indicateurs, les procédures mises en place chez Infrabel permettent d'enregistrer, à un niveau technique, divers événements survenant sur le réseau ferroviaire. C'est ainsi que les DOBMI (Detectie/Détection Ontijdige Beweging Intempestif<sup>7</sup>) sont enregistrés dans les log-books EBP. Ils font régulièrement l'objet d'une recherche et d'une analyse : un DOBMI peut en effet avoir des causes diverses (un SPAD, une défaillance d'un organe de détection dans la voie, ...), influençant les actions correctrices qui en découlent.

### **Collecte et analyse des données des enregistreurs de bord par la SNCB**

Pour une entreprise ferroviaire, vérifier la conformité des tâches réalisées par ses conducteurs est l'un de ces indicateurs (d'autres indicateurs existent pour les autres activités de la SNCB).

L'analyse des données enregistrées par le matériel roulant est l'un des outils à sa disposition.

Un service de la SNCB analyse les données enregistrées, tant dans un but technique (détection de problèmes aux appareils enregistreurs, gestion de la base de données des crocodiles dérangés,...) qu'à des fins d'analyse de la conduite des conducteurs (respect de la réglementation et des règles de conduite, suivi des comportements de conduite,...).

### **3.2.1.4. APPRENTISSAGE ORGANISATIONNEL**

#### **REX "Return of experience" chez Infrabel**

Le SGS d'Infrabel prévoit l'organisation de processus de REX-RIF (Retour d'Expérience – Risques Ferroviaires).

Les points d'attention durant la procédure du REX sont :

- la vision du sujet et le but du feedback;
- la collecte de données pertinentes et leur traitement;
- l'identification des causes sous-jacentes des problèmes d'exploitation constatés (incidents, ratés, situations dégradées);
- la mise en place de solutions préventives / correctives appropriées;
- la validation sur le long terme et la standardisation de la solution définitive;
- la nature cyclique du feedback, qui se caractérise par la nécessité de respecter le phasage.

#### **REX "Return of experience" à la SNCB**

Les REX de la SNCB sont organisés par direction (B-TC.4, B-TC.6, B-MO, ...). Ils complètent l'analyse des activités quotidiennes.

#### **REX communs EF/Infrabel**

La gestion d'incident et d'accidents impliquant EF et GI nécessitent que les parties impliquées se réunissent pour tirer des leçons des événements et de la gestion post-incident/accident.

La mise en place de REX communs fait partie des recommandations issues du rapport d'enquête de l'OE suite à l'accident de Wetteren.

Suite à l'incident de Schaerbeek, un REX entre Infrabel et la SNCB s'est tenu en date du 05/11/2014.

#### **SPAD Desk**

Dans le respect des contrats de gestion, le SPAD Desk a été créé et regroupe le GI, les EF et le SSICF. Le but est de déterminer les causes des dépassements de signaux pour ensuite définir des objectifs réalisables tant au niveau organisationnel que financier.

Tous les signaux dépassés plus d'une fois au cours d'une période de 24 mois font l'objet d'une attention particulière et d'une action spécifique.

Les adaptations et/ou les modifications à la réglementation ou à l'infrastructure, ou encore les informations ou les formations données au personnel de terrain sont réalisées sur base d'une étude minutieuse comprenant, entre autres : l'analyse des plans de signalisation, de la configuration des lieux au moyen d'un film ou de photographies, la déclaration du personnel (personnel de conduite et de la signalisation) impliqué dans le SPAD, l'étude des éléments de conduite, les renseignements recueillis à partir des données EBP et des documents du poste de signalisation ainsi que de l'expérience des participants au groupe de travail.

Le but est de déterminer les causes sous-jacentes à l'origine de la répétition d'un dépassement de signal. La concertation conduit souvent à des mesures concrètes sur le plan de l'adaptation de l'infrastructure, de la réglementation ou de l'organisation interne des services opérationnels.

## 3.2.2. PROCESSUS DE MISE EN ŒUVRE

### 3.2.2.1. GESTION DES COMPÉTENCES

#### **Formation des agents du mouvement (Infrabel)**

La formation d'un agent du mouvement et d'un signaleur est assurée au travers d'une formation fondamentale (organisée par I-HR<sup>8</sup>) et d'une formation locale (organisée par l'Area en question et/ou par le TC).

La formation fondamentale est composée d'un module de base commun, et d'une formation spécialisée en gestion du trafic ferroviaire.

Depuis 2013, la formation de base intègre une formation linguistique obligatoire pour les agents du Traffic Control (Area Centre).

Depuis la mi-2015, la régularisation finale après la formation locale sur le poste de travail est en outre subordonnée à la réussite préalable d'une évaluation de "bilinguisme fonctionnel".

Au cours de cette évaluation, l'agent est immergé dans un jeu de rôle, où des événements d'exploitation sont mis en scène.

De cette façon, Infrabel s'assure de tester non seulement la compétence linguistique du candidat, mais également sa réactivité dans l'autre langue nationale lors de la survenance d'une "Alarm GSM-R".

Afin d'améliorer la connaissance de la seconde langue nationale des agents déjà en place, des initiatives supplémentaires seront prises à partir de l'automne 2016 par le biais de la formation continue et de publications facilement consultables sur le serveur d'Infrabel.

#### **Formation des conducteurs (SNCB)**

La loi du 30 août 2013 portant le Code Ferroviaire reprend les exigences de formation des conducteurs de train.

La SNCB a prévu, dans son SGS, le parcours pour la formation des conducteurs de trains.

Elle se décompose en :

- une formation de base en cinq phases : l'introduction, l'apprentissage, la mise en pratique, l'approfondissement et la synthèse;
- une formation permanente :
- par un suivi individuel et afin d'assurer le maintien et l'amélioration des compétences du conducteur;
- en vue de la préparation à la recertification.

Chaque année, afin de combler les lacunes constatées, la formation permanente est adaptée selon:

- les divers incidents ou accidents relatés par le dispatching central;
- les rapports d'accidents d'exploitation;
- les diverses fautes relevées par le centre d'analyse des bandes de vitesse;
- les rapports des conducteurs;
- les rapports du personnel de maîtrise;
- les anomalies constatées par le gestionnaire de l'infrastructure et qui ont fait l'objet d'une information soit au personnel de maîtrise soit à la direction Technique et Production.

#### **Formation croisée**

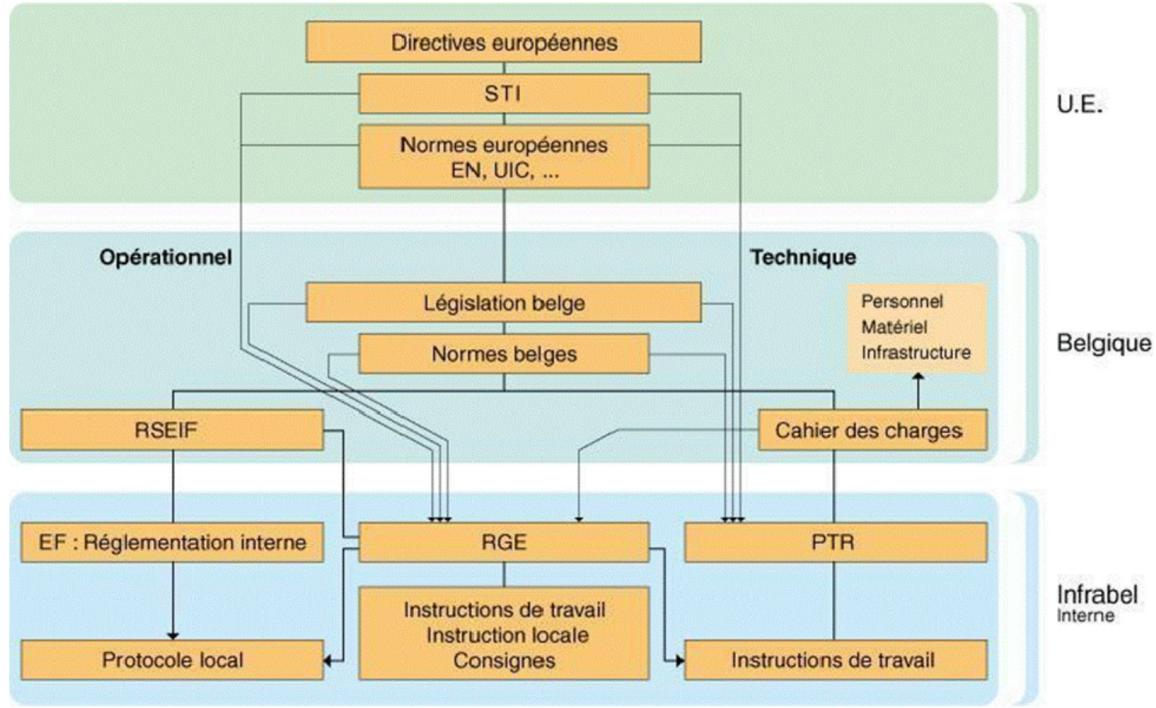
Il a été prévu de croiser les expériences d'agent du mouvement et de conducteur de train dans le courant de l'année 2016 : durant un jour, les conducteurs de trains découvriront la réalité du travail d'agent du mouvement, tandis que les agents du mouvement apprendront ce qu'est le travail de conduite d'un train.

Le but est de permettre aux uns et aux autres de comprendre les contraintes respectives.

### 3.2.2. GESTION DE LA DOCUMENTATION

#### Infrabel

La structure hiérarchique de la réglementation de sécurité applicable sur le réseau belge est synthétisée dans un schéma à trois niveaux :



Structure de la réglementation (source: Infrabel)

L'organisation opérationnelle d'Infrabel gère divers types d'informations, entre autres, pour l'exploitation et pour ses activités de gestionnaire de l'infrastructure :

- les instructions permanentes concernant l'exploitation ;
- informations et documents relatifs à la sécurité de l'exploitation ;
- informations opérationnelles urgentes concernant les mouvements des trains.

Les exigences et processus concernant l'élaboration, la transmission et l'archivage des informations sont différents selon les types d'information.

Dans cette optique, le RSEIF (Règles de Sécurité en matière d'Exploitation de l'Infrastructure Ferroviaire) est diffusé de façon électronique au format PDF : il s'agit d'un document destiné aux entreprises ferroviaires circulant sur le réseau d'Infrabel.

## **SNCB**

La documentation est toujours structurée selon les normes internes de la SNCB ou selon les normes de chacune des directions.

La cellule de sécurité veille à ce que les informations de sécurité soient exactes, complètes, cohérentes, compréhensibles, à jour et documentées.

Divers documents assurent la transmission d'informations aux conducteurs:

- "Livre HLT" et "Instructions pour la conduite et guide de dépannage"
- les livres d'ordres, communications à propos de la sécurité tant de la circulation que du personnel;
- les plans PSS des lignes parcourues;
- le tableau pour les messages urgents, messages en temps réel sur la sécurité du trafic et le personnel ainsi que la régularité du trafic;
- les fiches d'information contenant:
  - des consignes de première catégorie (opérations à effectuer à certaines places);
  - des dispositions spécifiques applicables dans certaines installations;
- les panneaux d'affichage, des avis sur l'organisation du service;
- les communications B-TC.6 (TR.09 / TR23 / TR2 / T10.4 / M22 / MA22) donnant des commentaires (retour d'expérience) sur des incidents à répétition, à savoir:
  - problèmes relatifs au freinage;
  - problèmes relatifs à la traction (électrique et diesel)
  - engins moteurs;
  - incidents contre la sécurité (dépassemens de signal, ...);
  - responsabilité lors de retards.

La notification d'instruction est effectuée via :

- distribution individuelle (fiche D24);
- affichage des avis dans le local de service;
- transfert avant et pendant le service (prestation du conducteur).

### 3.2.3. ACTIVITÉS OPÉRATIONNELLES

#### 3.2.3.1. PLANS D'URGENCE

##### **Plan d'urgence d'Infrabel**

Le Plan Interne d'Urgence (PIU) d'Infrabel est prévu dans le SGS d'Infrabel.

Il s'agit d'un plan interne d'urgence s'appliquant au domaine d'exploitation ferroviaire géré par Infrabel. Il décrit, de manière générale, les mesures à prendre par le gestionnaire de l'infrastructure et auxquelles les entreprises ferroviaires concernées sont tenus d'obtempérer aux fins d'une gestion correcte de la situation d'urgence ou de la menace d'une telle situation, engendrée par un événement touchant le domaine d'exploitation ferroviaire, tout en s'inscrivant de manière adéquate dans la logique des dispositions prévues par des instruments légaux.

Bien que le plan d'urgence soit décrit au sein du SGS, chaque accident a sa spécificité propre. Infrabel rappelle donc, dans le document décrivant le PIU, qu'il appartient aux responsables appelés à intervenir de faire preuve d'initiative et de juger des mesures spéciales à prendre en fonction des informations collectées et/ou des constatations effectuées, du danger réel ainsi que des conséquences réelles ou potentielles de l'accident.

Conformément à ce qui est prévu dans le planification d'urgence, le Leader Infrabel reçoit chaque année une formation sur les tâches qui lui incombent. Cette formation est dispensée lors des formations permanentes.

##### **Plan d'urgence de la SNCB**

Le plan interne d'intervention de la SNCB (B-PII) comporte les mesures que prend la SNCB afin d'assister ses clients en cas d'incidents (retards, accidents) et de situations d'urgence qui compromettent le service.

Une situation d'urgence est tout incident qui entraîne ou qui est susceptible d'entraîner des conséquences dommageables pour la vie sociale, comme un trouble grave de la sécurité publique, une menace grave contre la vie ou la santé des personnes et / ou contre des intérêts matériels importants, et qui nécessite la coordination des disciplines afin de faire disparaître la menace ou de limiter les conséquences néfastes.

L'objectif du plan est de rétablir un service normal de manière conviviale aussi vite que possible.



Schéma extrait de l'Avis 8 B-CF / 2013 - Plan Interne d'Intervention SNCB (B-PII) - Communications<sup>9</sup>

Ce plan compile les résultats des mesures matérielles et organisationnelles que prend la SNCB pour:

- limiter les conséquences néfastes d'une situation d'urgence;
- prévenir plus de dommages aux personnes, aux installations, aux marchandises et à l'environnement;
- apporter de l'assistance aux voyageurs;
- rétablir la situation normale;
- apporter aux victimes une assistance a posteriori, y compris un soutien psychologique;
- tirer les leçons de la manière dont le plan a été appliqué dans la pratique.

Les mesures du plan portent sur :

- le rétablissement du service pour ce qui concerne le trajet prévu du train;
- la diffusion d'informations relatives à la situation perturbée;
- l'évacuation en sécurité des voyageurs et collaborateurs;
- l'organisation d'un transport alternatif;
- l'approvisionnement en nourriture et boissons si le temps d'évacuation le nécessite;
- la recherche de solutions en cas d'impossibilité de transport.

Les communications venant du terrain (provenant de la SNCB ou de l'extérieur) doivent comporter des informations précises. Tout agent, indépendamment de son grade ou de son service, a le devoir de communiquer les incidents et situations d'urgence et ce, via les moyens et les informations présents dans les circonstances données. Le RDV, qui reçoit ces informations, évalue sur la base des données si le B-PII doit être proclamé.

Sur le terrain, la coordination des différentes interventions de la SNCB est assurée par le "coordinateur intervention SNCB", désigné par la hiérarchie parmi le personnel de gare.

Lorsque les services de secours d'Infrabel et / ou les instances civiles (via Infrabel) opèrent également sur le terrain, il coordonne ces interventions. Afin d'être reconnaissable, le "coordinateur intervention SNCB" porte des vêtements spécifiques sur lesquels il est inscrit respectivement "coordinateur intervention SNCB" ou "coördinator interventie NMBS".

Selon l'avis 17 B-TR/2016, cette activité est exclusivement réservée aux agents ayant reçu et lauréats de la formation "Mouvement".

#### **9. FORMATION DU PERSONNEL SNCB - COMPETENCES DE BASE POUR TOUT LE PERSONNEL SNCB APPELÉ A INTERVENIR SUR LE TERRAIN.**

Tous les agents SNCB qui peuvent être appelés à intervenir sur le terrain doivent obligatoirement maîtriser correctement les aptitudes suivantes :

- Sécurité du travail : dangers des travaux en environnement ferroviaire
- Mise hors tension et mise à la terre de la caténaire
- Premiers secours
- Connaissances de base en lutte contre l'incendie
- Présent plan interne d'intervention SNCB
- Discipline de conversation-communication
- Dangers de l'exploitation en environnement ferroviaire

#### **FORMATION SPECIFIQUE POUR LES FONCTIONNAIRES QUI AGISSENT EN TANT QUE "COORDINATEUR INTERVENTION SNCB"**

##### **FORMATION**

- Seul un agent ou fonctionnaire lauréat de la formation "mouvement" peut faire office de coordinateur intervention SNCB
- Les compétences de base telles que décrites ci-avant
- La gestion de situations de crise sur le rail belge
- La législation en matière de sécurité civile en insistant sur les définitions et la terminologie
- Plan Interne d'Intervention SNCB
- Plan d'Urgence Interne Infrabel
- La conduite d'un véhicule prioritaire
- La structure et l'organisation des services incendie, police, protection civile, organismes d'enquête

##### **VALIDATION DES APTITUDES PAR EXERCICES**

La formation est validée par un exercice (sur tablette) durant lequel la totalité des aptitudes et la compréhension du candidat sont testées.

Il est clair qu'une erreur commise à l'encontre de la sécurité empêche la validation du candidat et peut par ailleurs, donner lieu à une vérification de ses connaissances en matière de règles de sécurité.

## 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 1er juillet 2014 portant adoption des exigences applicables au matériel roulant pour l'utilisation des sillons.
- 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

##### **RSEIF 3.1 - Chapitre 2.3 - Aspect présentés par les feux principaux**

###### **2.3.3 Aspect "Double Jaune"**

###### **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.

### 3.3.2.2. SNCF

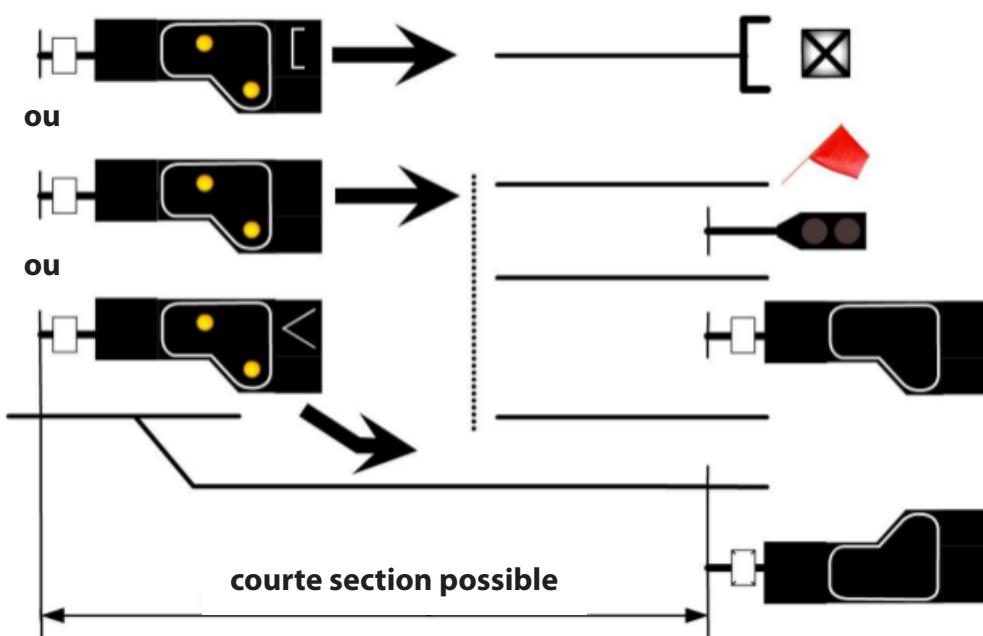
#### Livret HLT II.A.4

##### 3.4 Règles de conduite

###### 3.4.2 Aspect 2J

Avec l'aspect 2J, la longueur de la section à laquelle le signal donne accès peut être inférieure à la distance d'arrêt (courte section) ; le conducteur règle la vitesse du convoi de manière à approcher prudemment le signal d'arrêt suivant pouvant interdire le passage ; il réduit au besoin la vitesse de manière :

- à pouvoir marquer l'arrêt sur la distance de perception du signal d'arrêt ;
- à ne pas dépasser 40 km/h 300m en amont du signal d'arrêt lorsque celui-ci interdit le passage, est ouvert en petit mouvement ou n'est pas visible à cette distance.



Le signal suivant étant un grand signal d'arrêt, le conducteur qui aperçoit dans le lointain que ce signal est au passage n'accélère jamais avant de s'être suffisamment approché que pour constater avec certitude que le signal n'impose aucune restriction.

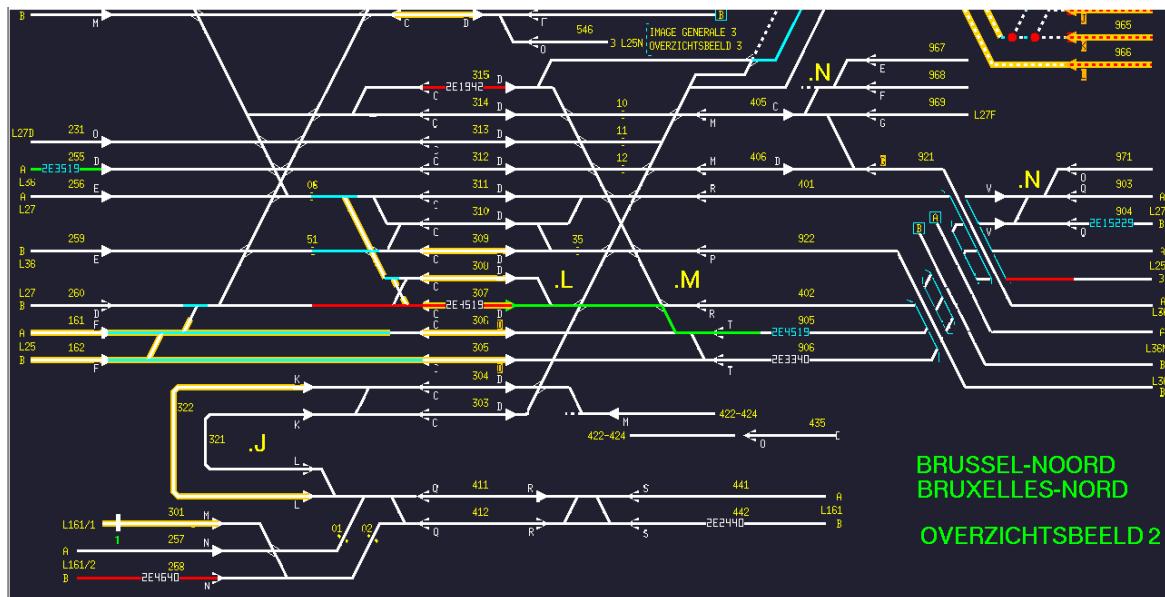
A la sortie d'une gare, une vitesse réduite par rapport à la vitesse normale autorisée à l'endroit est à maintenir jusqu'au moment où la perception du signal suivant permet le relèvement de vitesse.

### **3.4. FONCTIONNEMENT DU MATERIEL ROULANT ET DES INSTALLATIONS TECHNIQUES**

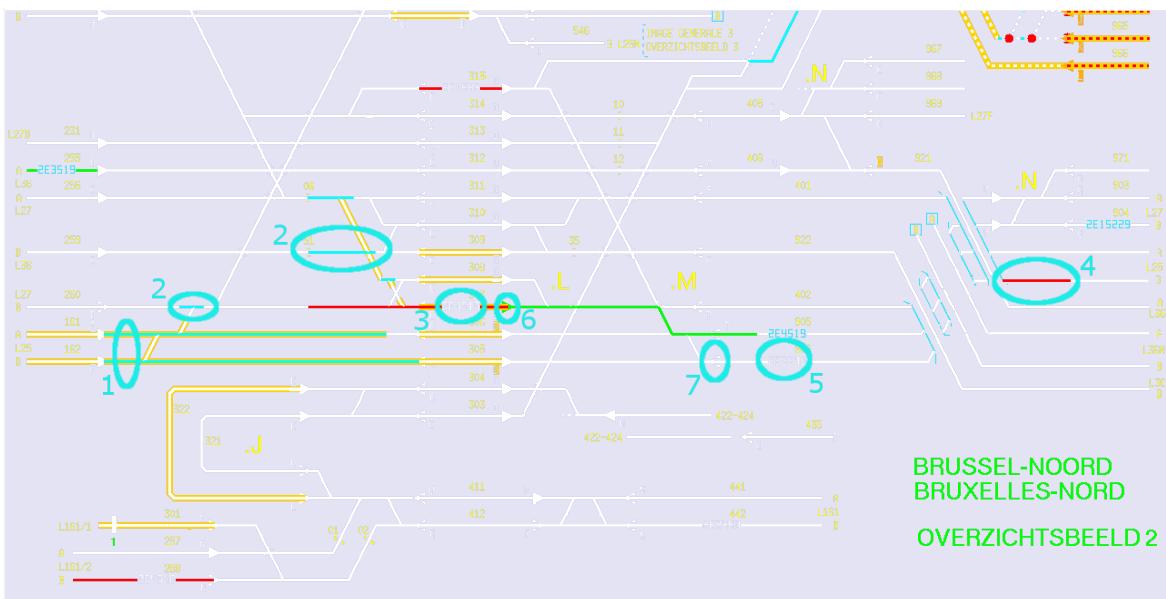
### **3.4.1. SYSTÈME DE SIGNALISATION ET DE CONTRÔLE**

### 3.4.1.1. SIGNALISATION

Le dépassement de signal s'est déroulé dans la zone EBP de Bruxelles-Nord.  
Les images EBP ci-après permettent d'étudier les itinéraires parcourus, l'occupation des tronçons,  
l'état de la signalisation et l'état réel du trafic.



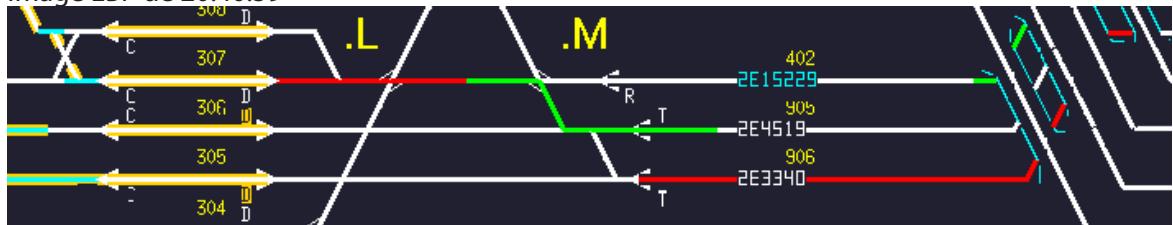
Capture d'écran EBP (source: Infrabel)



Capture d'écran EBP retravaillée pour mettre en évidence les éléments (voir ci-après)

- 1 En raison de travaux prévus, les voies A et B de la ligne 25 sont placés en protection (symbolisé par la double ligne jaune) : l'accès à ces voies ne sont autorisé que sous certaines conditions.
  - 2 Pour des raisons de sécurité, un aiguillage de la lignes 27 (voie B) est immobilisé entre Bruxelles Nord et Schaerbeek (couleur cyan).
  - 3 Le train E4519 occupe la voie B de la ligne 27 entre la gare de Bruxelles Nord et Schaerbeek et la voie VII de la gare de Schaerbeek (ligne rouge).
  - 4 Le train E3340 (ligne rouge) arrive depuis Vilvoorde et roule sur la voie B de la ligne 25.
  - 5 L'itinéraire du train E3340 n'est pas enclenché mais la voie est libre (ligne blanche).
  - 6 Le signal de sortie de la gare de Schaerbeek est ouvert (triangle vert) et l'itinéraire du train E4519 est enclenché de la voie B de la ligne 27 en direction de la voie A de la ligne 25 (en direction de Vilvoorde) : les aiguillages 30L (en position droite), 31L (en position droite) et 32L (en position gauche) sont enclenchés pour diriger le train E4519.
  - 7 Le signal T-M.08 est fermé (triangle blanc).

Image EBP de 20:40:59



- le train E4519 parcourt l'itinéraire entre le signal DX7-I.8 (voie 307 – signal "D" sur l'écran EBP) et la voie 905. Les circuits de voie occupés situés juste après le signal D sont colorés de rouge.
- le train E3340 parcourt l'itinéraire vers le gril de Schaerbeek : sur l'image, le train occupe les circuits de voie depuis la ligne L.25 B (voir image précédente) jusqu'au circuit de voie se trouvant avant le signal T-M.8 (voie 906 – signal "T" sur l'écran EBP).

Image EBP de 20:41:28



- le train E4519 continue de parcourir son itinéraire : il se trouve en amont du signal TX-M.8, rencontré de dos, (voie 905 – signal "T" sur l'écran EBP) et occupe divers appareils de voie (aiguillage 32L situé en amont du signal TX-M.8, l'aiguillage 31L et l'appareil de voie 30L de la TJD).
- le train E3340 a libéré divers circuits de voie et il se trouve en amont du signal T-M.8 (voie 906 – signal "T" sur l'écran EBP).

Image EBP de 20:41:41



- le train E4519 continue de parcourir son itinéraire : il se trouve en amont du signal TX-M.8, rencontré de dos, (voie 905 – signal "T" sur l'écran EBP) et occupe divers appareils de voie (aiguillage 32L situé en amont du signal TX-M.8, l'aiguillage 31L et l'appareil de voie 30L de la TJD).
- le train E3340 a franchi le signal fermé T-M.8 (voie 906 – signal "T" sur l'écran EBP) et il occupe le circuit de voie/ section en aval du signal. La coloration bistre/orange identifie l'occupation intempestive.

Image de 20:41:45

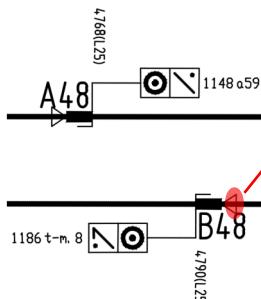


- Le système a placé les voies et appareils de voie impliqués par l'incident en protection (doubles lignes jaunes)

### 3.4.1.2. TBL1+ DANS LES VOIES

#### Description

L'équipement TBL1+ de la voie est le suivant :

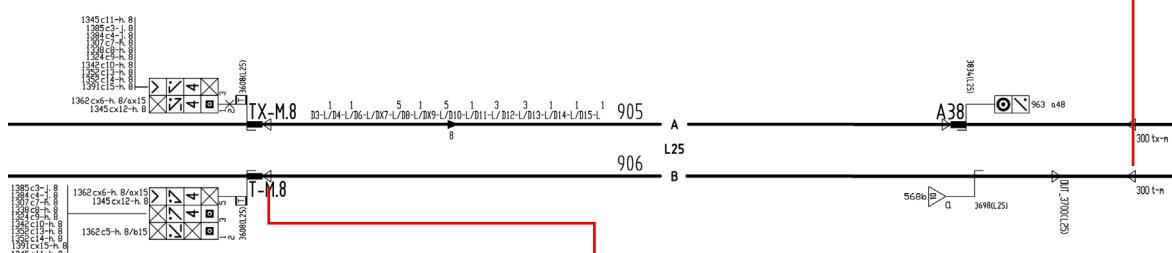


- au signal B48, une balise TBL1+ "Signal Balise Group (SBG)" dont le télégramme émis est fonction de l'aspect du signal B48 (avertisseur du signal T-M.8) et qui inhibe la fonction "crocodile";



Photo d'une balise TBL1+

- à 300 mètres en amont du signal d'arrêt T-M.8 : une Eurobalise TBL1+ "Infill Balise Group (IBG)". Elle inhibe la fonction "crocodile" et émet un télégramme électronique fonction de l'aspect du signal T-M.8.



- au droit du signal d'arrêt T-M.8 : une Eurobalise "Signal Balise Group – SBG", qui inhibe la fonction "crocodile" et qui émet des télégrammes électroniques correspondant à l'aspect du signal T-M.8.

#### Fonctionnement des balises lors du passage du train E3340

Note : des détails concernant les enregistrements à bord du matériel roulant sont également repris au point 3.4.4

Lors du passage du train E3340 au droit de la balise du signal B48, le signal présentait un double jaune. Le conducteur a exprimé sa vigilance. La balise TBL1+ a émis un télégramme, capté par les équipements TBL1+ à bord du matériel roulant : la lampe jaune de mémorisation dans le poste de conduite s'est allumée.

Lors du passage du train E3340 au droit de la balise IBG (300 mètres en amont du signal T-M.8), le télégramme émis a eu comme effet d'allumer la lampe jaune "V<40km/h" dans le poste de conduite et d'activer la fonction CVR<sup>10</sup> (le signal T-M.8 était fermé). La vitesse du train dépassant les 40km/h, un freinage automatique d'urgence du train est initié.

En raison de l'aspect fermé du signal T-M.8, lors du passage du train E3340 sur la balise au droit de ce signal, le télégramme émis par la balise SBG a comme fonction d'allumer (en clignotement) la lampe rouge et d'éteindre la lampe jaune de mémorisation dans le poste de conduite ainsi que de provoquer un freinage d'urgence automatique du train : le freinage d'urgence avait cependant déjà initié au passage de la balise SBG (300 mètres en amont).

L'enquête de l'OE n'a pas révélé de dysfonctionnement des balises TBL1+.

## 3.4.2. INFRASTRUCTURE

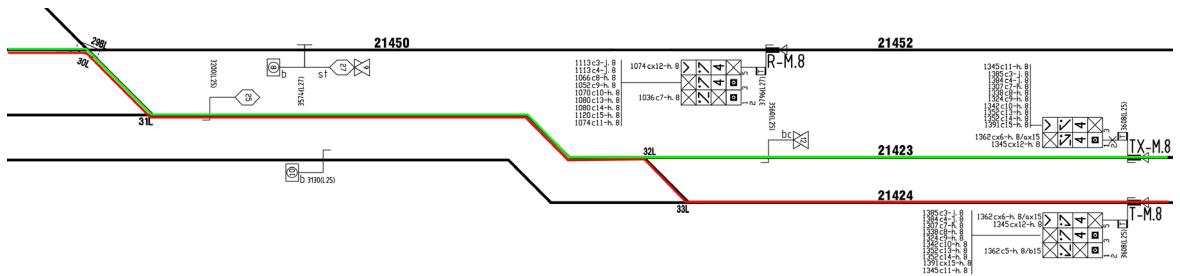
### 3.4.2.1. HISTORIQUE DES AIGUILLAGES ET DE L'INFRASTRUCTURE

Sur un plan datant de 2005, les aiguillages 32L-33L faisaient partie d'une liaison, numérotée 53. Leurs manœuvres étaient donc concentrées : lorsque l'aiguillage 32L était placé en position gauche, l'aiguillage 33L était positionné à gauche automatiquement, et de façon similaire pour la position "droite". Il n'était donc pas possible d'avoir des itinéraires sécants au droit des aiguillages 32L-33L.

Afin d'augmenter la fréquence des trains pouvant transiter par ces voies et aiguillages (accroissement de capacité), la commande de ces 2 aiguillages a été modifiée : ces 2 aiguillages peuvent être commandés indépendamment l'un de l'autre et ne constituent plus une liaison.

Au moment de l'incident, l'aiguillage 32L était positionné à gauche pour l'itinéraire du train E4519 et l'aiguillage 33L était positionné à droite.

L'itinéraire du train E4519 emprunte les aiguillages 31L et 32L. Le trajet prévu pour le train E3340 (itinéraire non encore enclenché) devait emprunter les aiguillages 33L et 32L : dans l'attente, le rôle du signal T-M.8 au rouge est de protéger l'aiguillage 33L (en position droite en prévision de l'itinéraire futur du train E3340).



### 3.4.2.2. PROTECTION DU POINT DANGEREUX

Selon le RSEIF (fascicule 1.1), la pointe et le talon de l'appareil de voie<sup>11</sup> sont des points dangereux permanents. Un point dangereux est interdit aux circulations ferroviaires sauf lorsque la sécurité y a été garantie préalablement par des mesures appropriées ("couverture du signal") prises depuis un poste de signalisation<sup>12</sup>.

La couverture de l'aiguillage 33L est assurée par le signal d'arrêt desservi T-M.8 (dit "signal de couverture").

Le RGE, en son Fascicule 722.1 (chapitre 3.4), précise que la distance de couverture<sup>13</sup> est fonction de la vitesse signalisée à hauteur du signal de couverture.

La vitesse signalisée est celle qui est portée à la connaissance des conducteurs au moyen de panneaux ou de signaux de vitesse.

Un panneau de vitesse 12 (situé à la BK 6680) signifie que la vitesse signalisé est de 120km/h.

Selon le RGE (Fascicule 722.1 – chapitre 3.4.1.1.1), la distance de couverture doit atteindre 50m au minimum lorsque la vitesse signalisée est supérieure à 40km/h.

- l'aiguillage 33L se trouve à la BK 3561
- le signal T-M.8 se trouve à la BK 3608

La distance entre ces 2 points est de  $3608 - 3561 = 47m$

<sup>11</sup> L'appareil de voie est l'aiguillage

<sup>12</sup> Les mesures appropriées peuvent également être prises par un agent (du GI ou d'un UI) à pied d'œuvre.

<sup>13</sup> La distance de couverture est la distance minimale qui sépare le point dangereux du signal (ou du panneau) qui peut en interdire l'accès.

### 3.4.3. ÉQUIPEMENT DE COMMUNICATION

#### 3.4.3.1. GSM-R & ALARME

En cas d'urgence, l'appel d'urgence est déclenché par le conducteur via un bouton dédié prévu sur le dispositif présent dans le poste de conduite.

L'appel d'urgence est capté par l'antenne la plus proche et envoyé aux cellules voisines. Ces cellules assurent alors la transmission de cette alarme vers les équipements GSM-R des trains se trouvant dans le rayon d'action de ces cellules.

Parallèlement, le conducteur est directement mis en contact avec le Traffic Control (les appels d'urgences ont la priorité sur tous les autres appels).

Le jour de l'incident, les appels d'urgence suivants ont été émis :

- 20h41:41 : après l'arrêt d'urgence de son train, le conducteur du train E3340 a émis un appel d'urgence via GSM-R. Durant cet appel, il est en contact avec les dispatchers du Traffic Control et cet appel d'urgence a la priorité : le train E3340 ne peut être en contact avec d'autres. L'appel est terminé par le Traffic Control à 20h47:33.
- L'appel d'urgence a été établi avec succès dans les 8 cellules autour de la cellule dans laquelle se trouvait le train E3340. A 20h41:47, le train E4519 reçoit l'appel d'urgence initié par le train E3340.
- 20h42:27 : un appel d'urgence a été émis par le poste de signalisation de Bruxelles-Nord.

L'enquête de l'OE n'a pas révélé de dysfonctionnement dans le fonctionnement du GSM-R.

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

#### 3.4.4.1. TBL1+

Les deux trains impliqués dans l'incident sont équipés du système TBL1+.

L'équipement du bord se compose d'une unité de traitement TBL1+ interfacée avec :

- une antenne ;
- un dispositif de détection des crocodiles (muni d'une entrée sur laquelle vient se connecter la "brosse" de l'application MEMOR) ;
- des lampes, boutons-poussoirs et commutateurs à disposition du conducteur ;
- un enregistreur d'événements ;
- un dispositif sonore "gong de voie libre" ;
- la commande du freinage d'urgence ;
- un système indiquant si la vitesse du véhicule est inférieure ou non à 40 km/h.

Cet équipement de bord :

- perçoit les télégrammes émis par les groupes de balises (Eurobalises) et vérifie leur cohérence
- ne traite pas les impulsions d'un crocodile si cette fonction est préalablement inhibée par le télégramme ad hoc d'un groupe de balises : cette inhibition persiste jusqu'à la réception d'un télégramme de réactivation ou une commande manuelle à bord ;
- traite les impulsions d'un crocodile s'il n'a pas capté préalablement un télégramme d'inhibition.



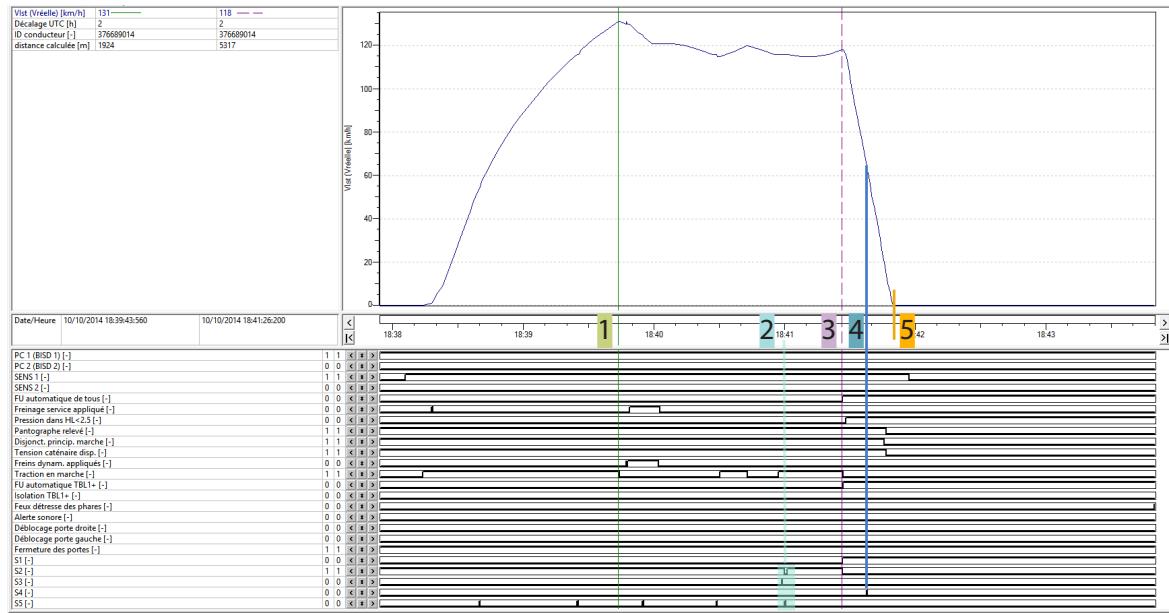
Indicateurs TBL1+ dans le poste de conduite de l'AM08

Cet équipement a fonctionné pour le train E3340, ainsi que le montre l'analyse des enregistrements ci-après.

### 3.4.4.2. ANALYSE DES ENREGISTREMENTS DU TRAIN E3340

L'AM08 est équipée d'un système d'enregistrement des données du bord de la société MessMa. Diverses données liées aux actions du conducteur et aux mouvements du train sont enregistrées: traction, vitesse, freinage, freinage d'urgence, captage des impulsions émises par les crocodiles et balises TBL1+ dans la voie, acquittement du conducteur, etc.

Leur analyse, couplée au plan PSS, permet d'analyser le trajet du train et plus particulièrement la dernière partie, juste avant l'arrêt du train.



Enregistrement du train E3340 du 10/10/2014 (avec un décalage de 2h entre l'heure réelle et l'heure de l'horloge de l'appareillage MessMa)

Les heures reprises ci-après tiennent compte du décalage de 2 heures entre l'heure réelle et l'heure de l'horloge de l'appareillage MessMa.

Peu après 20:38, départ de la gare de Vilvoorde et accélération

- 1 A 20:39:43, arrêt de la traction : le train roule à une vitesse de 131km/h. Le conducteur entame un freinage pour amener la vitesse du train à 120km/h.
- 2 Vers 20:41, passage du train à hauteur du signal B48 présentant un double jaune. Le télégramme émis par la balise TBL1+ associée au signal est capté par l'antenne du train :
  - la lecture de l'impulsion du crocodile est désactivée
  - le conducteur appuie sur le bouton-poussoir pour vigiler
  - la lampe jaune de mémorisation dans le poste de conduite s'allume
  - la lampe bleue "V" s'allume
  - la traction demeure actionnée.
- 3 A 20:41:26, passage du train sur la balise TBL1+ située à 300m du signal T-M.8 à une vitesse de 118km/h. La balise émet un télégramme capté par l'antenne du train :
  - le signal T-M.8 étant fermé, le mode CVR est activé
  - la lampe jaune "V<40km/h" s'allume
  - la lampe bleue "V" s'éteint
  - la lampe jaune de mémorisation dans le poste de conduite reste allumée
  - la vitesse du train étant supérieure à 40km/h, le dispositif d'arrêt automatique de l'équipement TBL1+ enclenche automatiquement un freinage d'urgence (FU automatique TBL1+).

- 4 A 20:41:37, tout en freinant, le train passe au-dessus de la balise TBL1+ du signal T-M.8 à une vitesse de 65km/h. Le signal T-M.8 est fermé. Le télégramme TBL1+ est capté par l'antenne :
- la lampe rouge se met à clignoter dans le poste de conduite
  - la lampe jaune de mémorisation s'éteint
  - le freinage d'urgence avait été enclenché 300m en amont par la balise précédente : il reste d'application
- 5 A 20:41:49, le train s'immobilise.

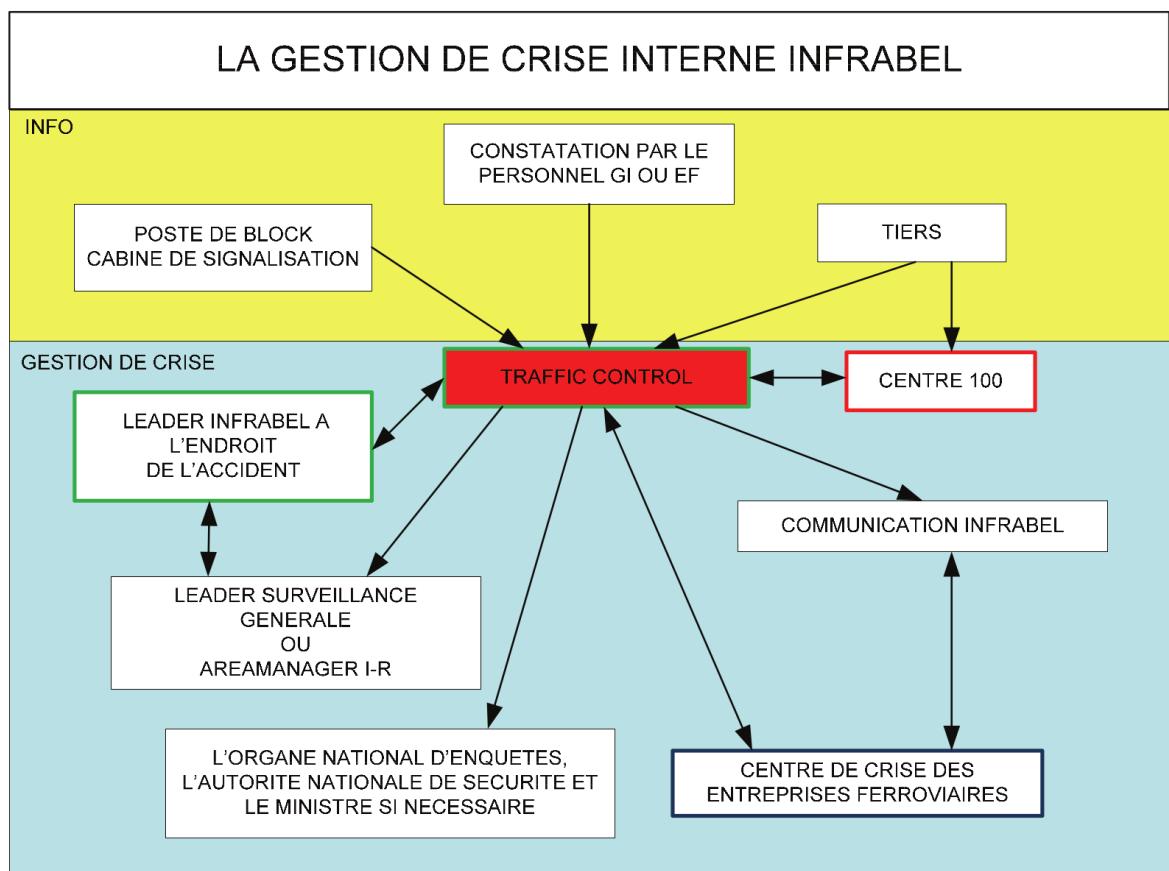
Par l'odométrie enregistrée par le système MessMa, il est possible de déterminer la distance de freinage du train : 400 mètres séparent l'enclenchement automatique du freinage d'urgence et le point d'arrêt du train.

## 3.5. DOCUMENTATION DU SYSTÈME OPÉRATOIRE

### 3.5.1. ÉCHANGE DE MESSAGES VERBAUX EN RELATION AVEC L'ÉVÉNEMENT

#### 3.5.1.1. ORGANISATIONNELLEMENT

Le Fascicule 212 du RGE (réglementation Infrabel), prescrit que les échanges d'informations entre les différents services impliqués dans la gestion post incident/accident se déroulent selon le schéma suivant:



Source : Infrabel (Livre 2 – Gestion de la sécurité - RGE Fascicule 212 - Annexe V)

Les échanges de messages vocaux entre les conducteurs de train et Traffic Control, utilisent le GSM-R.

Une fois qu'il a reçu l'appel d'urgence, Traffic Control assure la coordination.

La communication avec les postes de signalisation et les postes de block passe par les lignes téléphoniques ordinaires.

Les conversations utilisant le système GSM-R et les conversations échangées entre le TC et les postes de signalisation par les lignes officielles sont enregistrées dans le système ETRALI.

### 3.5.1.2. OPÉRATIONNEMENT

L'OE a procédé à l'analyse des flux d'informations. Le but n'est pas de les retranscrire dans le présent rapport mais d'en tirer trois constats :

#### **Constat 1**

Lorsque le conducteur du train E3340 lance l'alarme GSM-R<sup>14</sup>, le régulateur TC reçoit l'appel et n'en acquiesce réception que 3 minutes plus tard. Durant ce temps, les régulateurs TC discutent entre eux de ce qui était annoncé par le conducteur et appliquent les mesures immédiates à prendre dans un tel cas de figure.

Durant ces 3 minutes, le conducteur répète son alarme à plusieurs reprises, tentant d'obtenir une réponse du TC, pensant à un dysfonctionnement du GSM-R.

La liaison entre l'appareil GSM-R du poste de conduite et le poste téléphonique du TC reste ouverte au total durant près de 6 minutes.

La priorité de l'appel d'alarme empêche tout autre contact avec le TC et d'autres conducteurs: dans cet intervalle de temps, un conducteur peut communiquer via le GSM-R à partir du moment où il y a été invité par l'agent du mouvement<sup>15</sup>.

Laisser cette connexion ouverte permet de laisser l'alarme enclenchée tant que les mesures de sécurité nécessaires n'ont pas été prises.

#### **Constat 2**

Selon le Livret HLT II.B.8, tant en situation normale qu'en situation dégradée, les communications de service entre interlocuteurs de rôles linguistiques différents sont échangées en français et/ou en néerlandais selon le rôle linguistique du lieu.

Il existe également des règles pour lancer une alarme via GSM-R :

- le conducteur décroche le combiné et attend que la liaison soit effective;
- ensuite, il transmet le message sous la forme suivante :
- "Alarme - Alarm";
- le numéro du mouvement;
- la nature du danger;
- l'endroit où le convoi se trouve.

L'étude des enregistrements révèle que l'alarme a été lancée en français dans des termes qui n'ont pas été compris par le régulateur, et sans immédiatement préciser l'endroit de l'incident.

#### **Constat 3**

Par le nombre élevé de services qui sont intervenus dans la chaîne de transmission de l'information, le message a été déformé :

- en début de chaîne, l'incident est bien caractérisé en "dépassement de signal fermé";
- en fin de chaîne, l'information transmise fait état d'une collision entre deux trains, après les étapes intermédiaires du "face-à-face entre deux trains" et du "nez-à-nez entre deux trains".

<sup>14</sup> L'alarme est efficace à partir de ce moment

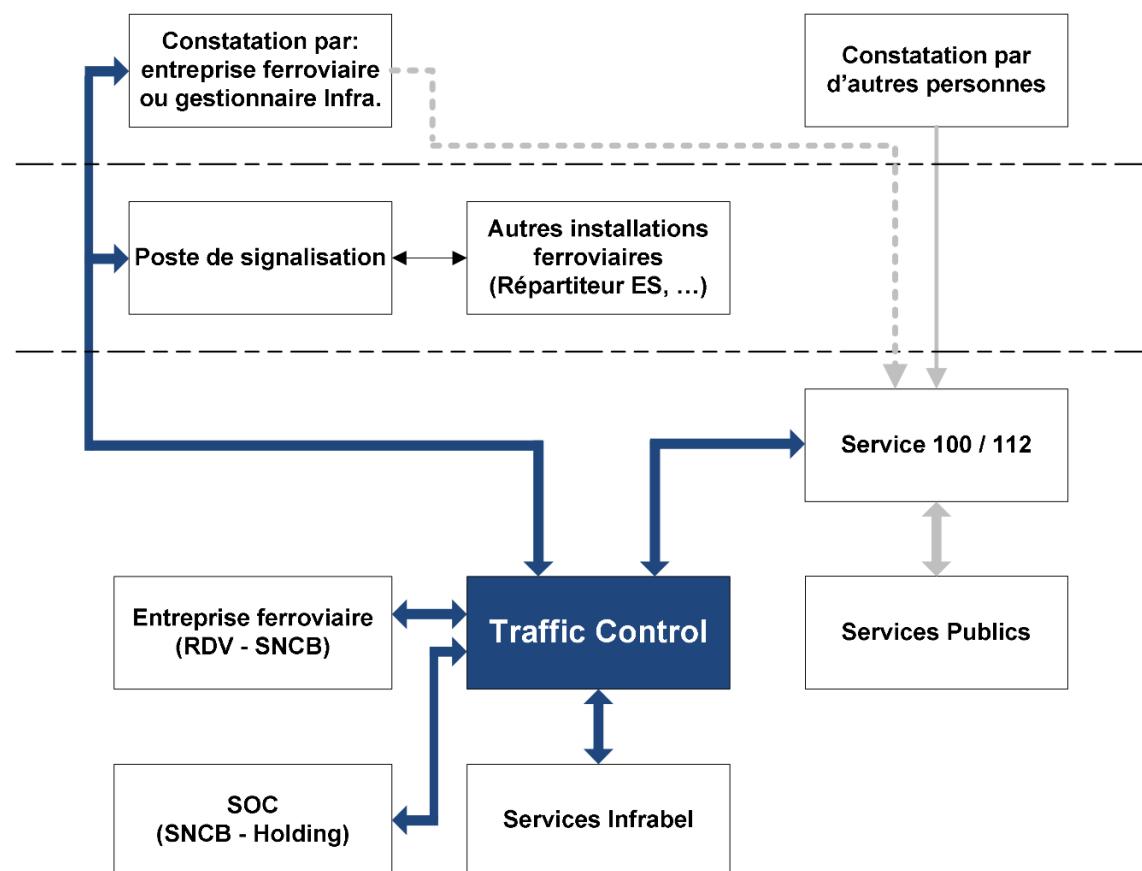
<sup>15</sup> Selon procédure décrite dans l'ARE 612 § 4.3.3

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

A 20:41, le Traffic Control reçoit l'alarme GSM-R : le service RDV, situé dans le même local, entend les échanges des régulateurs du TC.

Le TC avertit ensuite le Répartiteur de Traction et prend contact avec les régulateurs des postes de signalisation de Vilvoorde et de Bruxelles-Nord : la circulation des trains et les déviations nécessaires sont organisées.

Le TC prend ensuite contact avec le SOC pour la gestion post-incident (le SOC avait été averti du SPAD alors qu'il était justement en contact avec le train E4519 pour un souci d'un voyageur qui n'est pas en ordre de titre de transport).



*Extrait du Plan Interne d'Urgence (PIU) d'Infrabel - version du 25/06/2013 en cours lors de l'incident de Schaerbeek*

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

#### 3.5.3.1. LEADER INFRABEL

Le rôle du Leader Infrabel est précisé dans le Plan Interne d'Urgence d'Infrabel. Le Leader Infrabel est le représentant unique d'Infrabel pour les services de secours présents sur les lieux de l'événement et il a pour rôle de coordonner les intervenants d'Infrabel et des EF. Il peut se faire assister dans l'exécution de ses tâches par les employés d'I-TMS.6, d'I-AM, des EF...



Il est identifiable à son brassard orange marqué du logo "Infrabel" et à la chasuble spécifique à son rôle.

Les responsables du GI et des EF sont tenus de s'annoncer à lui avant d'accéder au lieu de l'événement et d'intervenir; les autres employés sont tenus de s'annoncer auprès de leur responsable et de respecter leurs directives.

Durant toute la gestion post-incident, le leader Infrabel a coordonné les différents intervenants et responsables.

#### 3.5.3.2. COORDINATEUR INTERVENTION SNCB

Le "Coordinateur Intervention SNCB" émane du ROR (Régulateur Opérations Région) et est désigné par la hiérarchie parmi le personnel de gare pour se rendre sur les lieux de l'incident et pour coordonner les différentes interventions de la SNCB. Il se met également à la disposition d'Infrabel. Il est tenu d'organiser lui-même sur le terrain une boucle de communication avec les autres personnes/instances sur le terrain.

L'une de ses tâches est la coordination des interventions du personnel SNCB et le personnel d'accompagnement des trains doit suivre ses instructions.

Sur le terrain après l'incident, la gestion assurée par le Coordinateur Intervention SNCB a été rendue difficile :

- il s'agissait d'un agent SNCB toujours en formation;
- il ne disposait pas du matériel nécessaire (GSM).

#### 3.5.3.3. PERSONNEL SUR PLACE - GESTION POST-INCIDENT

Suivant les différentes chaînes de communication en place, divers services convergent vers les lieux de l'incident :

- diverses équipes du SPC accompagnées d'un officier
- diverses équipes Securail
- un buddy, pour assister le conducteur du train E3340
- le sous-chef de gare B-MO
- l'enquêteur I-TMS
- l'enquêteur de l'OE (prévenu via Traffic Alarm et demandé sur place par le FIRES de la SNCB)
- des techniciens et agents de la voie (Infrabel)
- le service "ES – Caténaires" (Infrabel)
- POT Bruxelles-Nord
- le leader Infrabel
- le Coordinateur Intervention SNCB

Parallèlement aux tâches à accomplir par certains de ces intervenants (enquête, vérifications techniques,...), l'organisation de l'évacuation des voyageurs se trouvant à bord des deux trains doit être organisée par le Coordinateur Intervention SNCB et les accompagnateurs de train.

Jusqu'aux environs de 23h00, la tension au sein des voyageurs est élevée et est due à la longueur de la mise en place des opérations à effectuer après l'incident de même qu'à la succession de messages contradictoires distillés aux voyageurs suite aux échanges d'informations entre les accompagnateurs et le RDV.

Peu avant 23h00, l'ordre est donné par la police des chemins de fer à l'accompagnateur du train E3340 d'évacuer les voyageurs. Et peu après 23h00, le train de secours est prêt à démarrer vers Bruxelles-Nord avec les voyageurs du train E3340.

Selon les instructions du RDV, le train de secours doit aussi gérer l'évacuation des voyageurs du train E4519 après ceux du train E3340. Cependant suite à des problèmes de communication et des discussions à propos de procédures, le train de secours reste immobilisé une heure. Lorsque les autorisations arrivent, le train de secours quitte les lieux de l'incident sans s'arrêter à hauteur du train E4519 et sans assurer l'évacuation des voyageurs de ce train.

De nouvelles mesures pour l'évacuation du train E4519 doivent être prises : le conducteur de ce train est invité à continuer son trajet. Son temps de travail réglementaire étant dépassé, un conducteur de remplacement a été demandé et se rend vers le lieu de l'incident.

Suite au temps écoulé depuis la survenue de l'incident, et dû au fait que le pantographe du train E4519 est abaissé conformément aux instructions présentes dans le HLT, les batteries du train sont vides. Le conducteur de remplacement ne parvient pas à redémarrer le train et l'intervention d'un technicien est nécessaire.

Vers 01h00, les problèmes techniques sont résolus : le train E4519 continue son trajet en direction de Bruxelles-Nord.

A Bruxelles Nord, Bruxelles-Central et Bruxelles-Midi, les services de trains spéciaux, bus et taxis sont affrétés pour permettre aux passagers de se rendre à leur destination finale.

### **Constats**

Lors de l'arrivée des voyageurs en gare de Bruxelles-Nord,

- l'accueil des voyageurs ne semble pas vraiment organisé : la gare est fermée, l'éclairage éteint et les informations pour les voyageurs ne sont non disponibles;
- les services de trains spéciaux ne sont pas annoncés aux voyageurs. Les voyageurs devant se rendre à Charleroi, Duffel, Mechelen ou Antwerpen prennent donc les bus : leurs trajets s'en trouvent allongés vu le temps de parcours de ces bus.

## 3.6. INTERFACE HOMME-MACHINE-OPÉRATION

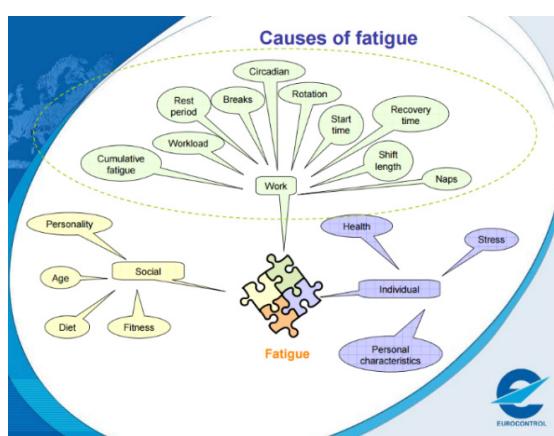
Les références utilisées pour écrire ce chapitre sont les suivantes :

- Rapport d'expertise de la société Dedale dans le cadre de l'enquête sur l'accident survenu à Buizingen en 2010
- Rapport d'expertise de la société Dedale dans le cadre de l'enquête sur l'accident survenu à Wetteren en 2013
- OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale):
  - "Systèmes de gestion des risques de fatigue" et "Manuel des réglementeurs"
- "Des approches prescriptives aux systèmes de gestion du risque fatigue" par Philippe Gabon
- Eurocontrol :
  - "Fatigue and Sleep Management : Personal Strategies for decreasing the effects of fatigue in Air Traffic Control"
  - "When are you too tired to be safe? The development of a fatigue index tool" par Andrew Kilner et Nuno Cebola (Eurocontrol Lisbon University Institute)
- The Belgian Cockpit Association (BeCA) :
  - Fatigue / FRM (<http://www.beca.be/safety-issues/fatigue-frms.html>)
- Instituts de recherche en santé du Canada : blog "Cerveau à tous les niveaux"

### 3.6.1. LA FATIGUE

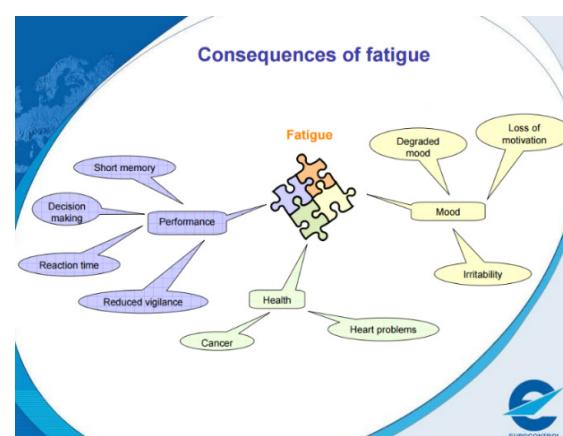
La définition de la fatigue est complexe. Certaines définitions sont centrées sur les causes de la fatigue et d'autres décrivent davantage les conséquences sur l'activité ou les performances.

Dans le domaine de l'aviation, l'OACI a défini la fatigue : il s'agit d'un état physiologique qui se caractérise par une diminution des capacités mentales ou physiques due à un manque de sommeil, à une période d'éveil prolongée, à une phase du rythme circadien ou à la charge de travail (mental et/ou physique), qui peut réduire la vigilance d'un membre d'équipage et sa capacité à faire fonctionner un aéronef en toute sécurité ou à s'acquitter de fonctions liées à la sécurité.



Source : Eurocontrol

Les causes de la fatigue peuvent être subdivisées en 3 types : causes sociales, causes liées au travail et causes liées à l'individu.



Les conséquences de la fatigue peuvent affecter les performances, la santé et l'humeur.

### 3.6.2. PLANIFICATION DE LA CHARGE DE TRAVAIL

L'approche réglementaire appliquée pour gérer la fatigue des conducteurs de train consiste à prescrire des limites à la durée maximale - quotidienne, mensuelle et annuelle - des heures de conduite et de service, et à exiger des pauses minimales pendant et entre les périodes de service. Cette démarche ne reflète que l'idée suivante : de longues heures de travail ininterrompu peuvent causer un état de fatigue (la fatigue liée au "temps passé sur une tâche", selon l'expression courante) et il faut donc prévoir un temps de récupération suffisant lorsque les tâches sont exigeantes.

Le modèle est linéaire : la fatigue tend à augmenter proportionnellement avec la durée du travail et à diminuer proportionnellement avec la durée de repos.

L'entreprise ferroviaire SNCB respecte les Directives européennes 2003/88/CE, 89/391/CEE et 2005/47/CE. En Belgique, la loi du 16 mars 1971 sur le travail et l'Arrêté Royal du 07/11/2008 réglementent également les conditions d'utilisation des travailleurs mobiles effectuant des services d'interopérabilité transfrontalière dans le secteur ferroviaire.

La Directive 89/391/CEE du Conseil du 12 juin 1989 concernant la mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail demande de "faire en sorte que la planification (...) fasse l'objet de consultations avec les travailleurs et/ou leurs représentants en ce qui concerne les conséquences sur la sécurité et la santé des travailleurs, liées au choix des équipements, à l'aménagement des conditions de travail et à l'impact des facteurs ambients au travail".

*Le Rapport de la commission au Parlement Européen et au Conseil sur la mise en œuvre par les Etats membres de la directive 2005/47/CE du Conseil du 18 juillet 2005* décrit la manière dont les Etats se sont approprié cette Directive.

En ce qui concerne les temps de pause, ce rapport note qu' "en l'absence d'un second conducteur, un conducteur a droit à une pause d'au moins trente minutes si son temps de travail est compris entre six et huit heures". Il est noté également qu' "au cours de la journée de travail, une partie de la pause doit être donnée entre la troisième et la sixième heure de travail". Par ailleurs, en Belgique, "les pauses peuvent être adaptées au cours de la journée de travail en cas de retard des trains".

Au sujet des temps de pause, l'Arrêté Royal du 07/11/2008 précise que "la durée de la pause est de trente minutes" et que "lorsque la durée du temps de travail d'un conducteur est supérieure à huit heures, une pause d'au moins quarante-cinq minutes est assurée pendant la journée de travail".

En ce qui concerne les repos hebdomadaires, le Rapport de la Commission au Parlement Européen et au Conseil précise que "les travailleurs mobiles (conducteurs et autres agents) effectuant des services transfrontaliers bénéficient d'une période minimale de repos ininterrompu d'une durée de vingt-quatre heures par semaine, en sus des temps de repos journaliers prévus par période de sept jours".

Sur le sujet des temps de travail et de conduite, l'article 38 quatre de la loi du 16 mars 1971 sur le travail, précise que "les travailleurs ne peuvent travailler sans interruption pendant plus de six heures". De plus, cette même loi note que "le temps de conduite, pendant lequel le conducteur est responsable de la conduite du train même s'il ne le fait pas circuler, ne peut excéder neuf heures pour une prestation de jour et huit heures pour une prestation de nuit. Sur une période de deux semaines, le temps de conduite ne peut dépasser quatre-vingts heures".

Ces réglementations sont qualifiées d'unidimensionnelles dans la mesure où elles ne s'appuient que sur une dimension temporelle (Dawson et McCullough, 2004).

Cette approche a une prise en compte limitée :

- de la fatigue générée dans le cadre d'activité à fortes composantes cognitives
- de l'impact des horaires "postés" et /ou atypiques

Les horaires "postés" et atypiques ont la particularité d'interférer avec les dimensions chrono-biologiques du fonctionnement humain qui entraînent des variations importantes des fonctions cognitives et des capacités de récupération.

La forte automatisation des outils de travail (en l'occurrence le matériel roulant) contribue à développer les activités de surveillance sollicitant de manière importante la vigilance des conducteurs (Dawson et coll.2004).

Les préoccupations de la fatigue dans le cadre des conducteurs de train se portent ou devraient se porter de plus en plus sur la vigilance et la somnolence des conducteurs de train

L'impact des horaires de travail sur la santé et la sécurité constitue un enjeu essentiel compte tenu du recours de plus en plus important à des horaires atypiques. Le transport fait souvent appel à des services fractionnés pour faire face aux exigences liées aux variations horaires du trafic.

Au regard des effets des horaires de travail, la fatigue est dans le cadre d'activité décrite par rapport aux perturbations que provoquent les horaires sur le rythme veille-sommeil et sur les performances cognitives.

### 3.6.3. RYTHME CIRCADIEN ET VIGILANCE

Les rythmes circadiens sont des cycles biochimiques, physiologiques et comportementaux qui oscillent selon une périodicité d'environ 24 heures. Ils sont coordonnés par un oscillateur moléculaire situé dans les neurones du noyau suprachiasmatique. Cette horloge demeure synchronisée avec l'alternance du jour et de la nuit par l'entremise de cellules rétiniennes spécialisées. Cette horloge centrale coordonne l'activité de nombreuses horloges situées dans différents tissus périphériques et possédant eux aussi leurs propres oscillateurs moléculaires, entraînant des fluctuations de l'activité de la plupart des grands systèmes physiologiques de l'organisme selon le moment de la journée.

La vigilance et la somnolence sont deux aspects d'un même état fluctuant, dont les variations circadiennes sont divisées en deux sous-cycles d'environ 12 heures chacun. En d'autres termes, les gens placés dans un environnement dépourvu de repères temporels montrent un rythme biquotidien de propension au sommeil.

La première et la plus importante période de somnolence se manifeste autour de l'heure habituelle du coucher et atteint un sommet entre 3h et 6h. C'est l'heure où le métabolisme et la température corporelle ont leur niveau le plus bas :

- la vigilance est au plus bas,
- des maladresses physiques sont observables,
- l'esprit est engourdi.

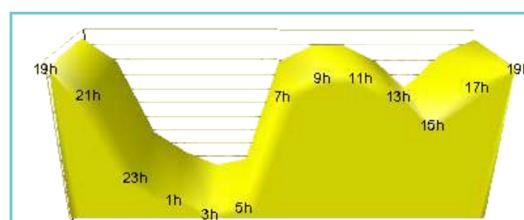


Figure : Rythme circadien de la vigilance  
(source : Dr. Guilhem Pérémarty)

Le deuxième pic de somnolence survient 12 heures plus tard, entre 14h et 16h. Il est de moindre importance que le premier : c'est le "coup de fatigue" de milieu d'après-midi.

Il est associé à tort à la digestion du repas du midi : la somnolence de l'après-midi est également ressentie même en l'absence de repas à l'heure du dîner et, de plus, chez la plupart des gens, il n'y a pas de somnolence similaire après le déjeuner ou le souper.

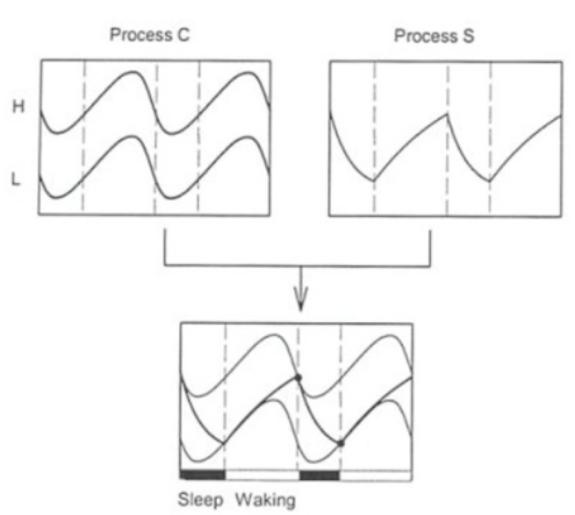
Il n'est pas non plus lié à la chaleur de l'après-midi.

Les fluctuations de la vigilance dépendent donc de l'horloge biologique interne.

### 3.6.4. LE RYTHME VEILLE-SOMMEIL

Depuis plus de 20 ans, de très nombreux travaux ont été menés sur la fatigue dans le domaine de l'industrie et en particulier dans les transports en raison des contraintes horaires imposées dans ces activités (travail posté) et des enjeux en termes de sécurité et de santé. Les travaux réalisés dans le monde du travail convergent pour définir la fatigue comme un "état physiologique se caractérisant par des performances mentales ou physiques réduites résultant d'une privation de sommeil, d'une période de veille prolongée ou de l'heure de la journée" (OACI, 2011).

Cette définition montre que la fatigue est étroitement associée à la régulation du rythme veille-sommeil. Les travaux sur la physiologie du sommeil ont mis en évidence que cette régulation se trouve sous la dépendance de deux processus en interaction (Borbely, 1982) : un processus circadien "C" et un processus homéostatique "S"



Représentation schématique du modèle de régulation du rythme veille -sommeil

Le processus "C" représente la composante circadienne qui se manifeste par fluctuations autour de 24h de notre propension au sommeil (cf 3.6.3). Ce processus est contrôlé par l'horloge biologique qui influence l'ensemble de notre fonctionnement physiologique et mental. Ce processus prédict en particulier de très faibles performances dans une période située en fin de nuit (entre 3~4h et 6h du matin) dénommée fenêtre basse du rythme circadien.

Le processus "S" correspond à la pression homéostasique du sommeil qui augmente au cours de la veille et diminue au cours du sommeil. Le niveau du processus "S" au coucher dépend de la durée de la période de veille.

Ce modèle prédit que le besoin en sommeil et sa durée à un moment donné dépendent des niveaux respectifs des processus "C" et "S". L'endormissement se déclenche lorsque le processus "S" atteint un seuil élevé. Le temps mis pour atteindre ce seuil élevé est d'environ 16 h (pour un individu ayant besoin de 8h de sommeil). Pendant le sommeil, le processus "S" diminue jusqu'à un seuil bas à partir duquel le sommeil prend fin. Les deux seuils, inférieur et supérieur, sont modulés par le processus "C".

Lors d'un rythme veille-sommeil "normal" (activité diurne et sommeil nocturne) et en l'absence de pathologies du sommeil, ces 2 processus sont synchronisés ; en début de nuit, le processus S atteint son maximum lorsque le processus C diminue. A l'inverse, en fin de nuit, le processus S atteint une valeur basse et le processus C augmente.

Au cours d'un travail de nuit, la durée de veille augmente et le processus S continue à s'accumuler, alors que le processus C diminue. Ces deux effets cumulés produisent une forte somnolence et des capacités attentionnelles réduites. Une adaptation partielle au travail de nuit est possible mais elle n'est obtenue qu'au bout de plusieurs postes de nuit consécutifs, la vitesse d'ajustement de

l'horloge biologique étant en théorie d'environ 1h par jour (Wever, 1980). Néanmoins ce processus d'adaptation est en pratique considérablement perturbé par l'exposition à la lumière diurne et on constate un très faible ajustement de l'horloge biologique (Akerstedt, 1985). Ceci produit des effets négatifs qui atteignent généralement un maximum à partir du troisième service de nuit. Au cours d'un sommeil diurne consécutif à un service de nuit, la pression homéostasique du sommeil est forte mais se trouve en conflit avec le processus C qui se situe sur la partie ascendante. Ce conflit se traduit par une forte fatigue, un temps d'endormissement généralement court mais une impossibilité à maintenir le sommeil pendant la journée. Ceci explique que les sommeils diurnes présentent une faible durée (en moyenne 2 à 4 heures inférieures à un sommeil nocturne) et une qualité très dégradée induisant une récupération insuffisante (Akerstedt, 1995). Récemment, une étude réalisée à la SNCF (Cabon et coll., 2009) indique que les repos après des services de nuit induisent des sommeils de 45 % inférieurs aux besoins habituels des conducteurs.

Un troisième processus a été ajouté à ce premier modèle, l'inertie du sommeil ou processus W (Wake) (Tassi et Muzet, 2000) qui couvre la période immédiatement consécutive au réveil. Il se traduit par un niveau d'éveil et des performances dégradées sur une durée de l'ordre de 20 minutes en condition normale pouvant atteindre 2 à 3 heures sous certaines conditions.

Les interactions entre ces 3 processus constituent la base de la régulation du rythme veille sommeil permettant de comprendre et de prédire l'impact des horaires de travail sur le sommeil, la fatigue et les performances.

Les modélisations du rythme veille-sommeil ont servi de base à des modèles permettant de prédire le niveau de fatigue à partir des horaires de service et /ou des horaires et de la durée du sommeil.

### 3.6.5. FACTEURS EXPLICATIFS LIÉS À L'ÉTAT D'HYPOVIGILANCE

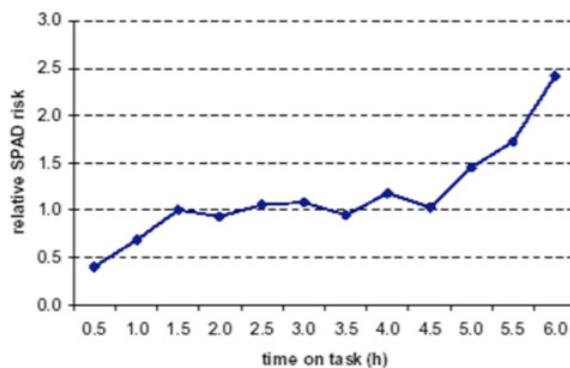
L'impact de la fatigue sur les performances a été bien documenté dans de nombreux travaux menés en laboratoire. Ces recherches ont porté sur des tâches variées allant de tests mentaux simples tels que des temps de réaction à des situations complexes de résolution de problèmes. Dans l'ensemble, ces travaux indiquent tous des effets préjudiciables y compris pour des privations de sommeil relativement faibles de l'ordre de 2 à 3 heures (Belenky, 2003). Les résultats de ces études montrent que les sujets présentent des périodes d'endormissement, mettent plus de temps à réagir, font davantage d'erreurs, ont une conscience de la situation réduite et ont des difficultés à prendre des décisions et à prioriser les informations pertinentes. Toujours en laboratoire, des travaux Australiens ont montré qu'une privation de sommeil de 20h produisait des effets sur les performances cognitives comparables à une concentration d'alcool de 0,8 g/l. Outre les effets « aigus » des privations de sommeil (c'est-à-dire apparaissant à la suite d'un service), des effets chroniques ont été mis en évidence plus récemment, indiquant un effet cumulatif. En d'autres termes, de faibles privations de sommeil répétées sur plusieurs jours ont des effets équivalents à une privation de sommeil d'une nuit totale (Van Dongen et al, 2003).

Les effets de la fatigue en situation réelle ont été également documentés, en particulier dans le domaine du transport ferroviaire. Les premiers travaux, menés en Suède dans les années 80 ont mesuré en temps réel le niveau d'éveil de conducteurs de train à partir d'enregistrements physiologiques (activités cérébrales et oculaires) (Torsvall et Akerstedt, 1987). Il est à noter que lors de ces trajets les conducteurs étaient accompagnés d'un assistant. Ces études montrent l'apparition fréquente de micro-sommeils (intrusion de sommeil pendant quelques secondes). Des travaux similaires ont été réalisés dans les années 1990 en France (Cabon et coll., 1993) avec des conducteurs seuls. Ces travaux ont confirmé des fréquences élevées de micro sommeils, surtout lors de trajets de nuit. Des études en simulateur (Cabon et coll., 1995) ont indiqué que le système de l'homme mort VACMA, censé prévenir les cas d'incapacités du conducteur, ne permettait pas, dans sa conception actuelle, de détecter ces endormissements, le conducteur continuant à actionner "automatiquement" la VACMA.

L'une des questions sous-jacentes aux travaux sur la fatigue porte sur le lien à la sécurité. Dans cette perspective, des travaux menés en Grande Bretagne (MacGuffog et coll., 2004) ont cherché à corrélérer la fréquence des franchissements de signaux (Signal Passed At Danger, SPAD) avec différentes caractéristiques des heures de service.

Après avoir corrigé ces données statistiquement pour prendre en compte le trafic, trois facteurs présentent une influence significative sur le risque de franchissement de signaux :

- l'heure de la journée : les SPAD's sont significativement plus élevés au cours des services de nuit qu'au cours des services de jour,
- le nombre consécutif de services qui augmente significativement la fréquence des SPAD's
- le temps de travail (c'est-à-dire une période continue de service sans pause). La figure ci-dessous présente le risque relatif de SPAD en fonction du temps de travail. Comparé à une durée de service de 1,5 à 2,5 h, le risque est plus du double pour des durées de service de 6 heures.



Fréquence des franchissements de signaux (SPAD's) en fonction de la durée du service (MacGuffog et coll., 2004)

Par ailleurs, outre l'effet de la privation de sommeil et de l'heure de la journée sur la fatigue, la nature de l'activité peut contribuer à réduire significativement le niveau d'éveil. Sallinen et coll. (2004) ont montré que dans une situation contrôlée en laboratoire une tâche monotone présentait un effet équivalent à la privation de sommeil sur la somnolence mesurée par électro-encéphalogramme. Ce phénomène peut s'expliquer en partie par un phénomène dénommé "*highway hypnosis*" (hypnose de l'autoroute) (Wertheim, 1978) ou plus récemment DWA "*Driving Without Awareness*" ou "*Driving Without Attention*". Ce phénomène se traduit par l'apparition d'une activité cérébrale spécifique proche de la somnolence et des « trous » attentionnels. Il est observé au cours de la conduite d'un véhicule sur une longue période dans un environnement visuel hautement prédictif et présentant une faible fréquence d'événements. Il serait associé à des mouvements oculaires répétitifs. Le conducteur n'est généralement pas conscient de cet état et lorsqu'il retrouve un état attentionnel normal, il ne se souvient généralement pas du chemin qu'il vient de parcourir (Cerezuela, 2004). Une étude de Karrer et coll. (2005) a montré que ce phénomène était significativement plus fréquent chez des conducteurs automobiles jeunes de moins de 30 ans comparés à ceux âgés de plus de 30 ans.

### 3.6.6. SYSTÈME DE GESTION DES RISQUES FATIGUE

La fatigue a des répercussions sur la sécurité, entraînant des erreurs plus graves et réduisant les performances. Comme mentionné dans le document "*Strategy for regulation of health and safety risks*" de l'ORR<sup>16</sup> (septembre 2012), leurs enquêtes sur les accidents graves ont révélé des performances diminuées suite à des périodes d'éveil de 14 heures ou plus, ou lorsqu'il y a eu une insuffisance de sommeil avant leur service.

Selon l'OACI, "la gestion de la fatigue du conducteur de train est un domaine où il y a des possibilités d'amélioration".

Les concepts essentiels concernant la fatigue développés dans les paragraphes ci-dessus portent sur les préoccupations suivantes :

- l'importance vitale d'un sommeil suffisant (outre les pauses-repos) pour rétablir et maintenir tous les aspects de la fonction d'éveil ;
- les rythmes quotidiens dans la capacité d'exercer un travail mental et physique, et dans la tendance à s'endormir (l'aptitude à s'endormir et à rester endormi), qui dépendent du cycle quotidien de l'horloge biologique circadienne située dans le cerveau.

Un Système de Gestion des Risques de Fatigue (SGS-RF) est conçu pour mettre en pratique ces nouvelles connaissances nées des sciences de la fatigue et de la sécurité.

Le SGS-RF est dirigé par des données et permet de surveiller et de gérer en continu les risques de sécurité liés à la fatigue. Il est basé sur des principes et des connaissances scientifiques ainsi que sur l'expérience opérationnelle, qui vise à faire en sorte que le personnel concerné s'acquitte de ses fonctions avec un niveau de vigilance satisfaisant.

Un SGS-RF applique des stratégies défensives à plusieurs niveaux pour gérer les risques liés à la fatigue, d'où qu'ils proviennent. Ce système comporte des processus d'adaptation permanente fondés sur les données recueillies. Ces processus permettent de détecter les dangers liés à la fatigue et, ensuite, de formuler, mettre en œuvre et évaluer des contrôles et des stratégies d'atténuation organisationnels et personnels

Compte tenu des limites inhérentes aux réglementations des temps de service dans la prévention de la fatigue, les SGS-RF se posent comme des alternatives. Ils peuvent être un bon complément aux limitations réglementaires.

Dans le cadre de la mise en œuvre des SGS, l'industrie utilise de plus en plus des logiciels destinés à prédire le niveau de fatigue du personnel à partir de leurs horaires de travail.

Les modèles permettent de concevoir des horaires de service qui minimisent le risque fatigue. Ils peuvent être utilisés soit en amont de la création d'horaires de services spécifiques (services de nuit, services postés) soit dans la gestion quotidienne des horaires de services.

Des limites existent, les modèles n'intègrent pas la nature de l'activité réelle du personnel ni pour certains de ces modèles, les différences individuelles (besoin de sommeil, chronotype ou trajet domicile-travail).

Les modèles ont la particularité de prédire une probabilité de fatigue élevée.

Les Directives européennes n'imposent pas aux compagnies ferroviaires de mettre en place un Système de Gestion du Risque Fatigue (SGS-RF). La SNCB ne dispose pas de SGS-RF. La planification respecte les différentes directives et dispositions légales mais les plannings ne sont pas particulièrement examinés du point de vue de la fatigue générée pour les conducteurs. La gestion de la fatigue repose sur un autre principe : c'est au conducteur d'estimer, à sa prise de service, si son niveau de fatigue est suffisant pour garantir un bon niveau de sécurité.

Ce principe de gestion pose deux problèmes. Tout d'abord, plusieurs études sur le sujet s'accordent sur le fait qu'il est très difficile d'évaluer correctement son niveau de fatigue et font état d'une tendance générale à sa sous-estimation. Par exemple, les travaux réalisés par Cabon et coll. (2001) ou ceux de Schmidt et coll. (2009) comparent des données objectives (EEG/EOG<sup>17</sup>) et des données subjectives d'évaluation des niveaux de fatigue en conduite automobile. Leurs résultats montrent une sous-estimation par les conducteurs de leur niveau de vigilance à la fin d'un trajet. Du point de vue du risque, cela signifie que la fin du trajet constitue une période critique car en surestimant leur niveau d'éveil les conducteurs sont moins susceptibles de développer des comportements d'adaptation tels que les pauses, diminution de la vitesse, contrôle accru, ...)

D'autre part, les données recueillies lors d'entretiens avec des conducteurs au cours d'enquête de l'Organisme d'Enquête montrent que, dans les faits, les conducteurs ne déclarent que très rarement un niveau de fatigue important. Cela tient principalement à la culture professionnelle du métier. Cette culture, que certains conducteurs qualifient eux-mêmes de "macho", ne leur permet pas de reconnaître qu'ils sont fatigués, ce qui reviendrait en quelque sorte à reconnaître qu'ils sont "faibles".

Dans ce contexte, il ne semble pas opportun de faire reposer sur le seul conducteur l'estimation et la gestion de son niveau de fatigue avant une prise de service. Cette possibilité ne peut s'envisager qu'en dernier recours, lorsqu'un SGS-RF a déjà optimisé le plus possible le risque fatigue du point de vue de l'organisation du travail et de la planification.

Il est tout à fait possible que ce dernier ne se soit pas senti particulièrement fatigué. Néanmoins, comme nous l'avons vu précédemment, il est très difficile d'évaluer correctement son niveau de fatigue que l'on a tendance à sous-estimer. D'autre part, on peut supposer que la culture professionnelle du conducteur ne l'encourage pas à déclarer son niveau de fatigue réel car cela reviendrait à admettre sa faiblesse.

Il est important d'identifier les dangers potentiels liés à la fatigue.

Une série de modèles biomathématiques sont commercialisés et mis sur le marché comme outils de prédition des dangers liés à la fatigue, en rapport avec la planification d'horaires. Il existe aussi plusieurs modèles accessibles au public. Bien employés, ces modèles peuvent être de bons outils d'un SGS-RF, car il est difficile de visualiser les interactions dynamiques de processus.

À l'origine, les modèles biomathématiques sont des programmes informatiques utilisés par des scientifiques pour tester leur compréhension courante de l'interaction de plusieurs facteurs, comme le manque de sommeil, les rythmes circadiens et la charge de travail, sur la vigilance et la performance humaines.

La meilleure utilisation des modèles actuels est probablement la prédition de niveaux de fatigue relatifs. Tel horaire présente-t-il un danger de fatigue plus grave que tel autre ? Toutefois, dans les décisions sur la conception des horaires, les prédictions tirées de modèles ne devraient pas négliger l'expérience pratique

Dès qu'un danger lié à la fatigue est identifié, le niveau de risque associé doit être évalué. Il faut ensuite décider s'il y a lieu d'atténuer ce risque. L'évaluation du risque de fatigue observe les principes du SGS (en combinant la probabilité et la gravité du risque).

Lorsqu'on a décidé qu'un certain risque de fatigue nécessite des mesures d'atténuation, il faut alors identifier et mettre en œuvre des mesures de contrôle et des stratégies d'atténuation. L'ensemble du personnel concerné doit évidemment bien comprendre la nature du danger, ainsi que les mesures de contrôle et les stratégies d'atténuation conçues pour réduire le risque associé à la fatigue.

Nous avons dans le cadre de nos enquêtes utilisé dans le passé le logiciel prédictif Fatigue and Risk Index (FRI).

Ce logiciel, développé par Folkard et coll. (2007)<sup>18</sup>, résulte de l'association et de la réactualisation de deux échelles antérieures : le HSE (Health and Safety Executive) Fatigue Index et le Risk Index. L'objectif de ce modèle est de fournir un outil simple pour évaluer des horaires de travail et comparer plusieurs types de grilles de services. Le FRI est largement utilisé dans le domaine ferroviaire au Royaume-Uni et commence à être employé dans le secteur industriel.

L'indice de fatigue obtenu correspond à la probabilité exprimée en pourcentage d'obtenir un score élevé (c'est-à-dire supérieur à 7) à l'échelle de somnolence KSS (Karolinska Sleepiness Scale). Ce niveau de 7 correspond statistiquement à l'apparition de signes physiologiques de microsommeils pendant l'éveil. L'échelle KSS varie de 1 (totalement éveillé) à 9 (très somnolent).

Afin d'évaluer le niveau de fatigue possible d'un conducteur, il est possible de réaliser une étude spécifique à partir des horaires de service du conducteur indiqués sur ses grilles de service.

Pour obtenir une évaluation précise et quantitative, cette étude a été menée à partir de modèles prédictifs de la fatigue. Un modèle prédictif est un logiciel permettant de prédire le niveau de fatigue à partir des périodes de service et /ou de la durée du sommeil. Ces modèles s'appuient à la fois sur une modélisation mathématique des processus C, S et W (cf. 3.6.4) et sur des données recueillies en laboratoire ou en situation réelle. Ces modèles sont de plus en plus utilisés par des organisations pour concevoir des horaires de travail ou pour investiguer des incidents ou accidents. En Grande Bretagne, les compagnies ferroviaires utilisent depuis quelques années des modèles prédictifs dans le cadre de leur système de gestion du risque fatigue.

Dans le cadre d'une de nos précédentes enquêtes, deux modèles ont été retenus, chacun d'entre eux présentant des propriétés différentes et permettant d'évaluer des aspects complémentaires. Le FRI (Folkard et coll., 2011) développé à la demande du Health and Safety Executive en Grande Bretagne a été utilisé par le Rail Accident Investigation Branch (RAIB) pour enquêter sur l'accident ferroviaire survenu entre Shap et Tebay, Cumbria le 17 aout 2010 (RAIB, 2011). L'avantage de ce modèle est qu'il permet d'évaluer la fatigue accumulée sur plusieurs semaines.

Par contre, sa résolution temporelle est faible puisqu'il ne permet de donner qu'une valeur moyenne par service.

A l'inverse, le SWP développé par le Karolinska Institute en Suède (Akerstedt et coll., 2004) dispose d'une résolution temporelle élevée mais ne permet pas de prendre en compte aussi bien que le FRI l'accumulation de fatigue. Il présente par contre l'avantage de prédire les durées du sommeil en fonction des périodes de service.

	<b>Fatigue Risk Index (FRI)</b>	<b>Sleep Wake Predictor (SWP)</b>
<b>Paramètres d'entrée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Horaires de travail</li> <li>- Temps de trajet domicile-travail</li> <li>- Type de travail</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Horaires de travail.</li> <li>- En option : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chronotype</li> <li>• Durée habituelle du sommeil</li> </ul> </li> </ul>
<b>Prédiction du modèle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indice de fatigue : probabilité d'atteindre un niveau de somnolence considéré comme critique (niveau &gt;7 sur l'échelle Karolinska Sleepiness Scale (KSS) (valeur de 0 à 100)</li> <li>- Indice de risque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Heures et durées du sommeil</li> <li>- Niveau de somnolence sur l'échelle KSS (de 1 à 9)</li> </ul>

<sup>18</sup> Folkard, S., Robertson, K.A., Spencer, M.B., (2007) A Fatigue/Risk Index to assess work schedules. *Somnologie*. 11 (3), 177-185. <http://www.hse.gov.uk/research/rrhtm/rr446.htm>

Akerstedt, T., Gillberg, M., (1990). Karolinska Institute, Stockholm, Sweden.

Åkerstedt T, Gillberg M., (1990). Subjective and objective sleepiness in the active individual. *Int J Neurosciences* 52, 29-37.

	<b>Fatigue Risk Index (FRI)</b>	<b>Sleep Wake Predictor (SWP)</b>
<b>Spécificités</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible résolution temporelle (une valeur par service)</li> <li>- Prise en compte de l'aspect cumulatif de la fatigue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Résolution temporelle élevée (une valeur toutes les 5 min)</li> <li>- Permet de prédire la durée du sommeil</li> <li>- Possibilité d'affiner la prédition de la fatigue à partir du profil individuel (besoin de sommeil et chronotype) et/ou des durées de sommeil réelles avant les services</li> </ul>

Le Fatigue Index correspond à la probabilité d'obtenir un niveau de fatigue considéré comme critique se caractérisant par l'apparition de micro-sommeils et une dégradation des performances.

Les nouveaux outils permettent d'affiner les analyses avec les données fournies par les conducteurs:

- durées habituelles de sommeil,
- durées de sommeil réelles la veille du service,
- durée du trajet domicile/travail,
- attention demandée par la tâche.

A titre d'exemple, nous avons utilisé le calculateur "Fatigue Risk Calculator" basé sur les travaux de Folkard et utilisé lors de recherche du HSE<sup>19</sup>.

Les tableaux ci-dessous reprennent, pour les mêmes conditions de départ, l'influence de certains paramètres sur le niveau de risque et sur l'indice de fatigue du conducteur.

<b>Tâche demandant une</b>	<b>Indice de risque moyen</b>	<b>Indice de fatigue moyen</b>
<b>- grande attention</b>	0,880	11,2
<b>- attention maximale</b>	0,900	12,5

<b>Pause de 10 minutes toutes les</b>	<b>Indice de risque moyen</b>	<b>Indice de fatigue moyen</b>
<b>50 minutes</b>	0,900	14,9
<b>90 minutes</b>	0,900	15,6
<b>120 minutes</b>	0,900	16,1

<b>Trajets vers/depuis le lieu de travail</b>	<b>Indice de risque moyen</b>	<b>Indice de fatigue moyen</b>
<b>20 minutes</b>	0,880	10,1
<b>45 minutes</b>	0,890	11,5
<b>60 minutes</b>	0,910	12,4

Au vu du nombre relativement important de SPAD, nous pensons que les entreprises ferroviaires devraient dans un premier temps évaluer le niveau de fatigue des conducteurs impliqués, non pas dans le cadre d'un système de répression mais afin d'identifier les risques, estimer les risques et au besoin ramener le risque à un niveau acceptable.

### 3.7. ÉVÉNEMENTS ANTÉRIEURS DE NATURE COMPARABLE

En mai 2013, l'Organisme d'Enquête avait ouvert une enquête suite à un accident survenu le samedi 4 mai 2013 à Schellebelle.

Bien que les conditions opérationnelles et les conséquences aient été différentes, certains éléments permettent de rapprocher cet accident du SPAD survenu à Schaerbeek.

Le conducteur d'un train de marchandises rencontre un signal avertisseur Jaune Vert Horizontal clignotant qui l'informe sur l'aspect du signal suivant et qui lui indique que le train est autorisé à poursuivre son trajet avec une restriction de vitesse à 40 km/h à partir du point dangereux suivant.

Le comportement attendu du conducteur est :

- d'acquitter le signal restrictif via le système Memor,
- de commencer à ralentir afin de s'assurer d'être à la vitesse de 40 km/h à partir du signal suivant selon les procédures de l'entreprise ferroviaire,
- de porter attention à l'environnement.

Lorsque le train arrive à la hauteur du signal suivant, sa vitesse est d'environ 84km/h.

Malgré l'enclenchement par le conducteur d'un freinage d'urgence, le train s'engage dans les aiguillages à une vitesse plus élevée que celle attendue.

L'analyse du déroulement de l'événement a entre autres fait apparaître une absence de freinage au passage du signal avertisseur, alors que le conducteur avait acquitté correctement l'aspect restrictif de ce signal.

## 4. ANALYSE ET CONCLUSIONS

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

Le vendredi 10/10/2014, après un arrêt prévu à la gare de Vilvorde, le train de voyageurs E3340 (Essen - Bruxelles Midi) continue son trajet sur la voie B de la ligne 25 en direction de Schaerbeek et de Bruxelles-Nord.

En raison de travaux prévus dans la jonction Nord-Midi, la ligne 25 est hors service entre Schaerbeek et Bruxelles-Nord : le train E3340 est dévié vers la voie B de la ligne 27 via la voie A de la ligne 25.

Le train E4519 (Charleroi Sud – Antwerpen Centraal), venant de la direction opposée, est également dévié vers la voie B de la ligne 27.

Une fois dépassée la gare de Schaerbeek, le train sera redirigé vers la voie A de la ligne 25.

Pour éviter le conflit de ces deux trains devant circuler en même temps sur les voies concernées, le train E3340 sera arrêté par un signal fermé.

Vers 20:40, le train E3340 passe, à une vitesse de 116km/h, un signal avertisseur présentant le double jaune; le signal est équipé d'une balise TBL1+ : la balise émet un télégramme fonction de l'aspect "double jaune" du signal et cette information est captée par l'équipement TBL1+ du train. Le conducteur acquitte l'aspect restrictif de ce signal à l'aide du bouton-poussoir dans son poste de conduite mais il maintient la traction et ne ralentit pas le train.

Vers 20:41, le train E3340 passe à hauteur d'une balise IBG TBL1+ associée au signal T-M.8 et située 300 mètres en amont de ce signal. Par l'aspect fermé du signal, le rôle de la balise est d'émettre un message capté par l'équipement TBL1+ du train, afin de vérifier que sa vitesse est inférieure ou égale à 40km/h (mode CVR). La vitesse du train est alors de 118km/h et l'équipement TBL1+ enclenche automatiquement un freinage d'urgence.

Malgré le freinage d'urgence automatique, le train E3340 dépasse le signal fermé T-M.8 et l'aiguillage 33L.

Le train E3340 s'immobilise sur le cœur de l'aiguillage 32L, et il empiète sur le gabarit: le risque de collision avec le train E4519 arrivant en sens opposé sur l'aiguillage 32L est réel.

Le conducteur du train E3340 envoie immédiatement une alarme via GSM-R. Le conducteur du train E4519 reçoit cette alarme et effectue immédiatement un freinage d'urgence. Le train E4519 s'immobilise sur la voie A de la ligne 25 à 150m du train E3340.

La circulation est interrompue, ce qui occasionne des retards et des annulations de trains.  
Aucun blessé ni dégâts matériels ne sont à déplorer.

Les plans d'urgence de l'entreprise ferroviaire et du gestionnaire de l'infrastructure sont mis en place.

Peu avant 23h00, l'ordre est donné par la police des chemins de fer à l'accompagnateur du train E3340 d'évacuer les voyageurs.

La tension au sein des voyageurs était montée depuis l'incident, en raison de :

- la longueur de la mise en place des opérations à effectuer après l'incident
- la succession de messages contradictoires distillés aux voyageurs suite aux échanges d'informations entre les accompagnateurs et le RDV.

Et peu après 23h00, le train de secours quitte les lieux vers Bruxelles-Nord avec les voyageurs du train E3340.

Selon les instructions du RDV, le train de secours doit aussi gérer l'évacuation des voyageurs du train E4519 après ceux du train E3340. Cependant, suite à des problèmes de communication et des discussions à propos des procédures de sécurité, le train de secours reste immobilisé une heure. Lorsque les autorisations arrivent, le train de secours quitte les lieux de l'incident sans s'arrêter à hauteur du train E4519 et sans assurer l'évacuation des voyageurs de ce train.

De nouvelles mesures pour l'évacuation du train E4519 doivent être prises : le conducteur de ce train est invité à continuer son trajet. Son temps de travail réglementaire étant dépassé, un conducteur de remplacement a été demandé et se rend vers le lieu de l'incident.

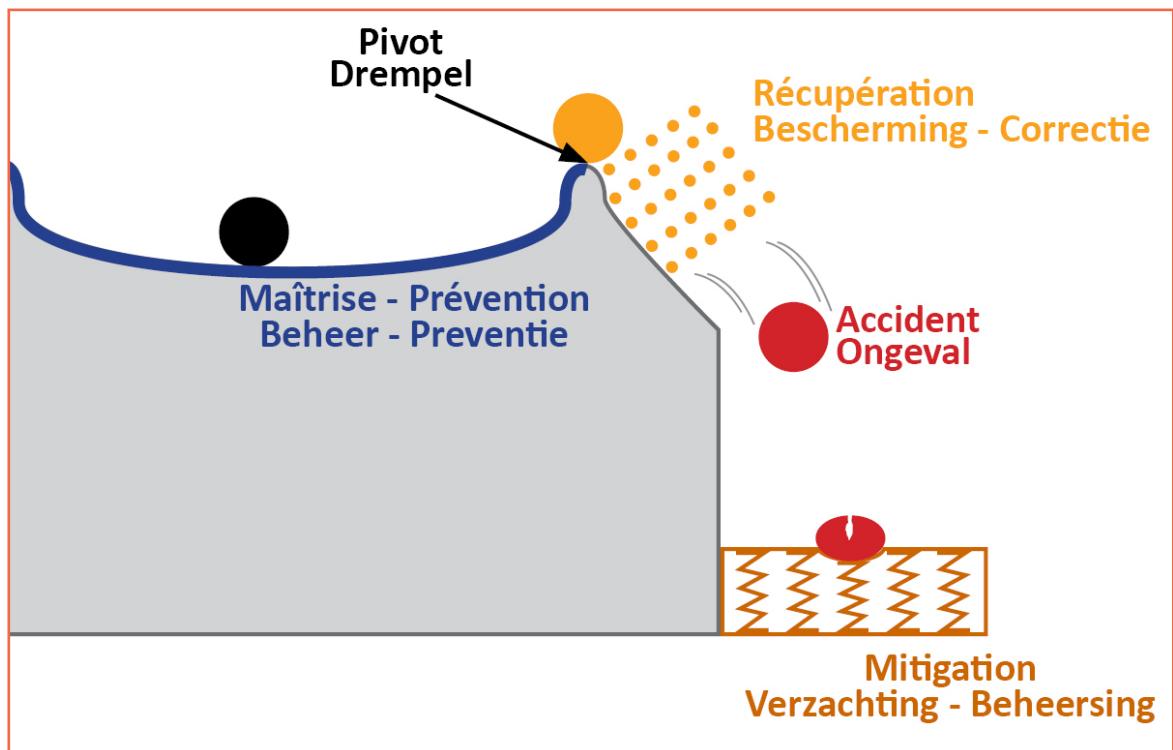
Suite au temps écoulé depuis la survenue de l'incident, et dû au fait que le pantographe du train E4519 est abaissé conformément aux instructions présentes dans le HLT, les batteries du train sont vides. Le conducteur de remplacement ne parvient pas à redémarrer le train et l'intervention d'un technicien est nécessaire.

Vers 01h00, les problèmes techniques sont résolus : le train E4519 circule en direction de Bruxelles-Nord.

A Bruxelles Nord, Bruxelles-Central et Bruxelles-Midi, les services de trains spéciaux, bus et taxis sont affrétés pour permettre aux passagers de se rendre à leur destination finale.

## 4.2. DISCUSSION : LES PRINCIPES DE SÉCURITÉ OPÉRATIONNELLE

Une situation opérationnelle peut être comparée à une bille dotée d'une certaine énergie (qui représente les variations quotidiennes et les différentes menaces) qui s'agit dans une coupelle. La géométrie du récipient (qui symbolise les principes de maîtrise de la situation) maintient la bille à l'intérieur (stabilité dynamique).



Si l'énergie de la bille devient trop forte ou si la hauteur des rebords diminue, la bille franchit le rebord. Il y a perte de contrôle. A partir de ce moment, le mouvement naturel de la bille devient divergent. Seule une action de récupération active peut stopper cette divergence.

Si cette récupération échoue, la bille chute et s'écrase : c'est l'accident.

On peut en atténuer les conséquences en amortissant l'impact.

Les principes de sécurité destinés à empêcher la survenue de l'événement pivot sont dits principes de maîtrise, ou de prévention. Les principes de sécurité destinés à récupérer l'événement pivot sont dits de récupération. Les principes de sécurité destinés à atténuer les conséquences de l'accident sont dits de mitigation.

L'ensemble des principes de sécurité, ou encore l'ensemble de tout ce qui est supposé empêcher la survenue de l'événement initiateur, puis de l'accident, constituent le "modèle de sécurité" associé à l'événement initiateur ou à l'accident.

Cet ensemble comporte des zones explicites : des dispositions réglementaires, des décisions managériales, des procédures à suivre, des caractéristiques de conception, de limitations opérationnelles, etc. qui ont été conçues pour mettre et conserver le système en sécurité.

Il comprend aussi des zones implicites, plus ou moins claires : des "bonnes pratiques", des "attentes raisonnables" vis-à-vis des comportements, voire des présupposés ou des hypothèses totalement implicites sur les comportements des différents acteurs.

<b>Principes de maîtrise</b>	<b>Perte de contrôle</b>	<b>Principes de récupération</b>	<b>Incident</b>	<b>Mitigation</b>
<p>La formation et le comportement du conducteur lui permettent d'agir tel qu'attendu.</p> <p>La gestion "Fatigue-Risque" efficace garantit la vigilance du conducteur.</p> <p>Le système "Fit-for-Duty" permet au conducteur d'évaluer sa capacité à assurer son service.</p> <p>Les équipements permettent de conserver la vigilance du conducteur.</p> <p>La signalisation gérée par Infrabel informe le conducteur.</p> <p>Le système ETCS contrôle automatiquement la vitesse et le freinage du train .</p>	<p>Le conducteur n'adapte pas la vitesse du train lors du passage au signal avertisseur.</p>	<p>Le conducteur se souvient du caractère restrictif du signal avertisseur et adapte son comportement de conduite.</p> <p>Les équipements compatibles dans la voie et à bord des trains contrôlent automatiquement la vitesse du train au passage du signal avertisseur.</p>	<p>Le train dépasse le signal T-M.8 fermé.</p>	<p>La position de l'aiguillage 33L permet d'éviter que le train ne croise le trajet d'autre train.</p> <p>Les équipements dans la voie et à bord permettent de ne pas atteindre le point dangereux.</p> <p>Le GSM-R permet de lancer une alarme afin de faire arrêter tous les trains circulant dans la zone concernée par le dépassement de signal.</p> <p>Les plans d'urgence fonctionnent.</p>

## 4.2.1. PRINCIPES DE MAÎTRISE

Les principes de maîtrise identifiés permettant au conducteur d'adapter sa conduite en fonction de la signalisation sont :

- la formation et le comportement du conducteur lui permettent d'agir tel qu'attendu;
- la gestion "Fatigue-Risque" efficace permet d'obtenir un niveau de vigilance du conducteur plus élevé;
- le système "Fit-for-Duty" permet au conducteur d'évaluer sa capacité à assurer son service;
- les équipements permettent de conserver la vigilance du conducteur;
- la signalisation gérée par Infrabel informe le conducteur.
- le système ETCS contrôle automatiquement la vitesse et le freinage du train.

### 4.2.1.1. LA FORMATION ET LE COMPORTEMENT DU CONDUCTEUR LUI PERMETTENT D'AGIR TEL QU'ATTENDU

La formation et la connaissance de ligne permettent au conducteur de connaître le comportement à adopter face à l'information fournie par la signalisation. Dans le cas présent, le conducteur a été formé et il possède également la connaissance de ligne requise.

Il est également attendu que la réponse appropriée à la signalisation soit fournie par le conducteur : suite au passage du train à la hauteur du signal avertisseur, le conducteur a bien acquitté le signal mais il n'a pas ajusté la vitesse du train conformément aux règles et instructions.

### 4.2.1.2. LA GESTION "FATIGUE-RISQUE" EFFICACE PERMET D'OBtenIR UN NIVEAU DE VIGILANCE DU CONDUCTEUR PLUS ÉLEVÉ

Un système de gestion de la fatigue (SG "Risque Fatigue" ou SGRF) permet, grâce à la récolte et l'analyse de données, de contrôler de façon continue les risques de sécurité dus à la fatigue.

L'impact de la fatigue sur les performances a été bien documenté dans de nombreux travaux menés en laboratoire. Ces recherches ont porté sur des tâches variées allant de tests mentaux simples (tels que des temps de réaction) à des situations complexes de résolution de problèmes. Les résultats de ces études montrent que les sujets présentent des périodes d'endormissement, mettent plus de temps à réagir, font davantage d'erreurs, ont une conscience de la situation réduite et ont des difficultés à prendre des décisions et à prioriser les informations pertinentes.

La planification des horaires de l'entreprise ferroviaire respecte les différentes directives et dispositions légales mais les plannings ne sont pas particulièrement examinés du point de vue de la fatigue générée pour les conducteurs.

Actuellement, la gestion de la fatigue repose sur un autre principe : c'est au conducteur d'estimer, à sa prise de service, si son niveau de fatigue est suffisant pour garantir un bon niveau de sécurité. Cependant, plusieurs études sur le sujet s'accordent sur le fait qu'il est très difficile d'évaluer correctement son niveau de fatigue et font état d'une tendance générale à sa sous-estimation. De plus, en l'absence de système de gestion de la fatigue, il ne semble pas opportun de faire reposer sur le seul conducteur l'estimation et la gestion de son niveau de fatigue avant une prise de service.

### 4.2.1.3. LE SYSTÈME "FIT-FOR-DUTY" PERMET AU CONDUCTEUR D'ÉVALUER SA CAPACITÉ À ASSURER SON SERVICE

Le principe "Fit for Duty" est un protocole par lequel, en dehors de tout autre système de certificat médical à proprement parler :

- le conducteur de train est encouragé à réaliser une auto-évaluation de son aptitude à assurer son service en toute sécurité, et à déclarer cette in/aptitude;
- les responsables de service peuvent utiliser une liste de contrôle (check-list) en cas de doute sur une aptitude déclarée.

Cette possibilité ne peut s'envisager que lorsqu'un SGRF a déjà optimisé le plus possible le risque fatigue du point de vue de l'organisation du travail et de la planification des horaires de travail. Selon les informations dont dispose l'OE, ce système n'est pas en place au sein de la SNCB.

#### 4.2.1.4. LES ÉQUIPEMENTS PERMETTENT DE CONSERVER LA VIGILANCE DU CONDUCTEUR

Le poste de conduite est équipé de dispositifs grâce auxquels le caractère restrictif du signal est rappelé par l'affichage d'un voyant lumineux jaune.

Selon la législation et la réglementation qui concernent les trains de voyageurs de la SNCB circulant sur le territoire belge, la TBL1+ doit équiper ce type de matériel roulant.

Le matériel AM08 en est effectivement pourvu et le conducteur a acquitté l'aspect restrictif du signal avertisseur.

Il semblerait que son attention n'ait pas été suffisamment attirée par le voyant jaune pour qu'il complète cette action par un ajustement de la vitesse du train.

#### 4.2.1.5. LA SIGNALISATION GÉRÉE PAR INFRABEL INFORME LE CONDUCTEUR

La signalisation doit donner de manière précise aux conducteurs les indications nécessaires à l'exécution en toute sécurité de tout mouvement prévu au programme d'exploitation.

Elle doit garantir :

- que tout point dangereux vers lequel le programme d'exploitation prévoit qu'un convoi peut être dirigé est couvert par un signal d'arrêt fixe (signal de couverture) ou mobile d'arrêt;
- que l'itinéraire suivi :
- ne présente aucune discontinuité et ne peut être cisaillé ;
- n'est pas engagé par un autre mouvement de même sens ou de sens contraire ;
- peut-être parcouru à la vitesse autorisée ;
- ne soit pas occupé sauf lorsque le programme d'exploitation permet la réception sur voie occupée ;
- que sur une voie ou dans un tronçon de voie :
- les prescriptions du block-system sont assurées ;
- le blocage de sens de circulation est réalisé ;
- les mouvements peuvent être exécutés à la vitesse autorisée.

La signalisation présentait l'aspect requis : le signal avertisseur présentait le double jaune, informant le conducteur de l'aspect fermé du signal suivant (assurant la couverture des aiguillages).

Aucun dysfonctionnement n'a été observé dans le fonctionnement de la signalisation : les fonctionnalités de l'enclenchement et la programmation de l'EBP ont permis que la circulation des deux trains soient gérées selon les prescrits.

#### 4.2.1.6. LE SYSTÈME ETCS CONTRÔLE AUTOMATIQUEMENT LA VITESSE ET LE FREINAGE DU TRAIN

L'AM08 Desiro est équipée d'ETCS niveau 1 : le matériel roulant est donc équipé d'un système permettant une supervision et un contrôle de la vitesse et de la courbe de freinage.

Les signaux B48 et T-M.8 sont équipés d'Eurobalises TBL1+ mais ne sont pas équipés en ETCS : l'ETCS ne constitue donc pas une mesure de maîtrise.

Si les signaux avaient été équipés d'ETCS, le signal T-M.8 aurait matérialisé la End Of Authority du train, c.-à-d. l'endroit où l'autorisation de mouvement délivrée au train prend fin.

La vitesse du train aurait donc été supervisée entre les 2 signaux, imposant des freinages de service et d'urgence afin d'arrêter le train au signal T-M.8.

## 4.2.2. PERTE DE CONTRÔLE

Lorsque le train passe à hauteur du signal avertisseur, le comportement attendu du conducteur est:

- de manifester sa vigilance en desservant le dispositif de "Vigilance" avant le passage au droit du signal : ceci correspond au comportement du conducteur le jour de l'incident;
- de régler la vitesse du convoi de manière à approcher prudemment le signal d'arrêt suivant pouvant interdire le passage ; il réduit au besoin la vitesse de manière :
- à pouvoir marquer l'arrêt sur la distance de perception du signal d'arrêt ;
- à ne pas dépasser 40 km/h 300m en amont du signal d'arrêt lorsque celui-ci interdit le passage, est ouvert en petit mouvement ou n'est pas visible à cette distance.
- La vitesse du train n'a pas été adaptée dans ce sens par le conducteur du train E3340.

Ceci constitue, selon l'analyse de l'OE, la perte de contrôle.

## 4.2.3. PRINCIPES DE RÉCUPÉRATION

Lorsque l'événement pivot survient, les principes de récupération permettent de ramener la situation dans un mode maîtrisé. Une fois le signal avertisseur franchi sans qu'il y ait adaptation du comportement de conduite, les principes de récupération suivants pourraient enclencher le nécessaire freinage du train :

- le conducteur se souvient du caractère restrictif du signal avertisseur et adapte son comportement de conduite;
- des équipements compatibles dans la voie et à bord des trains contrôlent automatiquement la vitesse du train au passage du signal avertisseur.

### 4.2.3.1. LE CONDUCTEUR SE SOUVIENT DU CARACTÈRE RESTRICTIF DU SIGNAL AVERTISSEUR ET ADAPTE SON COMPORTEMENT DE CONDUITE

Après le franchissement du signal avertisseur, le train roule 886 mètres avant de passer à la hauteur de la balise IBG TBL1+ associée au signal T-M.8 et située à 300 mètres de ce signal : le freinage d'urgence y est automatiquement enclenché.

Durant le temps nécessaire pour parcourir cette distance, l'aspect restrictif du signal avertisseur, matérialisé par le voyant jaune sur le tableau de bord, n'a pas attiré suffisamment l'attention du conducteur pour qu'il adapte sa conduite.

Ceci n'a pas constitué une barrière de récupération efficace.

### 4.2.3.2. DES ÉQUIPEMENTS COMPATIBLES DANS LA VOIE ET À BORD DES TRAINS CONTRÔLENT AUTOMATIQUEMENT LA VITESSE DU TRAIN AU PASSAGE DU SIGNAL AVERTISSEUR

Afin de contrôler automatiquement la vitesse d'un train, des systèmes de sécurité doivent être installés dans la voie et à bord du train et doivent être compatibles l'un avec l'autre.

#### Système TBL1+

Au franchissement du signal avertisseur, la balise TBL1+ dans la voie a émis un télégramme capté par l'équipement TBL1+ du train. La fonction CVR a été activée et le conducteur a acquitté l'aspect restrictif du signal avertisseur.

Lors du passage du train sur la balise située environ 300 mètres en amont du signal fermé, la vitesse du train a été contrôlée à 118km/h. Cette vitesse est supérieure à la limite supérieure de 40km/h autorisés en mode CVR : un freinage automatique d'urgence a été enclenché par le système TBL1+. La TBL1+ a donc fonctionné selon les prescrits.

Cependant, malgré le freinage d'urgence, le train a dépassé le signal fermé.

A lui seul, le système TBL1+ n'a pas constitué une barrière de récupération efficace : dans la situation opérationnelle de l'incident, la TBL1+ n'a pas permis d'arrêter le train avant le signal fermé.

## **Système ETCS**

Avec le système ETCS, le train reçoit une "Movement Authority" c'est-à-dire une autorisation de rouler sur une distance déterminée en adéquation avec les contraintes de l'infrastructure. Elle est complétée entre autres par :

- l'EOA (End of Authority), c.-à-d. l'endroit où elle prend fin (au droit du signal T-M.8)
- la "vitesse but" (0km/h au signal T-M.8) ;
- la description de l'infrastructure (profil de vitesse, déclivité, ...) ;

Sur base de ces données et des données du train, l'équipement de bord détermine les valeurs de vitesse nécessaires pour assurer la supervision du mouvement.

L'invitation à freiner indique au conducteur le moment où il doit effectuer un freinage de service pour ne pas dépasser la vitesse autorisée instantanée. A l'approche du but, une invitation à freiner est délivrée au conducteur qui ne lui permet plus de différer le freinage mais lui laisse un délai suffisant pour effectuer un freinage de service. Si le freinage n'est pas opéré par le conducteur, un freinage automatique d'urgence est initié à bord du matériel roulant par le système ETCS.

Pour fonctionner, tant le matériel roulant que l'infrastructure ferroviaire doivent être équipés de systèmes ETCS compatibles.

Le jour de l'incident, le matériel AM08 est bien équipé du système ETCS (de niveau 1). La voie B de la ligne 25 à Schaerbeek n'est pas équipée de l'ETCS : ceci ne pouvait donc pas constituer une barrière de récupération efficace.

### **4.2.4. INCIDENT / ACCIDENT**

Il n'y a pas d'accident selon les termes repris dans la législation; cependant l'événement qui peut être associé à la chute de la bille (cf. 4.2) est dans ce cas le dépassement du signal fermé T-M.8.

A partir du moment où le train E3340 a dépassé le signal, le risque de dégradation de la situation est bien présent et toutes les mesures en place ont pour but d'en réduire les conséquences.

## 4.2.5. PRINCIPES DE MITIGATION

Le dépassement du signal T-M.8 protégeant le point dangereux matérialise le risque d'accident. Diverses barrières de mitigation pourraient en adoucir les conséquences :

- la position de l'aiguillage 33L permet d'éviter que le train n'atteigne le point dangereux ;
- Les équipements dans la voie et à bord permettent de ne pas atteindre le point dangereux ;
- le GSM-R permet de lancer une alarme afin de faire arrêter tous les trains circulant dans la zone concernée par le dépassement de signal;
- les plans d'urgence fonctionnent.

### 4.2.5.1. LA POSITION DE L'AIGUILAGE 33L PERMET D'ÉVITER QUE LE TRAIN NE CROISE LE TRAJET D'UN AUTRE TRAIN

Le jour de l'incident, les trajets des trains E4519 et E3340 créent un conflit : ces deux trains doivent emprunter un tronçon commun.

L'itinéraire du train E3340 est tracé jusqu'au signal T-M.8 (mis à l'arrêt). L'aiguillage 33L situé en aval du signal T-M.8 se trouve en position droite.

L'itinéraire du train E4519 emprunte l'aiguillage 32L en position gauche.

Le positionnement à droite de l'aiguillage 33L (positionnement automatique ne nécessitant pas d'intervention de l'opérateur) ne permet pas d'éviter que l'itinéraire du train E3340 ne croise celui du train E4519 en cas de franchissement irrégulier du signal T-M.8 par le train E3340.

Les positions respectives des aiguillages ne constituent pas une barrière de mitigation efficace le jour de l'incident.

### 4.2.5.2. LES ÉQUIPEMENTS DANS LA VOIE ET À BORD PERMETTENT DE NE PAS ATTEINDRE LE POINT DANGEREUX

La balise IBG, située 300m en amont du signal T-M.8 auquel elle est associée, a émis un télégramme capté par le système TBL1+ équipant le matériel roulant. A hauteur de cette balise IBG, la vitesse réglementaire du train ne peut pas dépasser 40km/h si le mode CVR a été activé par la balise précédente.

La vitesse du train s'élève à 118km/h : le télégramme reçu a provoqué le freinage automatique d'urgence, conformément aux prescriptions. Le freinage d'urgence a immobilisé le train sur une distance de 400 mètres, soit une distance supérieure à celle séparant la balise IBG du point dangereux (347 mètres).

Dans la situation opérationnelle du jour de l'incident, la vitesse du train associée à la distance entre la balise IBG et le point dangereux n'ont pas permis que les équipements TBL1+ freinent le train avant le point dangereux. Cette barrière de mitigation n'a pas été efficace.

### 4.2.5.3. LE GSM-R PERMET DE LANCER UNE ALARME AFIN DE FAIRE ARRÊTER TOUS LES TRAINS CIRCULANT DANS LA ZONE CONCERNÉE PAR LE DÉPASSEMENT DE SIGNAL

Juste après l'incident, le conducteur du train E3340 envoie une alarme via GSM-R, reçue par le Traffic Control et les trains circulant dans les zones proches du train E3340.

Les conducteurs de ces trains ont pu arrêter immédiatement leur train et éviter ainsi un accident : le freinage d'urgence initié par le conducteur du second train E4519 a permis d'éviter une collision avec le train E3340 à l'arrêt.

Le Traffic Control a pris les mesures nécessaires pour qu'aucun mouvement ne soit envoyé vers la zone de l'incident.

L'alarme GSM-R peut donc être considérée non seulement en tant que barrière de récupération (ayant empêché la collision de survenir), mais également en tant que mesure de mitigation dans la mesure où elle a permis d'éviter un sur-accident.

#### 4.2.5.4. LES PLANS D'URGENCE FONCTIONNENT

Suite à l'alarme GSM-R, le Traffic Control a pris les mesures nécessaires pour qu'aucun mouvement ne soit envoyé vers la zone de l'incident et a prévenu les autres instances selon les prescrits. Cette barrière de mitigation a fonctionné : le sur-accident a pu être évité.

Du point de vue de la gestion post-incident, des ratés ont été observés, notamment dans la gestion de l'évacuation des passagers des trains impliqués vers Bruxelles-Nord et vers les gares de destination finales des passagers.

Les barrières de mitigation n'ont pas eu l'efficacité attendue.

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

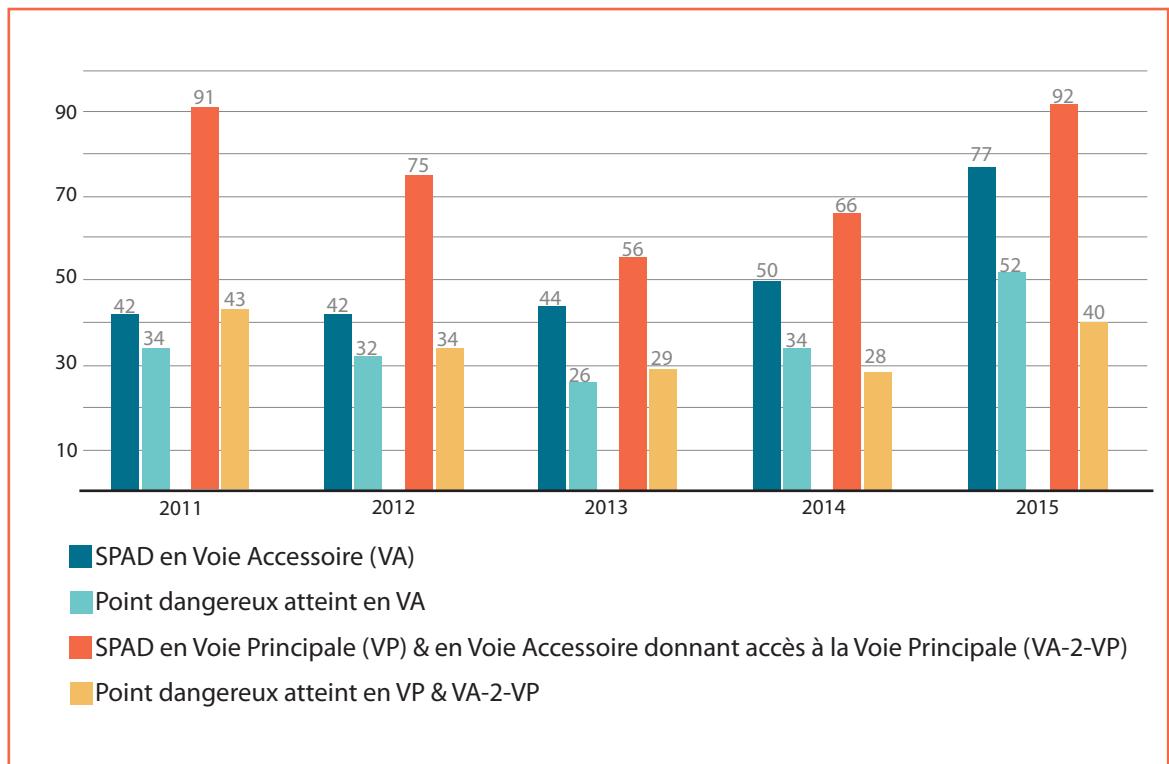
### 4.3.1. SPAD

L'approche du SPAD par le biais de l'analyse du SGS permet de vérifier l'adéquation entre la réglementation ou la planification des ressources des entreprises impliquées et l'exécution des tâches. L'analyse du SGS par l'OE des mesures de prévention des SPAD s'est concentrée sur les aspects suivants :

- le suivi des SPAD par le secteur;
- les mesures technologiques pour prévenir les SPAD : TBL1+ et ETCS;
- la concertation au sein du secteur pour diminuer le nombre de SPAD.

#### 4.3.1.1. SUIVI STATISTIQUE

L'analyse des statistiques des SPAD montre qu'après la diminution observée entre 2011 et 2013, le nombre de SPAD suit une tendance à la hausse pour tous les types de voies en 2014 et 2015.



En VA, les SPAD avec atteinte du point dangereux sont majoritaires (68% en 2014 et 2015). En VP, le point dangereux a été atteint dans 42% des cas en 2014 et 43% en 2015.

Ces chiffres, au même titre que d'autres indicateurs de sécurité, font l'objet d'une surveillance et d'un suivi de la part du GI et des EFs.

#### 4.3.1.2. TBL1+

Depuis 2009, et de façon accélérée depuis la catastrophe de Buizingen en 2010, une des mesures prises par le secteur afin de réduire le nombre de SPAD consiste en l'installation dans les voies et à bord du matériel roulant de systèmes ATP (Automatic Train Protection). Il est en effet important de ne pas laisser reposer l'entièreté de la responsabilité de la sécurité de l'exploitation ferroviaire sur la fiabilité humaine. Si cette dernière est très élevée, il est indispensable de parer aux cas de défaillance, qu'elle débouche sur des incidents ou des catastrophes.

Après la catastrophe de Buizingen :

- la SNCB s'était engagée à ce que tous ses véhicules soient équipés de la TBL1+ pour fin 2013: le planning a été respecté<sup>20</sup>;
- au niveau de son matériel roulant (trains de travaux), Infrabel devait modifier son propre matériel roulant : fin 2015, 99% du matériel équipé d'un système TBL1+ (100% d'engins spéciaux et 99% des locomotives);
- au niveau de l'infrastructure, Infrabel avait décidé d'accélérer le planning d'implémentation de la TBL1+. En fonction de divers critères (nombre de voyageurs, vitesse de références, nombre de signaux à respecter par un train qui traverse un nœud, complexité de l'installation), Infrabel avait déduit une couverture d'efficacité et les signaux à équiper. En décembre 2015, Infrabel avait installé la TBL1+ dans les voies tel que le GI l'avait prévu.

Les limites du système TBL1+ sont :

- dans le cadre de l'incident de Schaerbeek, la mise en place de la TBL1+ ne supprime pas le risque d'atteinte du point dangereux. Les systèmes TBL1+ à bord du matériel roulant et au niveau de l'infrastructure sont compatibles : le train a bien été freiné par le système TBL1+. Mais la vitesse du train au droit de la balise TBL1+ située à 300 mètres en amont du signal fermé n'a pas permis d'arrêter le train avant le signal, ni même avant le point dangereux constitué par l'aiguillage 33L.
- il existe un programme permettant au train technique de mesure de vérifier le bon fonctionnement des balises installées sur le réseau : le train de mesure effectue une vérification des lignes en moyenne deux fois par an. Il n'existe pas de système technique de suivi continu permettant de s'assurer que la balise est fonctionnelle (pas de retour vers les postes de signalisation) : entre les contrôles par le train de mesure, il revient aux conducteurs de signaler tout dysfonctionnement repéré.
- l'entièreté du réseau n'est pas équipé de TBL1+ : les 99,9% annoncés par Infrabel correspondent à un pourcentage de couverture d'efficacité du réseau et non à la couverture de l'entièreté du réseau. Tous les signaux ne sont et ne seront pas équipés de la technologie TBL1+.
- la TBL1+ n'est pas obligatoire pour les trains de marchandises : peu de locomotives en sont équipées; de plus, la distance de 300 mètres séparant la balise du signal n'est pas adaptée au freinage de trains de marchandises.

Les limites de la TBL1+ étaient connues depuis le début par les deux entreprises et ont été jugées "acceptables" car la TBL1+ ne constitue que le premier pas du masterplan ETCS.

S'il a contribué à l'amélioration de la sécurité ferroviaire, le système d'aide à la conduite TBL1+ ne peut constituer qu'une solution partielle / transitoire vers un système de gestion plus performant. Lors de la mise en place du système TBL1+, tant la SNCB qu'Infrabel, ont souligné les limites du système TBL1+ (et l'incident de Schaerbeek met en lumière une de ces limites). C'est la raison pour laquelle les deux entreprises ont considéré l'installation du TBL1+ comme une première étape dans l'implémentation globale ETCS sur le réseau ferroviaire belge.

#### **4.3.1.3. ETCS**

L'ETCS apporte une réponse à certaines limitations connues de la TBL1+, et, par son côté intéropérable, devrait constituer une réponse technique plus adaptée pour les EF circulant sur le réseau ferroviaire belge et européen.

Au niveau de l'infrastructure ferroviaire, Infrabel a décidé d'opter pour des composants partiellement compatibles ETCS / TBL1+ : l'ETCS que met en place Infrabel se base sur les balises déployées pour la TBL1+, pour lesquelles une compatibilité et une conformité aux spécifications ETCS existent.

Le calendrier adopté par Infrabel pour l'installation de l'ETCS mentionne la disponibilité de l'ETCS sur la totalité du réseau pour 2022.

##### **Compatibilité "sol 1 ↔ train" en Belgique**

Le masterplan ETCS d'Infrabel prévoit 2 niveaux d'ETCS (niveau 1 et 2) et 2 modes d'opération (Full Supervision (FS) et Limited Supervision (LS)), en fonction des besoins et des caractéristiques spécifiques du réseau<sup>21</sup>; la convergence vers une version homogène de l'ETCS de niveau 2 est prévue, selon ce masterplan, pour les années 2030-2035.

L'ETCS niveau 2 représente, à ce stade des développements technologiques, la meilleure solution pour la réalisation des objectifs fonctionnels et sécuritaires déterminés, mais il est nécessaire que l'infrastructure et l'ensemble du matériel roulant en soient équipés.

Dans l'attente de cette solution, et afin de réaliser une protection beaucoup plus performante que celle obtenue avec la TBL1+, Infrabel a décidé d'implémenter l'ETCS Limited Supervision (LS) sur certaines lignes et points du réseau.

Si l'implémentation est plus simple que celle de la Full Supervision (gain en ressources nécessaires), la protection est moindre que celle de la Full Supervision :

- le conducteur doit continuer à suivre la signalisation latérale et donc connaître la réglementation et la signalisation du pays;
- Infrabel doit établir une cartographie des points dangereux et des analyses de risques afin de déterminer :
- les points nodaux où la vitesse sera supervisée en continu entre le signal et le point dangereux, avec application automatique d'un freinage en cas de survitesse (points nodule à haut risque);
- les points nodule où le conducteur recevra uniquement un avertissement avec éventuellement une supervision de la vitesse à une distance fixe du signal (points nodule à risque moins élevé).

Jusqu'au moment où la convergence sera réalisée en ETCS niveau 2, plusieurs systèmes cohabitent donc sur le réseau ferroviaire belge, imposant, entre autres, des zones de transitions entre les systèmes.

Cette transition est d'autant plus importante lorsqu'un train passera d'une zone de signalisation de cabine (ETCS) à une zone à signalisation latérale (LS, TBL1+, Memor). Lors de cette transition :

- le conducteur doit acquitter un message spécifique sur les équipements de bord;
- le système à bord commute de niveau;
- le conducteur doit à nouveau suivre la signalisation latérale.

Le risque apporté par cette transition doit être analysé et maîtrisé par le secteur, tant d'un point de vue procédures et réglementation que d'un point de vue technique (présence d'équipements adéquats à bord du matériel roulant).

### **Compatibilité "sol ↔ train" en Europe**

Selon les informations récoltées par l'OE au cours d'interviews, il existe des disparités dans le système ETCS au niveau européen :

- différentes versions (Baseline) co-existent sur le réseau ferroviaire européen : 2.3.0.d, 3.0,...;
- du matériel roulant ne satisfaisant pas totalement aux spécifications des STI et non compatible avec les versions d'ETCS du sol.

Une meilleure sécurité de l'exploitation ferroviaire passe donc par une homogénéité des versions d'ETCS sur le réseau européen, à parcourir par du matériel roulant compatible : une coordination "GI-EF" est donc nécessaire.

#### **4.3.1.4. CONCERTATION**

Outre l'absolue nécessité de l'installation de solutions technologiques, la catastrophe de Buizingen en 2010 avait également mis en lumière la nécessité d'envisager des collaborations au sein du secteur ferroviaire pour aborder la problématique des dépassements de signaux. Les groupes de travail "SPAD-Desk" et "Dépassements de signaux" permettent au GI et aux EFs d'échanger leurs points de vue sur cette question. Il est utile que ces travaux de concertation ne restent pas attachés à l'analyse ponctuelle d'un dépassement particulier mais qu'ils débouchent au contraire sur des solutions structurelles novatrices. Le constat reste alarmant : le nombre de dépassement de signaux est en augmentation depuis 2014.

#### **4.3.2. GESTION DU TRAFIC**

La gestion du trafic dans le faisceau de Schaerbeek a débouché, au cours du temps, sur des décisions résultant en une augmentation de la capacité, notamment en changeant la gestion des aiguillages 32L et 33L. Cette adaptation a entraîné que 2 itinéraires utilisent les mêmes aiguillages, avec, comme protection le jour de l'incident, un signal fermé devant lequel le train E3340 aurait dû s'arrêter. L'analyse sur les aiguillages de protection n'est pas limitée à une seul aiguillage mais est étudiée dans un ensemble.

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 (gestionnaire de l'infrastructure aux Pays-Bas).

### 4.3.3. GESTION DES HORAIRES DE TRAVAIL

Suite à son enquête sur l'accident de Wetteren de 2013 (cf. 3.7), l'OE avait recommandé que les entreprises ferroviaires mettent en place un système de gestion "Risque-Fatigue" (SGRF).

La plus-value de ce SGRF est d'intégrer divers paramètres, dans le but d'une gestion améliorée de la planification du travail : les objectifs visés sont un taux de vigilance plus élevé et une réduction de la fatigue. Mais ni la législation belge ni les directives européennes n'obligent les entreprises ferroviaires à utiliser un SGRF pour gérer les horaires de travail des conducteur : l'EF se conforme bien aux exigences légales et elle n'intègre pas les horaires des conducteurs dans un SGRF.

Les recherches menées sur les rythmes veille-sommeil et la vigilance ont permis de comprendre les facteurs influençant tant la qualité du sommeil que le niveau de vigilance. Il est important que l'entreprise ferroviaire envisage la planification du travail de ses conducteurs à l'éclairage des résultats de ces études : non seulement les horaires eux-mêmes doivent être aménagés mais également des temps de pause à l'intérieur des plages de conduite ou l'organisation des lieux de travail

La gestion des horaires de travail pourrait également être agrémentée d'un accompagnement des conducteurs par un système tel que le "Fit for duty" : par une proximité avec le personnel de conduite, la hiérarchie peut développer une relation de confiance dans laquelle un conducteur qui ne se sentirait pas apte à prendre son service se sentirait libre d'en parler en toute confiance, loin de toute pression sociale négative. Une entreprise ferroviaire belge a mis en place un tel système et les échanges avec les conducteurs sont vécus positivement.

La sécurité durant une prestation de conduite nécessite une vigilance élevée, incompatible avec une inaptitude ressentie par le conducteur.

Mais dans ce contexte d'absence de système de gestion de la fatigue , il ne semble pas opportun de faire reposer sur le seul conducteur l'estimation et la gestion de son niveau de fatigue avant une prise de service. Cette possibilité ne peut s'envisager que lorsqu'un SGRF a déjà optimisé le plus possible le risque fatigue du point de vue de l'organisation du travail et de la planification.

### 4.3.4. FORMATION

Après l'accident de Buizingen de 2010, la SNCB avait décidé diverses mesures, dont certaines concernent la formation des conducteurs :

- intégration d'un jour supplémentaire de formation sur la politique de prévention des dépassages de signaux;
- un accompagnement spécifique du conducteur au cours de ses 2 premières années de carrière, et ce 3 fois par an;
- une formation permanente conçue de manière plus performante et plus ciblée par le biais d'un coaching de retour.

La participation du GI et des EFs à des réunions de concertations est également nécessaire dans le cadre des analyses de SPAD. Celles-ci ont permis de mettre en lumière que certains SPAD ont comme origine une mauvaise compréhension des messages et instructions échangés entre les conducteurs et les agents du mouvements du GI. Des actions ont été décidées afin que chacune des 2 disciplines puisse se rendre compte du travail de l'autre, et puisse ainsi amener une meilleure compréhension mutuelle : des journées d'échange d'expériences "conducteur ↔ agent de cabine" seront organisées.

### 4.3.5. PLANS D'URGENCE

Juste après avoir dépassé le signal, le conducteur du train E3340 envoie une alarme via GSM-R, reçue par le Traffic Control et les trains circulant dans les zones proches du train E3340.

Les conducteurs de ces trains ont pu arrêter immédiatement leur train et éviter ainsi un accident : le freinage d'urgence initié par le conducteur du second train E4519 a permis d'éviter une collision. Le Traffic Control a aussi pu prendre les mesures nécessaires pour qu'aucun mouvement ne soit envoyé vers la zone de l'incident, évitant tout sur-accident.

Les Plans d'Urgence Internes de l'EF et du GI ont ensuite été déclenchés. Les ratés de communication et la divergence de certains messages transmis par le RDV vers les accompagnateurs des 2 trains impliqués ont entraîné une certaine dégradation du climat auprès des voyageurs, excédés par le temps durant lequel ils sont restés bloqués dans les trains.

Le Plan d'Urgence de la SNCB est en cours de révision et il est nécessaire que les résultats de REX soient intégrés dans la nouvelle mouture de ce plan.

Le Coordinateur Intervention SNCB a un rôle central dans la gestion post-incident/accident. Il est indispensable que la SNCB :

- s'assure qu'il a les outils et la formation nécessaires à sa mission;
- rappelle à l'ensemble de son personnel le rôle et les responsabilités du Coordinateur Intervention SNCB et qu'il est crucial de respecter les instructions données par le Coordinateur Intervention SNCB, quel que soit le niveau hiérarchique des intervenants.

### 4.3.6. ENQUÊTES & RAPPORTS

De nettes améliorations sont constatées dans les rapports d'enquête du GI et de l'EF, faisant écho aux constats et recommandations repris dans le rapport d'enquête de l'OE sur l'accident de Buizingen.

Pour une amélioration continue des processus mis en œuvre, la gestion post-incident devrait cependant également faire partie des sujets de cette enquête. En effet, des ratés de communication ont pu être observés une fois les trains arrêtés et l'alarme GSM-R lancée : faire analyser les communications enregistrées par le système ETRALI de façon indépendante par les services d'enquête permet de garantir la neutralité nécessaire à l'amélioration continue des plans d'urgence mis en place par les entreprises.

### 4.3.7. REX

Après l'incident, un REX a été organisé. REX, que l'on peut traduire de deux façons différentes, aussi valables l'une que l'autre (Return On Experience / Return Of Experience) : un debriefing de la situation vécue et les leçons qui doivent en être tirées.

Lorsqu'un REX réunit l'ensemble des acteurs qui sont intervenus dans la gestion du post-incident, il est important que ce moment privilégié soit un lieu d'échange débouchant sur une amélioration dans les SGS de chacune des parties impliquées, de même que dans les interfaces entre celles-ci. En tout état de cause, les réunions REX ne doivent pas avoir pour but de déterminer les fautes et/ou les responsabilités dans l'incident et ses suites. Un REX doit permettre de :

- mettre en évidence ce qui a bien fonctionné;
- dégager des actions pour amener des améliorations afin d'éviter que des dysfonctionnements post incident ou post accident observés ne se répètent.

A titre d'exemple, le REX aurait dû inclure tous les intervenants et permettre de vérifier que les procédures d'évacuation des voyageurs sont disponibles et/ou comprises, qu'elles tiennent compte, entre autres, de la diversité des situations dégradées et du leadership sur le site, qu'elles incluent la disponibilité de la liste des voyageurs évacués, que le déclenchement du plan d'urgence interne est annoncé officiellement,...

## 4.4. CONCLUSIONS

Juste après avoir dépassé le signal, le conducteur du train E3340 envoie une alarme via GSM-R, reçue par le Traffic Control et les trains circulant dans les zones proches du train E3340. Les conducteurs de ces trains ont pu arrêter immédiatement leur train et éviter ainsi un accident : le freinage d'urgence initié par le conducteur du second train E4519 a permis d'éviter une collision. Le Traffic Control a aussi pu prendre les mesures nécessaires pour qu'aucun mouvement ne soit envoyé vers la zone de l'incident, évitant tout sur-accident.

Le Plan d'urgence a ensuite été déclenché, au cours duquel des ratés de communication ont pu être identifiés par l'organisme d'enquête via une étude approfondie des enregistrements des diverses communications.

L'analyse des communications enregistrées par le système ETRALI de façon indépendante par les services d'enquête des entreprises concernées permettrait de garantir la neutralité nécessaire à l'amélioration continue des plans d'urgence mis en place par ces entreprises.

Le Coordinateur Intervention SNCB a un rôle central dans la gestion post-incident/accident. Il est indispensable que la SNCB :

- s'assure qu'il a les outils et la formation nécessaires à sa mission;
- rappelle à l'ensemble de son personnel le rôle et les responsabilités du Coordinateur Intervention SNCB et qu'il est crucial de respecter les instructions données par le Coordinateur Intervention SNCB, quel que soit le niveau hiérarchique des intervenants

Il est nécessaire d'impliquer activement les collaborateurs exécutants dans les activités de sécurité. La conscience de la sécurité sera plus élevée et l'attitude face aux activités de sécurité est positive. Nous constatons un manque de contacts entre collaborateurs de terrain au sujet de la sécurité. Les collaborateurs devraient être encouragés à nommer eux-mêmes les comportements prudents et imprudents et à agir en conséquence.

Cependant le système répressif mentionné dans notre rapport d'enquête sur la catastrophe survenue à Buizingen en 2010 est toujours d'application : ce n'est pas de nature à encourager un tel comportement.

Un système de feedback a été mis en place par le gestionnaire d'infrastructure pour permettre le retour de manque de visibilité des signaux de la part des entreprises ferroviaires (végétation, ...)

**Nous recommandons qu'un système soit mis en place pour encourager les collaborateurs de l'entreprise ferroviaire et du gestionnaires d'infrastructure à rapporter les comportements prudents et imprudents au sein de son entreprise.**

Le dépassement du signal par le train E3340 fait partie des SPAD dénombrés en 2014 et dont le nombre est en augmentation malgré les diverses mesures techniques prises par l'entreprise ferroviaire et par le gestionnaire d'infrastructure..

En effet après la diminution observée entre 2011 et 2013, le nombre de dépassement de signaux (SPAD) suit une nouvelle tendance à la hausse pour tous les types de voies. Ce qui a fait évoluer le scope de l'enquête sur la gestion des dépassements de signaux.

Du point de vue technique, les limites de la TBL1+ sont connues par Infrabel et la SNCB et ce dépassement à Schaerbeek constitue, si besoin était encore, un argument pour l'ETCS.

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 (gestionnaire de l'infrastructure aux Pays-Bas).

Nous constatons que la standardisation du système ETCS au travers du réseau européen , préconisée sur le papier est loin d'être unanime sur le terrain : de multiples versions/baselines de l'ETCS sont installées au sol et à bord du matériel roulant.

De plus, jusqu'au moment où la convergence sera réalisée en ETCS niveau 2, trois systèmes cohabiteront donc sur le réseau ferroviaire belge, imposant, entre autres, des zones de transitions entre les systèmes.

Cette transition est d'autant plus importante lorsqu'un train passera d'une zone de signalisation de cabine (ETCS) à une zone à signalisation latérale (LS, TBL1+, Memor).

Les diverses analyses et/ou études de risques réalisées par les entreprises ferroviaires ou par le gestionnaire d'infrastructure devraient être partagées :

- dysfonctionnement des balises : dédoublement de certaines balises au droit des zones de transition, avec freinage d'urgence automatique en cas de dysfonctionnement;
- méthodologie utilisée pour informer le conducteur qu'il doit suivre la signalisation latérale;
- risque induit pour les conducteurs dans le cas de transition entre les systèmes sur un même parcours,
- ...

**Nous recommandons que l'Autorité de Sécurité veille à ce que :**

- **les échanges entre le gestionnaire de l'infrastructure et les entreprises ferroviaires permettent une meilleure coordination de l'implémentation de l'ETCS;**
- **des échanges soient menés sur les analyses de sécurité et/ ou études de risques ainsi que sur les mesures proposées pour atténuer les risques induits ;**
- **en l'absence de certaines études, celles-ci soient réalisées.**

Nous pensons également que des progrès peuvent encore être fait en matière de culture de sécurité, afin que l'ensemble des valeurs, croyances et comportements soient partagés par tous les acteurs des entreprises. La maîtrise des risques doit être amenée à son niveau le plus élevé dans chacune de leurs activités, et chaque opération exécutée au quotidien doit l'être avec le plus haut degré de concentration et avec l'attention la plus complète pour la tâche effectuée.

Lors de l'enquête sur l'accident de Wetteren, l'OE avait recommandé la mise en place d'un système de gestion "Risques-Fatigue" au sein des entreprises ferroviaires. Durant cette enquête et suite au nombre de dépassement en hausse, nous rappelons l'impact des horaires de travail sur la santé et la sécurité. La fatigue est un grave danger créé par des facteurs humain et a donc des répercussions sur la sécurité.

Au sein de la SNCB, il est de la responsabilité du conducteur de train de signaler son état de fatigue. Dans un premier temps, il est très difficile d'évaluer correctement son niveau de fatigue, que l'on a tendance à sous-estimer. D'autre part, on peut supposer que la culture professionnelle du conducteur ne l'encourage pas à déclarer son niveau de fatigue réel car cela reviendrait à admettre sa faiblesse. De plus, les conséquences de signaler un niveau de fatigue sont le risque de générer des retards voire des suppressions de trains de voyageurs.( conscience professionnelle).

L'impact des horaires de travail sur la santé et la sécurité constitue un enjeu essentiel compte tenu du recours de plus en plus important à des horaires atypiques .

- la fatigue est un grave danger créé par des facteurs humains,
- la fatigue a donc des répercussions sur la sécurité.

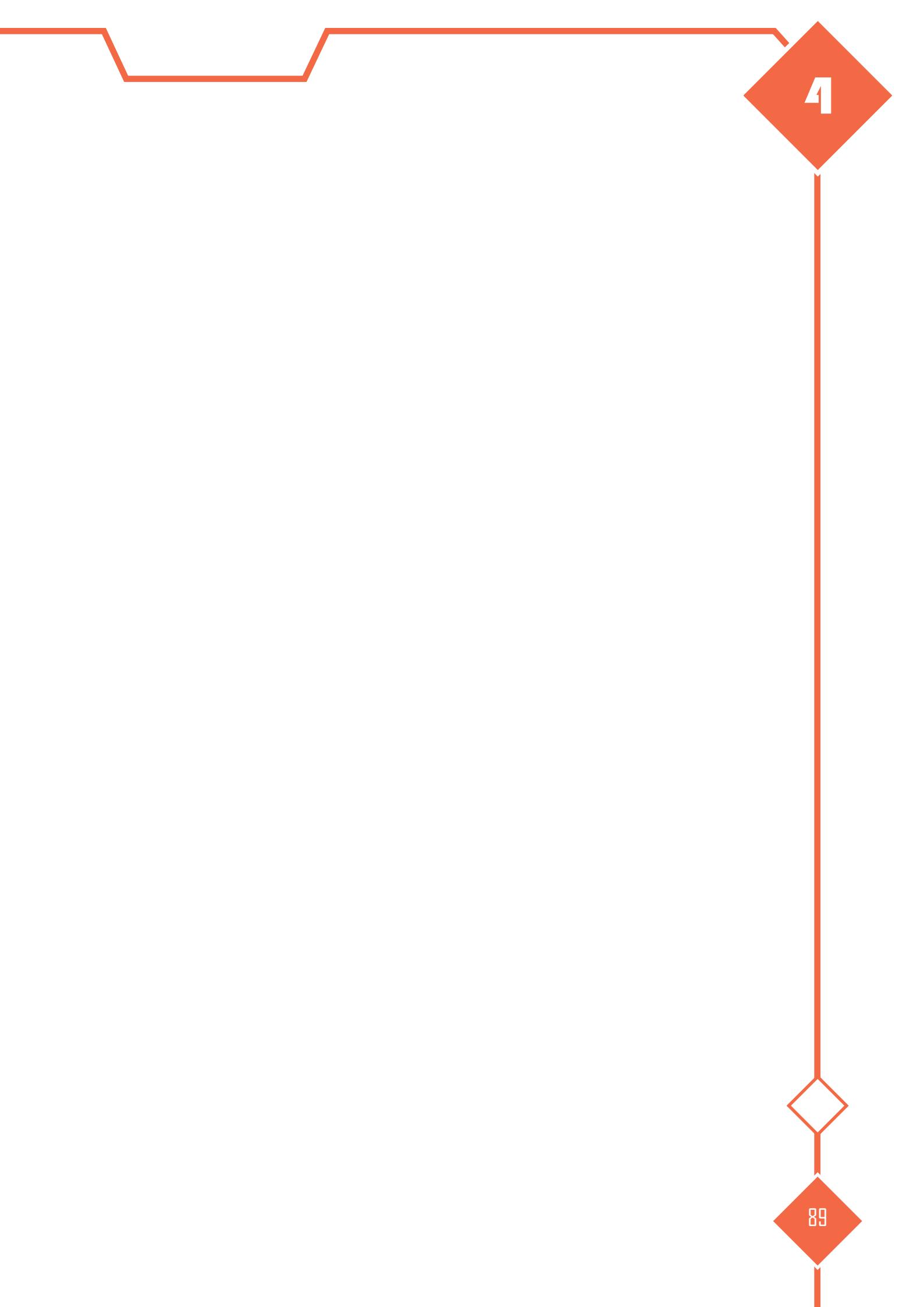
Le SGS Fatigue est un moyen dirigé par des données qui permet de surveiller et de gérer en continu les risques de sécurité liés à la fatigue, basé sur des principes et des connaissances scientifiques ainsi que sur l'expérience opérationnelle, qui vise à faire en sorte que le personnel concerné s'acquitte de ses fonctions avec un niveau de vigilance satisfaisant.

La mise en place d'un système de gestion de la fatigue pourrait apporter une plus-value au système actuel, dans un premier temps par une utilisation progressive des logiciels de type "Index Risk Fatigue" : par exemple pour évaluer le niveau de fatigue des conducteurs impliqués dans les SPAD/accidents/incidents, horaires atypiques non pas dans le cadre d'un système de répression mais afin de réaliser les premiers constats et cibler les priorités. Les données récoltées devront être analysées et permettre de prendre, si nécessaire, des mesures pour diminuer le risque lié à la fatigue engendrée par les rotations, les horaires de service , les trajets domicile-travail, ...

La gestion continue des risques de sécurité lié à la fatigue passe obligatoirement par l'identification des causes de fatigue au sein de l'entreprise ferroviaire.

La gestion des risques de sécurité liés à la fatigue est largement documentée dans le milieu de l'aviation civile et un peu moins dans le milieu ferroviaire. Elle est recommandée par l'OACI (organisation internationale de l'aviation civile). Deux guides sont proposés, l'un pour les autorités devant accepter la mise en place, et l'autre pour aider les opérateurs à la mise en place d'un tel système.

**Nous recommandons que l'Autorité de Sécurité impose au travers du système de gestion de sécurité des entreprises ferroviaires de gérer en continu les risques de sécurité lié à la fatigue des conducteurs de train et plus particulièrement par une gestion multi dimensionnelle des horaires.**

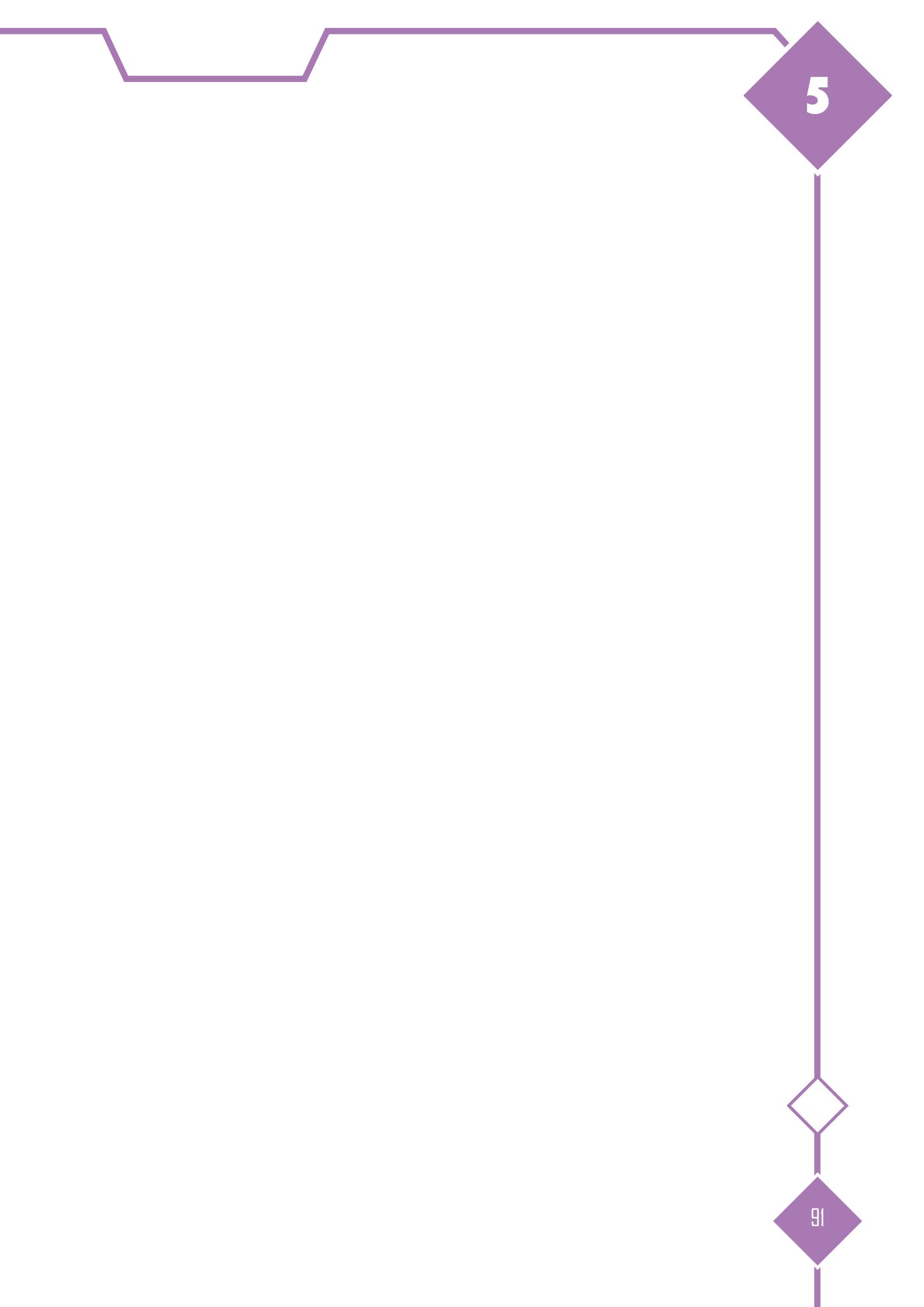


4

89

## 5. MESURES PRISES

Néant



5

91

## 6. RECOMMANDATIONS

Bien que déjà énoncées et contextualisées au chapitre 4.4 (page 86), 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	<p>Nous recommandons qu'un système soit mis en place pour encourager les collaborateurs de l'entreprise ferroviaire et du gestionnaire d'infrastructure à rapporter les comportements prudents et imprudents au sein de son entreprise.</p>
2	<p>Nous recommandons que l'Autorité de Sécurité veille à ce que :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• les échanges entre le gestionnaire de l'infrastructure et les entreprises ferroviaires permettent une meilleure coordination de l'implémentation de l'ETCS;</li><li>• des échanges soient menés sur les analyses de sécurité et/ ou études de risques ainsi que sur les mesures proposées pour atténuer les risques induits;</li><li>• en l'absence de certaines études, celles-ci soient réalisées.</li></ul>
3	<p>Nous recommandons que l'Autorité de Sécurité impose au travers du système de gestion de sécurité des entreprises ferroviaires de gérer en continu les risques de sécurité lié à la fatigue des conducteurs de train et plus particulièrement par une gestion multi dimensionnelle des horaires.</p>

6

93

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

