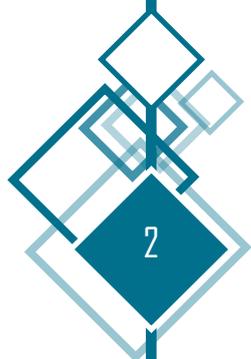


Rapport d'Enquête de Sécurité

Déraillement d'un train de la SNCB survenu à Buizingen le 10 septembre 2015

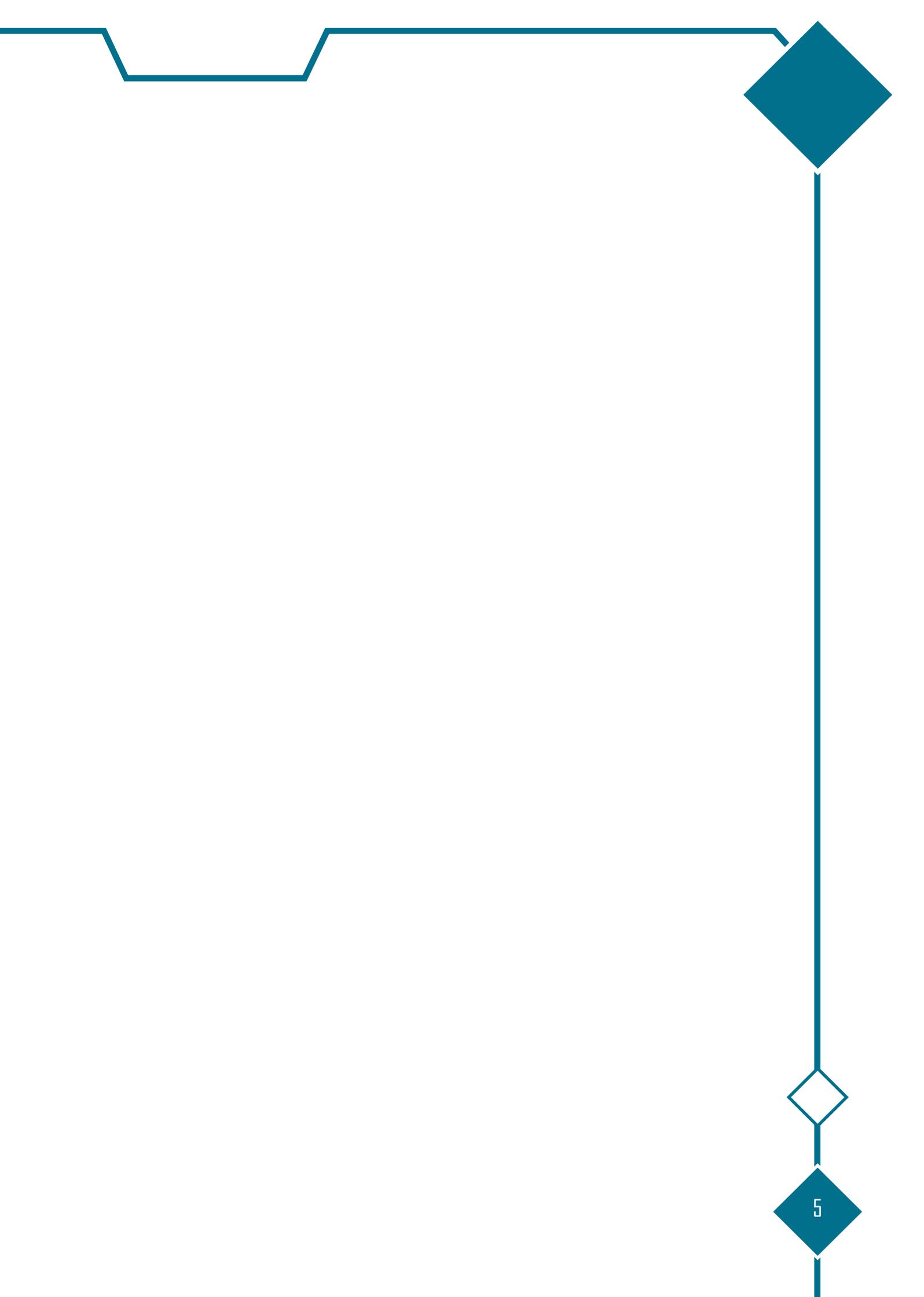


Toute utilisation de ce rapport dans une perspective différente de celle de la prévention des accidents - par exemple celle de définir des responsabilités, et a fortiori des culpabilités individuelles ou collectives - serait effectuée en distorsion totale avec les objectifs de ce rapport, les méthodes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

1. RÉSUMÉ	6
2. LES FAITS	11
2.1. Les faits	11
2.1.1. Description des faits	11
2.1.2. Localisation	11
2.1.3. La décision d'ouverture d'enquête	12
2.1.4. Composition de l'équipe d'enquête	12
2.1.5. Conduite de l'enquête	13
2.2. Les circonstances de l'événement	14
2.2.1. Les acteurs concernés	14
2.2.2. Description de l'infrastructure et de la signalisation	16
2.2.3. Composition du train	19
2.2.4. Moyens de communication	20
2.2.5. Déclenchement du plan d'urgence ferroviaire et sa chaîne d'événements	20
2.2.6. Déclenchement du plan d'urgence des services publics de secours, de la police et des services médicaux et sa chaîne d'événements	20
2.3. Pertes humaines, blessés	21
2.3.1. Victimes	21
2.4. Dommages matériels	21
2.4.1. Dommages à l'infrastructure	21
2.4.2. Dommages au matériel roulant	22
2.5. Circonstances externes	23
2.5.1. Conditions météorologiques	23
2.5.2. Références géographiques	23
3. COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS ET ENQUÊTES	25
3.1. Résumé des témoignages	25
3.2. Système de gestion de Sécurité	25
3.2.1. Système de gestion des compétences des conducteurs	26
3.2.2. Structure et responsabilités	29
3.2.3. Tâches de coordination du GI	29
3.2.4. Monitoring	30
3.3. Règles et réglementation	31
3.3.1. Règles et réglementation publique communautaire et nationale applicables	31
3.3.2. Autres règles, telles que les règles d'exploitation, les instructions locales, les exigences applicables au personnel, les prescriptions d'entretien et les normes applicables	31
3.4. Fonctionnement du matériel roulant et des installations techniques	33
3.4.1. Système de signalisation et de contrôle	33
3.4.2. Matériel roulant, y compris les enregistrements des enregistreurs automatiques de données	37
3.5. Documentation du système opératoire	39
3.5.1. Mesures prises par le personnel pour le contrôle du trafic et la signalisation	39
3.6. Interface Homme-Machine-Opération	40
3.6.1. Profil du conducteur	40
3.6.2. Formation/expérience du conducteur	40
3.6.3. Charge de travail / fatigue & vigilance	41
3.6.4. Attention et disposition mentale	41
3.6.5. Visibilité des signaux	42
3.6.6. Pratique vis-à-vis de la succession des signaux	42
3.6.7. Pratique habituelle d'acquiescement et de freinage	42
3.6.8. Pratique habituelle vis-à-vis d'un signal VJH	43
3.6.9. Situation habituelle à cet endroit	44

4. ANALYSES ET CONCLUSION	45
4.1. Compte-rendu final de la chaîne des événements	45
4.2. Analyse des facteurs humains	46
4.2.1. Congés	46
4.2.2. Déficit d'attention	46
4.2.3. Visibilité des signaux	46
4.2.4. Pratique vis-à-vis de la succession des signaux	46
4.2.5. Complexité du gril de Buizingen	47
4.3. Accident	47
4.4. Analyse SGS	48
4.4.1. Processus de recrutement	48
4.4.2. Processus de formation	49
4.4.3. Gestion des congés	50
4.4.4. Gestion des survitesses	51
4.5. Conclusions	52
4.5.1. Cause directe	52
4.5.2. Causes indirectes	52
4.5.3. Causes sous-jacentes	53
5. MESURES PRISES	55
6. RECOMMANDATIONS	57



1. RÉSUMÉ

Le jeudi 10 septembre 2015, le train de voyageurs de la SNCB assurant le trajet entre Schaerbeek et Geraardsbergen roule sur la ligne 96. Le train est composé d'une locomotive électrique de type 21 suivie de 8 voitures M4..

L'étude de la bande d'enregistrement, les tests sur le site de l'accident et l'analyse des documents fournis ont permis de retracer la chaîne d'événements.

Ce jour-là, le ciel est dégagé et le soleil est bien visible. La température est d'environ 20°. Vers 16h56, le train passe à hauteur d'un premier signal (K-D.1) à une vitesse d'environ 139km/h. Ce signal présente un Vert Jaune Horizontal (VJH). Son mât est équipé d'un panneau de vitesse pour signal avertisseur, panneau en forme de triangle blanc aux coins arrondis portant un chiffre noir "5". Ce panneau, dont l'indication ne doit être prise en compte que si le signal présente l'aspect VJH, indique que la plus petite vitesse que le signal d'arrêt suivant peut imposer est 50km/h. Le conducteur acquitte l'aspect restrictif du signal sur son équipement de bord. On constate une légère baisse de vitesse mais le conducteur ne décélère pas suffisamment et tel qu'attendu.

Une minute plus tard, le train approche d'un second signal (C-D.1) qui présente également un Vert Jaune Horizontal (VJH), un panneau lumineux supérieur avec un chevron et un panneau lumineux inférieur avec le chiffre 5. Dans cette configuration, selon la réglementation en vigueur à la SNCB :

- le chiffre 5 signifie que la vitesse du train au droit du signal doit être de 50km/h, ou moins,
- le chevron allumé indique que le train change de régime, passant de la voie normale à la contrevoie à la faveur des aiguillages (11BD-11AD).

La vitesse du train est d'environ 120km/h lors de son passage au niveau de ce signal, au lieu de 50km/h. Le conducteur entame un freinage d'urgence. Le train s'engage sur les aiguillages à une vitesse trop élevée. La locomotive, dont la masse est plus élevée, ne déraille pas; seul le premier bogie de la première voiture déraille. Le train s'immobilise à la hauteur des quais du PANG de Buizingen : la locomotive et les deux premières voitures sont à quais.

Le conducteur lance une alarme via GSM-R et les circulations sont interrompues. 39 voyageurs sont contusionnés, dont 10 sont emmenés dans des hôpitaux de la région dont ils sortiront dans les 24 heures.

Des dégâts sont observés à l'infrastructure : traverses en béton éclatées, déformation de la voie et des appareils de voies. La première voiture du train a également subi des dégâts.

L'accident ne répond pas à la définition d'accident grave; cependant, dans des circonstances légèrement différentes, celui-ci aurait pu avoir des conséquences plus graves : l'OE a décidé d'ouvrir une enquête.

Les diverses vérifications du fonctionnement des signaux, ainsi que des mesures de la voie et des aiguillages ont été effectuées : rien d'anormal n'a été constaté lors de ces divers contrôles, les dégâts à l'infrastructure résultent de l'accident.

Diverses mesures ont également été opérées sur le matériel roulant (mesures des profils des roues de la locomotive et de la première voiture, essai des freins (tenue à la pression)), dans les ateliers de la SNCB : rien d'anormal n'a été constaté lors de ces divers contrôles et les dégâts inventoriés résultent de l'accident.

C'est pourquoi l'OE a fait appel à de l'expertise externe pour réaliser une enquête "facteurs humains et organisationnels". L'enquête s'est attachée aux défaillances dans les principes de sécurité ou l'application de ces principes, ayant permis la survenance de l'accident. Une étude approfondie des comportements des acteurs et des organismes a ainsi pu être menée : comparaison aux pratiques courantes, comparaison aux référentiels, recherche d'explications psychologiques ou psychosociologiques.

Le scénario le plus probable retenu pour expliquer la survenue de l'accident du train est celui d'une mauvaise appréhension de l'aspect du signal avertisseur par le conducteur peu expérimenté, due à la prégnance d'un schéma d'action routinier, inadapté à la situation du jour de l'accident à cet endroit, sans doute renforcée par un déficit d'attention momentané.

Dans un contexte opérationnel normal, la perception et l'interprétation des signaux sont fortement influencées par les habitudes et la connaissance de la ligne acquise par les conducteurs. Les circuits visuels sont simplifiés et seules les informations pertinentes sont recherchées. De ce fait, l'apparition d'une information non attendue a davantage de probabilité d'être ratée. L'étude de Baysari and al. (2009) montre que les deux facteurs favorisant les erreurs des conducteurs sont :

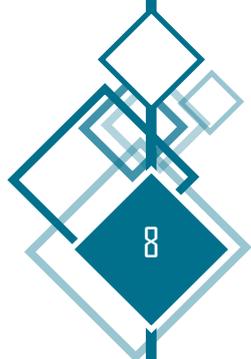
- la baisse de vigilance et des attentes
- des hypothèses erronées sur l'information à venir.

Dans la situation opérationnelle habituellement rencontrée par le conducteur peu expérimenté, l'itinéraire du train se poursuit en ligne droite, rencontrant dans l'ordre les signaux K-D.1 au vert, C-D.1 et H-E.1. Dans cette configuration, la restriction de vitesse au signal H-E.1 est de 120km/h. Le jour de l'accident, la séquence d'actions du conducteur montre un comportement cohérent avec cette situation : passage du signal K-D.1 à 139km/h en décélération progressive et passage du C-D.1 à 123km/h.

Le mât du signal K-D.1 est équipé d'un panneau de vitesse pour signal avertisseur, panneau en forme de triangle blanc aux coins arrondis portant un chiffre noir "5". Ce panneau n'est à prendre en considération que lorsque le signal K-D.1 présente l'aspect VJH.

La sécurité est assurée par la bonne perception du signal par le conducteur, puis par sa bonne interprétation et enfin par la mise en place du comportement adapté. Les conducteurs sont formés pour répondre à ces exigences notamment par leur formation à la connaissance de ligne. La combinaison de l'aspect du signal et du panneau triangulaire pointe en bas portant la mention "5" n'est pas décodable de manière simple et intuitive. Elle nécessite un effort d'interprétation et suppose donc que le conducteur ait alloué suffisamment de ressources pour assumer cet effort ou bien qu'il ait développé suffisamment d'expérience pour acquérir les automatismes nécessaires au décodage de ce type de situation particulière.

Cet effort suppose une allocation de ressources mentales – une attention - qui n'était pas disponible, probablement du fait d'un fonctionnement en mode routinier du conducteur.



De nombreuses études en psychologie ont montré depuis longtemps que l'attention est un processus limité en ressources et dans le temps (James, W. 1890). La littérature montre que, pour une action simple, il faut en moyenne une vingtaine de répétition pour construire une habitude. Un test de substitution a pour objectif de différencier les facteurs de comportement individuels des facteurs génériques. Celui réalisé par les experts dans le cadre de cet accident a montré des résultats variés en fonction de l'expérience de conduite des conducteurs : en conclusion, certains conducteurs novices auraient pu commettre la même erreur.

Il existe un risque pour les conducteurs peu expérimentés, de réaliser une mauvaise lecture d'un signal dans une situation opérationnelle similaire, du fait de leurs attentes.

Recommandation n° 1

L'OE recommande au SSICF de s'assurer que l'entreprise ferroviaire, en collaboration avec les centres de formation, sensibilise les apprenants conducteurs aux erreurs de routine et pièges possibles des situations opérationnelles peu rencontrées.

Le jour de l'accident, le conducteur réalisait son troisième service après une longue interruption de travail de quasiment 8 semaines (période de 4 semaines de congés, suivie de 5 services, suivis d'une période de 4 semaines de congés) et il avait pris son service à midi (ne nécessitant pas de lever tôt et ne générant donc pas de privation de sommeil) : le déficit d'attention ne peut pas être attribué à un niveau de fatigue important

Il peut cependant s'expliquer par le fait que le conducteur revenait d'une longue période de congés : les données d'accidentologie fournies par la SNCB montrent qu'il y a davantage d'événements durant ces périodes de retour de repos.

Ce phénomène peut s'expliquer par l'affaiblissement des automatismes professionnels, les sollicitations cognitives en lien avec l'activité et qui les entretiennent étant en suspens pendant la période de congé.

Cet effet est d'autant plus marqué que les automatismes sont encore mal ancrés, ce qui est le cas des conducteurs inexpérimentés.

Les longueurs des périodes de congé du conducteur sont inférieures aux 6 mois d'interruption de conduite pour lesquels la réglementation impose de procéder à une vérification de l'aptitude professionnelle.

En théorie, pour des périodes de congé moins longues, le conducteur a la possibilité de signaler qu'il n'est pas à l'aise. Pourtant, même s'ils reconnaissent volontiers qu'il n'est pas facile de reprendre la conduite après une longue période d'absence, les conducteurs ne demandent jamais à être accompagnés pour cette reprise car, culturellement, ce type de demande est mal apprécié de la part des collègues.

En revanche, lorsqu'ils n'ont pas conduit avec un certain type d'engin moteur depuis longtemps, les conducteurs ont plus de facilité à demander à être accompagné pour leur premier trajet. Culturellement, cette seconde situation semble être plus légitime et donc davantage acceptée.

Recommandation n°2

L'OE recommande que l'entreprise ferroviaire identifie des règles de bonnes pratiques à mettre en œuvre dans la gestion des congés et des retours de congé.

Les événements de survitesse constatés par le centre d'analyse de la SNCB sont renseignés dans la base de données SIROCCO depuis avril 2015. Ils sont répertoriés selon le critère de sévérité de survitesse :

- les dépassements sensibles de la vitesse, supérieurs à 30 km/h : un rapport trimestriel en est extrait.
- les dépassements inférieurs à 30 km/h sont comptabilisés dans une rubrique "autres".
- les dépassements de vitesse de plus de 8 km/h sont communiqués au personnel de conduite concerné.

Compte tenu des difficultés de détection de ce type d'événement, il est tout à fait probable que beaucoup de cas de survitesse restent inconnus et que le nombre total d'événements de survitesse soit en réalité sous-estimé. Dans la cartographie des risques, un événement de survitesse supérieur à 30km/h est considéré par la SNCB comme aussi critique qu'un dépassement de signal.

La SNCB a peu d'informations sur la robustesse de ce principe "survitesse" lié au non-respect VJH : elle ne connaît ni le taux d'exposition des conducteurs à ce risque ni leur taux d'échec. De plus, les non respects de signaux à l'aspect VJH ne sont pas différenciés des autres événements de survitesse (liés par exemple au non-respect d'une restriction de vitesse suite à la présence de travaux).

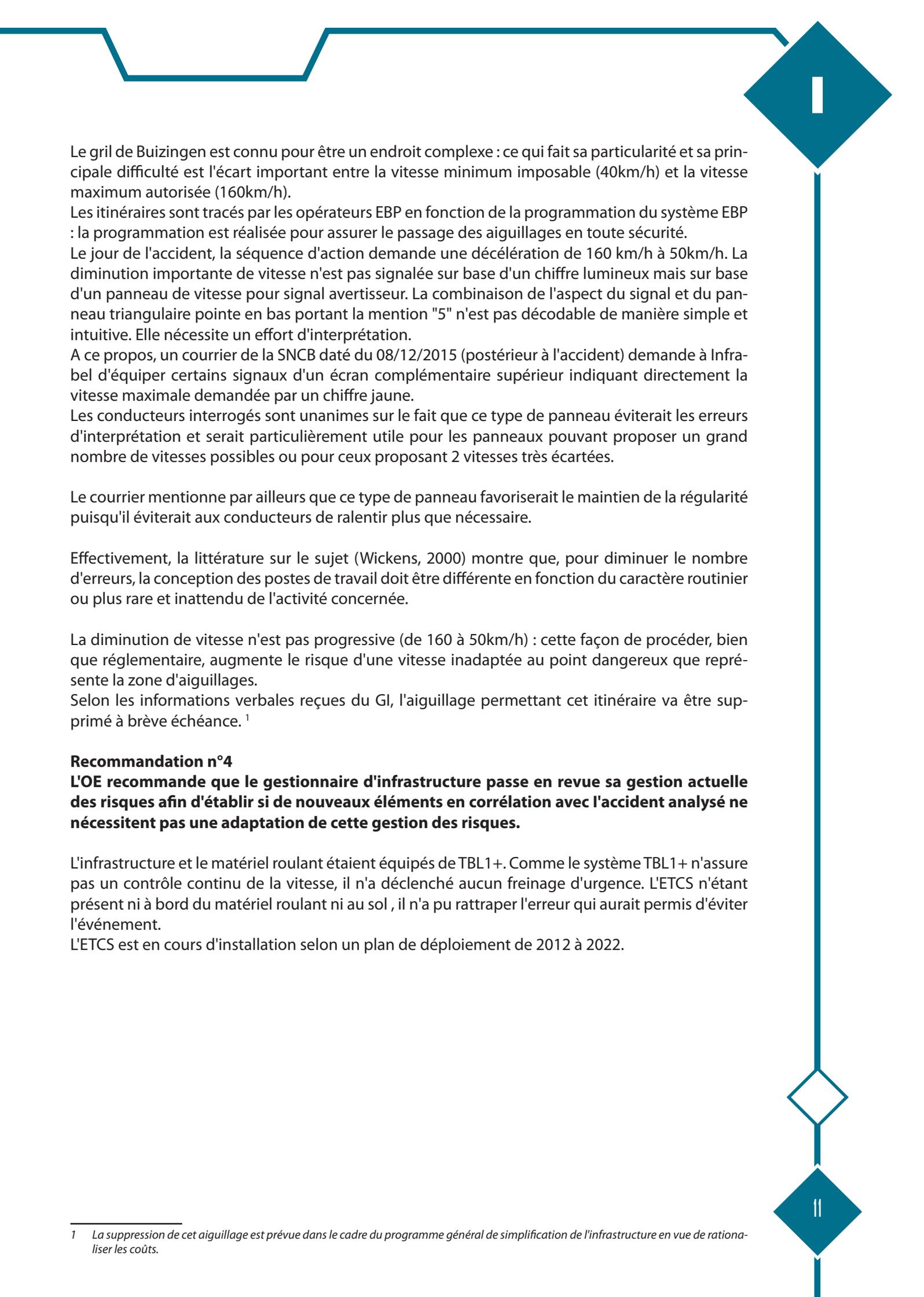
La SNCB ne prévoit pas de statistiques permettant de croiser les données en fonction de facteurs explicatifs potentiels tels que l'âge, l'ancienneté, le profil du conducteur, le moment de survenue (au retour de congés par exemple), le lieu, ou tout autre élément de contexte.

Un projet de procédure est en cours d'élaboration par la SNCB dans lequel seront développées des mesures correctives et/ou conservatoires en fonction de la sévérité de la survitesse.

Recommandation n°3

L'OE recommande au SSICF de s'assurer que l'entreprise ferroviaire réalise :

- **un échantillonnage suffisant des bandes de vitesse pour assurer une gestion efficace des risques de survitesses;**
- **des statistiques permettant de croiser les données en fonction de facteurs explicatifs potentiels.**



Le gril de Buizingen est connu pour être un endroit complexe : ce qui fait sa particularité et sa principale difficulté est l'écart important entre la vitesse minimum imposable (40km/h) et la vitesse maximum autorisée (160km/h).

Les itinéraires sont tracés par les opérateurs EBP en fonction de la programmation du système EBP : la programmation est réalisée pour assurer le passage des aiguillages en toute sécurité.

Le jour de l'accident, la séquence d'action demande une décélération de 160 km/h à 50km/h. La diminution importante de vitesse n'est pas signalée sur base d'un chiffre lumineux mais sur base d'un panneau de vitesse pour signal avertisseur. La combinaison de l'aspect du signal et du panneau triangulaire pointe en bas portant la mention "5" n'est pas décodable de manière simple et intuitive. Elle nécessite un effort d'interprétation.

A ce propos, un courrier de la SNCB daté du 08/12/2015 (postérieur à l'accident) demande à Infra-bel d'équiper certains signaux d'un écran complémentaire supérieur indiquant directement la vitesse maximale demandée par un chiffre jaune.

Les conducteurs interrogés sont unanimes sur le fait que ce type de panneau éviterait les erreurs d'interprétation et serait particulièrement utile pour les panneaux pouvant proposer un grand nombre de vitesses possibles ou pour ceux proposant 2 vitesses très écartées.

Le courrier mentionne par ailleurs que ce type de panneau favoriserait le maintien de la régularité puisqu'il éviterait aux conducteurs de ralentir plus que nécessaire.

Effectivement, la littérature sur le sujet (Wickens, 2000) montre que, pour diminuer le nombre d'erreurs, la conception des postes de travail doit être différente en fonction du caractère routinier ou plus rare et inattendu de l'activité concernée.

La diminution de vitesse n'est pas progressive (de 160 à 50km/h) : cette façon de procéder, bien que réglementaire, augmente le risque d'une vitesse inadaptée au point dangereux que représente la zone d'aiguillages.

Selon les informations verbales reçues du GI, l'aiguillage permettant cet itinéraire va être supprimé à brève échéance.¹

Recommandation n°4

L'OE recommande que le gestionnaire d'infrastructure passe en revue sa gestion actuelle des risques afin d'établir si de nouveaux éléments en corrélation avec l'accident analysé ne nécessitent pas une adaptation de cette gestion des risques.

L'infrastructure et le matériel roulant étaient équipés de TBL1+. Comme le système TBL1+ n'assure pas un contrôle continu de la vitesse, il n'a déclenché aucun freinage d'urgence. L'ETCS n'étant présent ni à bord du matériel roulant ni au sol, il n'a pu rattraper l'erreur qui aurait permis d'éviter l'événement.

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

¹ La suppression de cet aiguillage est prévue dans le cadre du programme général de simplification de l'infrastructure en vue de rationaliser les coûts.

2.1.3. LA DÉCISION D'OUVERTURE D'ENQUÊTE

Le jour de l'accident, un enquêteur de l'OE se rend sur le site de l'accident.

L'accident ne répond ni à la définition d'un accident grave³ ni à celle d'un accident significatif⁴ : aucune victime n'est à déplorer, les dégâts sont limités et la circulation sur la ligne n'est pas interrompue durant plus de six heures.

Cependant, l'OE a décidé d'ouvrir une enquête afin de déterminer les circonstances, de même que les causes directes, indirectes et sous-jacentes ayant entraîné le déraillement.

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
Dédale SA	Expertise externe

3 Loi du 30 août 2013 portant le Code ferroviaire - Article 3, 2° "Accident grave" : toute collision de trains ou tout déraillement de train faisant au moins un mort ou au moins cinq blessés graves ou causant d'importants dommages au matériel roulant, à l'infrastructure ou à l'environnement, et tout autre accident similaire ayant des conséquences évidentes sur la réglementation ou la gestion de la sécurité ferroviaire; on entend par « importants dommages » des dommages qui peuvent être immédiatement estimés par un organisme d'enquête à un total d'au moins 2 millions d'euros;

4 Loi du 30 août 2013 portant le Code ferroviaire - Appendice "Définitions communes des ISC et méthodes communes de calcul de l'impact économique des accidents" : "accident significatif" : tout accident impliquant au moins un véhicule ferroviaire en mouvement et provoquant la mort ou des blessures graves pour au moins une personne ou des dommages significatifs au matériel roulant, aux voies, à d'autres installations ou à l'environnement, ou des interruptions importantes de la circulation. Les accidents survenant dans les ateliers, les entrepôts et les dépôts sont exclus.
 "dommages significatifs au matériel roulant, aux voies, à d'autres installations ou à l'environnement" : tout dommage équivalent ou supérieur à 150.000 EUR.
 "interruptions importantes de la circulation" : la suspension des services ferroviaires sur une ligne de chemin de fer principale pendant six heures ou plus.

2.1.5. CONDUITE DE L'ENQUÊTE

L'enquête s'articule sur :

- des constatations et mesures techniques effectuées (infrastructure, signalisation, matériel roulant)
- les documents techniques et réglementaires
- des interviews dont les éléments recueillis sont intégrés dans le texte du présent rapport
- une étude sur les facteurs humains et organisationnels, attribuée à une société d'expertise externe en mai 2016 suite à un appel d'offre public.

2.1.5.1. ETUDE SUR LES FACTEURS HUMAINS ET ORGANISATIONNELS

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

- Etude de documents : règlements, consignes, documents d'organisation
- Interviews d'agents
- Interview de responsables

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

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

Ceci a orienté les documents à examiner, défini le contenu des grilles d'entretien, ainsi que la nature des données et informations à recueillir. Pour conduire cette étude, un certain nombre d'entretiens ont été réalisés, avec des conducteurs, des agents du mouvement et/ou des opérateurs EBP, des instructeurs/ formateurs, des responsables du recrutement et des cadres hiérarchiques.

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.

L'organigramme d'Infrabel est le suivant :



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.

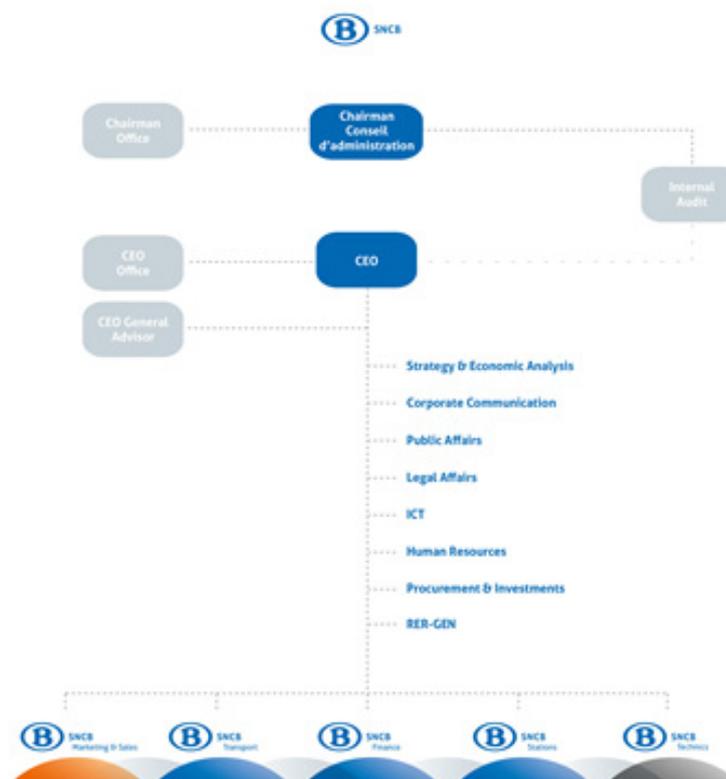
2.2.1.2. L'ENTREPRISE FERROVIAIRE SNCB

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

Les directions plus directement concernées par cet incident sont :

- la 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.
- la direction Technics : la direction Technics est en charge de l'achat, de la modernisation et de l'entretien du matériel roulant. Elle a pour mission de fournir aux clients du matériel sûr, fiable et adapté aux besoins opérationnels et commerciaux, et en quantité suffisante de manière à offrir un service de qualité au voyageur

L'organigramme de la SNCB est le suivant :



2.2.1.3. PERSONNEL CONCERNÉ

Personnel de l'entreprise ferroviaire SNCB

- Conducteur du train 8574
- Accompagnateur du train 8574

Personnel du gestionnaire de l'infrastructure Infrabel

- Opérateur EBP concerné du poste de signalisation de Bruxelles-Midi (block 1 - partie EBP)
- Agent du mouvement concerné du poste de signalisation de Bruxelles-Midi (block 1 - partie EBP)

2.2.2. DESCRIPTION DE L'INFRASTRUCTURE ET DE LA SIGNALISATION

La portion de trajet concerné par l'accident est gérée par le poste de signalisation de Bruxelles-Midi. Ce poste de signalisation est d'un côté équipé de la technologie 'Tout-Relais' et de l'autre côté de la technologie EBP. Dans la partie EBP, les zones H-N-E-D et T sont reliées avec une salle à relais. Les zones R-V-W-L-M-S et K sont reliées avec un Stratus PLP. L'accident s'est déroulé dans une zone commandée et contrôlée par la technologie "Tout-Relais".

Un "poste de commande électronique" EBP est un poste de signalisation dont 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.

Un enclenchement ferroviaire est un ensemble d'appareillages de signalisation qui matérialise physiquement une incompatibilité de manœuvre entre différents organes de commande d'appareils de voie ou de signaux dans le but de n'autoriser le passage d'un mouvement que lorsque toutes les conditions de sécurité nécessaires à celui-ci sont réunies. Les enclenchements de type PLP sont des enclenchements électroniques/informatiques où les règles de sécurités sont programmées et où les incompatibilités de manœuvre sont reprises via des flags d'état (variables dans des programmes informatiques).

2.2.2.1. LOCALISATION

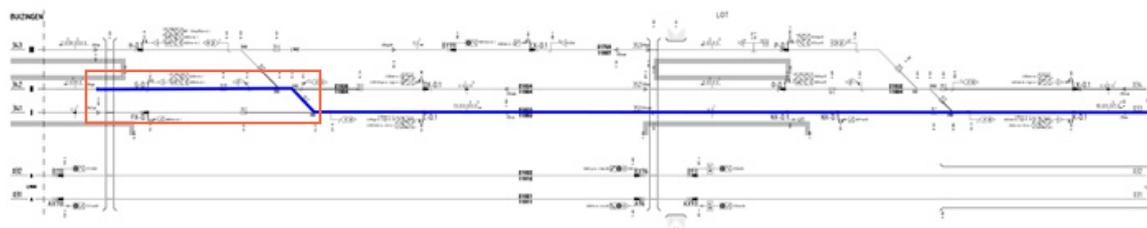
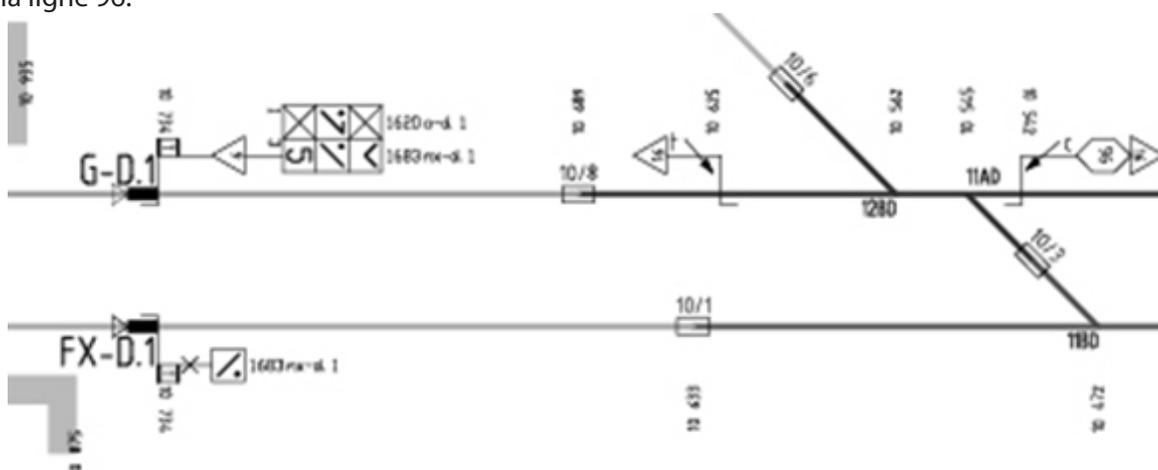


Illustration : Portion de trajet du train 8574 juste avant la zone du déraillement et au droit du déraillement

Le déraillement a eu lieu au niveau des aiguillages 11BD - 11AD - 12BD, après le signal C-D.1 de la ligne 96.



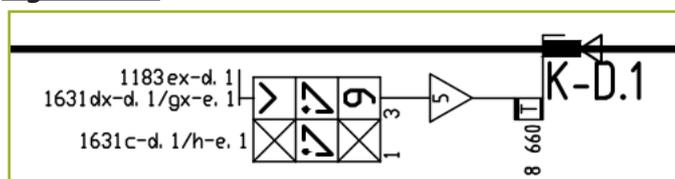
Pour le trajet à suivre par le train 8574 :

- la vitesse maximale sur l'aiguillage 11BD vers la droite est de 50km/h
- la vitesse maximale sur l'aiguillage 11AD vers la droite est de 50km/h
- la vitesse maximale sur l'aiguillage 12BD vers la gauche est de 160km/h

2.2.2.2. LES SIGNAUX IMPLIQUÉS

Les derniers signaux rencontrés par le conducteur avant le déraillement sont les signaux K-D.1 et C-D.1.

Signal K-D.1



Le signal K-D.1 est un grand signal d'arrêt combiné situé à la BK 8660.

Il est équipé d'une balise TBL1+.

Son mât est équipé

- d'un panneau de vitesse pour signal avertisseur (panneau en forme de triangle blanc aux coins arrondis portant un chiffre noir 5, indiquant que la vitesse minimale que le signal d'arrêt suivant peut présenter est 50km/h) lorsque le signal concerné K-D.1 présente un aspect "Vert Jaune Horizontal".
- d'une armoire téléphonique à T rouge contenant un téléphone et des formulaires de franchissement
- du litera du signal (K-D.1)

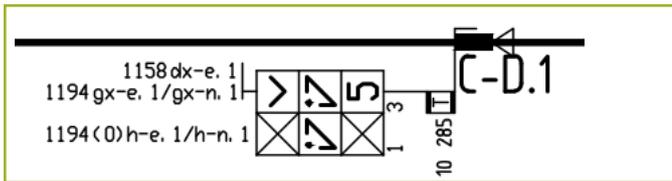
Le signal est également équipé

- d'un panneau complémentaire inférieur lumineux, pouvant présenter le chiffre 9 (pour imposer une vitesse de 90km/h⁵)
- d'un panneau complémentaire supérieur lumineux, pouvant présenter un chevron en cas de changement de régime.



Illustration du signal K-D.1 : l'aspect présenté ne reflète pas l'aspect présenté au conducteur du train 8574 le jour de l'accident.

Signal C-D.1



Le signal C-D.1 est un grand signal d'arrêt combiné situé à la BK 10285.

Il est équipé d'une balise TBL1+.

Son mât est équipé

- d'une armoire téléphonique à T rouge contenant un téléphone et des formulaires de franchissement
- du litera du signal (C-D.1)

Le signal est également équipé

- d'un panneau complémentaire inférieur lumineux, pouvant présenter le chiffre 5 (pour imposer une vitesse maximale de 50km/h)
- d'un panneau complémentaire supérieur lumineux, pouvant présenter un chevron en cas de changement de régime.



Illustration du signal C-D.1 : l'aspect présenté ne reflète pas l'aspect présenté au conducteur du train 8574 le jour de l'accident.

2.2.3. COMPOSITION DU TRAIN

2.2.3.1. COMPOSITION DU TRAIN

Heure	Gare/Arrêt	Train	Quai
16:21	Schaerbeek	P 8574	8
16:25	Bruxelles-Nord		10
16:29			
16:32	Bruxelles-Central		6
16:33			
16:37	Bruxelles-Midi		18
16:42			
16:52	Hal		4
16:53			
17:03	Enghien		2
17:05			
17:10	Herne		2
17:10			
17:13	Tollembeek		2
17:13			
17:16	Gammerages		2
17:16			
17:21	Viane-Moerbeke		1
17:21			
17:27	Grammont		5

Carte de l'itinéraire



Locomotive électrique de type 21 (2123) équipée des systèmes Memor et TBL1+

- 8 voitures de type M4
- Longueur totale : 212.73 m
- Masse du train : 465 t :
 - locomotive : 84 t
 - voitures : 381 t



2.2.4. MOYENS DE COMMUNICATION

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

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

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

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

Il permet d'établir une communication directe entre le poste de conduite des trains et le Traffic Control, d'effectuer des appels par groupe, de gérer la priorité des appels. Toutes les conversations sont enregistrées via le système ETRALI.

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

2.2.5. 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.

Suite au déraillement, le conducteur du train a lancé une alarme via GSM-R (16:57).

A 16:58, les circulations sont interrompues sur les lignes 96, 96N et 96E et le SOC est informé de l'accident.

A 17:05, la circulation sur la ligne 96N est de nouveau autorisée.

A 17:36, la Permanence TMS arrive sur place.

A 17:37, 10 blessés sont emmenés vers les hôpitaux de la région (Hospitaal Sint Maria à Halle)

A 17:42, la circulation sur la ligne 96E est de nouveau autorisée.

A 17:49, les voyageurs non blessés du train E8574 sont évacués

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

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

A 17:03, SPC arrive sur les lieux de l'accident.

A 19:25, le Parquet annonce qu'il descend sur les lieux de l'accident.

2.3. PERTES HUMAINES, BLESSÉS

2.3.1. VICTIMES

39 blessés légers⁶ sont à déplorer et 10 sont emmenés, pour contrôle, à l'hôpital dont ils sortiront dans les 24 heures.

2.4. DOMMAGES MATÉRIELS

2.4.1. DOMMAGES À L'INFRASTRUCTURE

La zone des aiguillages et la voie sont endommagées (déformations et traverses éclatées)



⁶ Loi du 30 août 2013 portant le Code ferroviaire - Appendice " Définitions communes des ISC et méthodes communes de calcul de l'impact économique des accidents": "blessure (personne grièvement blessée)": toute personne blessée qui a été hospitalisée pendant plus de vingt-quatre heures à la suite d'un accident, à l'exception des tentatives de suicide.

2.4.2. DOMMAGES AU MATÉRIEL ROULANT

La première voiture a subi des dégâts.



Illustration des dégâts à la voiture : les photos ont été prises à l'atelier de Schaerbeek où le matériel roulant a été emmené après remise à rail et placement sur des lorries.



2.5. CIRCONSTANCES EXTERNES

2.5.1. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

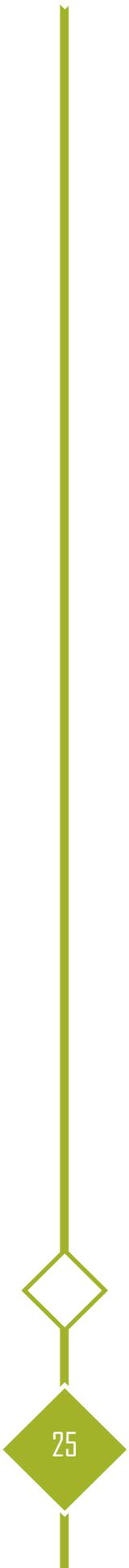
Le temps était calme (légère brise) et le soleil était visible dans le ciel. La température s'élevait à 20°C.

2.5.2. RÉFÉRENCES GÉOGRAPHIQUES





2



25

3. COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS ET ENQUÊTES

3.1. RÉSUMÉ DES TÉMOIGNAGES

Dans le cadre de l'enquête, l'OE et les experts ont 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'accident survenu à Buizingen.

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'au minimum, elle se conforme à toutes les obligations en vigueur en matière de sécurité (obligations légales, obligations liées à un système de qualité ou d'amélioration continue,...).

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.

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.

Le SGS d'une entreprise est divisé en 3 grandes parties distinctes, partant de la direction et du management de l'entreprise vers les activités de terrain :

- les processus de conception et de développement;
- les processus d'implémentation;
- les activités opérationnelles.

Pour que les processus de conception et d'exploitation, parfois très complexes, fonctionnent efficacement, un ensemble de processus de mise en œuvre est nécessaire. Ils doivent servir à mettre en œuvre des activités, à s'assurer que ces activités sont menées et que les résultats sont obtenus. L'analyse du système de gestion de la sécurité selon ces 3 axes 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'accident survenu à Buizingen, et plus particulièrement les éléments liés au personnel.

En effet, outre que le personnel doit connaître son rôle et ses responsabilités dans le système/ l'entreprise, il doit également avoir :

- les connaissances et les compétences pour accomplir ses tâches en toutes circonstances,
- tous les renseignements pertinents disponibles sous une forme adéquate.

L'étude SGS s'est ainsi focalisée sur :

- les processus de recrutement;
- les processus de formation;
- la gestion des congés;
- la gestion des survitesses.

3.2.1. SYSTÈME DE GESTION DES COMPÉTENCES DES CONDUCTEURS

3.2.1.1. PROCESSUS DE RECRUTEMENT DU PERSONNEL DE CONDUITE DE LA SNCB

Le processus de recrutement dans son ensemble a été conçu en collaboration avec Corporate Prevention Services (CPS) : il a été sondé lors de la phase de recueil d'information.

En voici les différentes phases pour le candidat :

1. Inscription sur internet lors des campagnes de recrutement.
2. Participation à une séance d'information (d'environ 3 heures).
3. Passage de 3 tests écrits :
 - Test de personnalité (éliminatoire)
 - Test d'aptitude : logique, arithmétique, langue/verbal (éliminatoire)
 - Test de connaissance sur la signalisation, la technique (frein, pneumatique).
Ce dernier test est construit sous la forme d'un QCM ⁷ et il n'est pas éliminatoire. On demande aux candidats d'étudier 40 pages pour tester leur motivation à apprendre la matière nécessaire à l'apprentissage du métier.
4. Entretien d'embauche d'environ 45 minutes en présence d'un Instructeur et d'un Psychologue.
Cet entretien se décompose en 3 parties :
 - Evaluation de l'attention portée à la séance d'information.
 - Nouveaux tests techniques éliminatoires cette fois.
 - Mise en situation de conduite pour évaluer la réaction du candidat en cas de problème et sa gestion face à une situation de stress.

Ce processus complet permet de rechercher les candidats les plus aptes, en ne retenant pas les candidats qui ne correspondraient pas aux exigences du métier de la conduite.

Selon les informations récoltées durant les interviews, les critères de sélection principaux sont la motivation à devenir conducteur et la capacité à retenir la matière à étudier. "Le profil du candidat idéal est quelqu'un de calme, motivé et intéressé par le monde ferroviaire".

Avec le temps et l'expérience, la SNCB a affiné son profil de sélection. Par exemple, un nouveau test est en ce moment à l'étude visant à évaluer le rapport aux risques pour orienter les recherches vers des profils "prudents".

Aucune limite d'âge n'est imposée pour être candidat et il n'y a pas de parcours professionnel rédhibitoire. Seule une condition de diplôme minimum est exigée pour passer l'examen.

3.2.1.2. PROCESSUS DE FORMATION DU PERSONNEL DE CONDUITE DE LA SNCB

Le processus de formation est identique pour tous les candidats, quel que soit le Centre de formation.

Ce processus se décompose comme suit :

1. Une information d'une dizaine de jour sur le réseau ferroviaire en général.
2. Une formation en 3 phases :
 - Phase 1 : Signalisation et règles d'exploitation en situation nominale
 - Phase 2 : Anomalies et approfondissement de la phase 1
 - Phase 3 : Technique : apprentissage des engins moteur et situations particulières

Ces phases alternent entre théorie et pratique, avec une part de pratique plus importante au fur et à mesure que la fin de la formation approche.

Selon les conducteurs interrogés et leurs instructeurs, la qualité de conduite ne dépend pas du parcours professionnel précédent ou de l'âge. Les jeunes sortis d'école sont même réputés "moins sérieux" que les conducteurs en reconversion professionnelle, qui seraient davantage motivés par le besoin de subvenir aux besoins matériels de leurs familles. En revanche, l'âge semble un facteur important pour réussir à assimiler la matière à étudier.

⁷ QCM = Questionnaire à Choix Multiples

Le processus de formation de la SNCB a été réformé en 2005. Auparavant, les conducteurs étaient indifféremment formés pour conduire des trains de marchandises et de voyageurs. Depuis la réforme, les conducteurs sont spécialisés sur un seul type de service. Cette séparation a eu pour conséquence de réduire la durée totale de la formation qui est passée d'environ 18 mois à environ 12 mois dont 70 jours de pratique au lieu des 100 jours initialement prévus

La validation de la formation à la connaissance de ligne a également été modifiée. Dans l'ancien système, il revenait au conducteur de s'organiser lui-même pour acquérir la connaissance de ligne et c'était son auto-évaluation qui déterminait s'il était prêt à circuler sur la ligne. Aujourd'hui, la formation à la connaissance de ligne est standardisée, un nombre de jours, identique pour tous les conducteurs, est déterminé pour chaque ligne, et c'est au manager qu'il revient de déterminer si le conducteur est prêt ou non à circuler sur la ligne.

3.2.1.3. PROCESSUS DE SÉLECTION DES CONDUCTEURS À L'ISSUE DE LA FORMATION

Les élèves conducteurs sont évalués tout au long de leur formation : la poursuite après chaque phase de la formation est conditionnée par la réussite à un examen.

Les examens de la première phase :

- se font sous forme d'un QCM sur ordinateur et d'un oral
- sont éliminatoires.

A ce stade, la formation a encore une fonction de sélection des candidats-conducteurs.

Pour les évaluations des phases 2 et 3 :

- l'élève est autorisé à repasser l'examen
- pour la phase 3, le candidat est notamment évalué lors de l'examen oral par un jury

Dans le cas de deux échecs successifs aux examens des phases 2 et 3, une réorientation vers un autre poste est proposée au candidat.

Il n'existe pas d'accompagnement particulier pour les conducteurs ayant été reçu par repêchage ou ayant réussi avec un score faiblement supérieur au minimum requis. Lorsqu'un nouveau conducteur arrive au dépôt, les instructeurs de dépôt ne savent pas si le candidat a été reçu par repêchage ou non.

En revanche, un accompagnement systématique est planifié dans les premiers mois de conduite.

Une fois la formation terminée, chaque conducteur se voit attribuer des prestations voire une série. Autant que faire se peut, les dépôts essaient de proposer des prestations ou des séries simples aux jeunes conducteurs pour favoriser une montée en compétence progressive.

A l'issue de la première année de conduite, une évaluation défavorable au rapport de stage entraîne également une réorientation. A ce stade, le conducteur étant devenu "statutaire", il doit donc se voir proposer une autre fonction dans l'organisation.

3.2.1.4. PROCESSUS DE SUIVI ET DE MAINTIEN DES COMPÉTENCES

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

Un dispositif d'accompagnement régulier est également prévu en fonction de l'ancienneté de conduite :

- 3 accompagnements par an pour les conducteurs de moins de 2 ans de conduite
- 2 accompagnements par an pour les conducteurs de 2 à 5 ans de conduite
- 1 accompagnement par an pour les conducteurs de plus de 5 ans de conduite

L'accompagnement est processus au cours duquel un instructeur effectue des trajets avec le conducteur dans le poste de conduite et au cours duquel l'instructeur doit vérifier un certain nombre de points en suivant une check-list prédéfinie. Trois éléments principaux sont vérifiés pendant l'accompagnement :

- la connaissance de la réglementation (dont la signalisation)
- la connaissance du matériel roulant
- et la connaissance de l'infrastructure (connaissance de ligne).

L'accompagnement a une double vocation :

- contrôle de l'activité du conducteur
- approfondissement de la formation du conducteur.

Une fois l'accompagnement terminé, l'instructeur renseigne une fiche, contresignée par le conducteur, et qui sera consignée dans son dossier. Avant chaque nouvel accompagnement, l'instructeur peut consulter les fiches des accompagnements précédents pour suivre l'évolution de la montée en compétence. Si des manquements importants sont constatés lors de l'accompagnement, l'instructeur peut demander à ce que le conducteur fasse une formation complémentaire, voire repasse un examen.

En général, le conducteur n'est pas prévenu qu'il va être accompagné (pour favoriser l'accès aux pratiques réelles). Plusieurs personnels sont habilités à réaliser ces accompagnements : les instructeurs et les conducteurs principaux (aussi appelés coaches).

En termes de maintien des compétences, le paragraphe 3.1 de "l'avis 16 B-TC 2012" sur le maintien des connaissances professionnelles spécifiques prévoit que : "Lorsque l'exercice de la conduite a été interrompu pendant plus de 6 mois, il y a lieu à procéder à une vérification de l'aptitude professionnelle du personnel de conduite concerné".

De plus, en ce qui concerne le maintien des compétences liées à la connaissance de ligne, la période critique de maintien de la compétence est encore plus longue (1 an) puisque ce même document prévoit au paragraphe 1.5.1 que "le conducteur doit rouler au moins une fois par période de 12 mois sur les lignes reprises à l'attestation complémentaire".

3.2.2. STRUCTURE ET RESPONSABILITÉS

Le système de gestion de la sécurité doit être fondé sur une répartition claire non seulement des responsabilités, mais également des ressources humaines et techniques adéquates, afin d'assurer la sécurité des opérations.

L'aspect de la charge de travail (planification du travail et des congés pour les conducteurs) a été analysé.

3.2.2.1. SYSTÈME DE GESTION DE LA CHARGE DE TRAVAIL DES CONDUCTEURS

C'est au Chef de dépôt que revient d'accorder ou non les congés demandés par le conducteur en fonction de ses besoins d'exploitation : la réglementation n'impose pas de durée maximum de congés mais prévoit, après une interruption de la conduite de plus de 6 mois, qu'il y a lieu à procéder à une vérification de l'aptitude professionnelle du personnel de conduite concerné

3.2.3. TÂCHES DE COORDINATION DU GI

Il revient au GI d'assurer diverses tâches par lesquelles il assure la sécurité de l'exploitation ferroviaire.

La signalisation doit donner de manière précise aux conducteurs les indications nécessaires à l'exécution de tout mouvement. Les indications nécessaires à l'exécution des mouvements sont données au conducteur au moyen de signaux. C'est depuis les postes de signalisation que sont commandés les équipements de signalisation

Du point de vue opérationnel, cela nécessite, entre autres, une gestion des itinéraires des trains : le service du mouvement est l'ensemble des tâches relatives à la sécurité et à la régularité du trafic ferroviaire attribuées à Infrabel.

En matière de gestion des itinéraires, la tendance est à l'automatisation avec la généralisation du système EBP. Un "poste de commande électronique" EBP est un poste de signalisation dont 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 tracé des itinéraires et la commande à l'ouverture des signaux sont réalisés par le traitement des lignes de mouvement gérées à l'écran au moyen du clavier de dialogue ou de la souris.

Le RGE (Livre 3 – Dispositions pour le personnel de sécurité - Fascicule 300 – Dispositions pour le personnel de sécurité) spécifie les compétences dont doit disposer l'opérateur affecté à un poste de commande électronique : l'ensemble de ces compétences permet à l'opérateur de gérer, en toute sécurité, les trains en temps réel et de définir de nouveaux itinéraires en fonction des aléas et les retards.

3.2.4. MONITORING

3.2.4.1. MONITORING DES CAS DE SURVITESSE

La SNCB distingue deux types d'événements de survitesse : avec ou sans conséquence.

Les événements ayant engendré des conséquences (dégâts matériel, plainte d'usagers...) sont traités, au cas par cas dans le cadre de REX spécifiques.

Les événements de survitesse n'ayant pas eu de conséquences sont, par définition, plus difficiles à détecter. Leur détection se fait lors de contrôles inopinés d'enregistrements des données des trains (issus "boîtes noires" des trains). Ces derniers sont ensuite classés en fonction du taux de dépassement (le classement est encore aujourd'hui en cours de validation) :

- moins de 8km/h
- entre 9 et 30 km/h
- plus de 30 km/h

Pour l'année 2015, la SNCB a dénombré 26 dépassements de vitesse. Sur les 26, 4 concernent des restrictions de vitesse liées à des zones de travaux. Ces événements sont répartis comme suit :

Catégorie	Nombre de cas
Moins de 8km/h	9
Entre 9 et 30 km/h	12
Plus de 30 km/h	5
Total	26

Répartition des événements de survitesse pour l'année 2015.

En fonction du classement, le Management local échelonne la sanction du conducteur concerné.

Année	Nombre de cas de survitesse
2010	7
2011	2
2012	2
2013	3
2014	3
2015	4

Nombre de cas de survitesse supérieure de 30 km/h par rapport à la vitesse autorisée sur les 6 dernières années

Bien que la SNCB comptabilise dans une base de données le nombre d'événements de survitesse supérieure à 30km/heure entre 2010 et 2015, elle ne réalise pas de traitement statistique sur ces données ni de suivi de l'évolution dans le temps de cette typologie d'événement.

De plus, tous les enregistrements des trajets ne sont pas vérifiés : conformément aux exigences du SGS, une partie de ces bandes sont analysées.

Compte tenu des difficultés de détection de ce type d'événement, il est tout à fait probable que beaucoup d'événements de ce type restent inconnus et que le nombre total de cas de survitesse soit en réalité très sous-estimé.

3.2.4.2. MONITORING DES CAS DE NON-RESPECT DES SIGNAUX PRÉSENTANT UN ASPECT VJH

En ce qui concerne le non-respect des signaux présentant un aspect VJH, la SNCB ne dispose d'aucune information concernant l'exposition aux risques de ce type, ni sur le taux d'échec des conducteurs face à ces signaux.

3.3. RÈGLES ET RÉGLEMENTATION

3.3.1. RÈGLES ET RÉGLEMENTATION PUBLIQUE COMMUNAUTAIRE ET NATIONALE APPLICABLES

3.3.1.1. DIRECTIVES EUROPÉENNES

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

3.3.1.2. LÉGISLATION BELGE

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

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

3.3.2.1. INFRABEL

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

2.3.5 Aspect "Vert Jaune Horizontal"



2.3.5.3 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 que la réduction de vitesse imposée par le grand signal d'arrêt suivant puisse être respectée.

2.4.5.4. Panneau de vitesse pour signal avertisseur

2.4.5.4.1. Apparence



2.4.5.4.3. Signification

Ce nombre indique la valeur minimale du nombre blanc que le grand signal d'arrêt suivant peut présenter.

Remarque : L'indication donnée par le panneau de vitesse ne doit être prise en compte que si les feux principaux présentent l'aspect "vert-jaune horizontal".

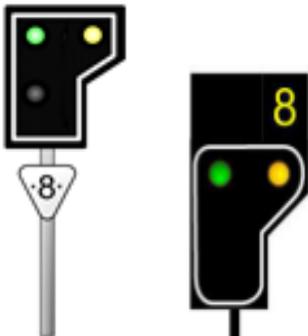
3.3.2.2. SNCB

Livret HLT II.A.4

La vitesse réduite à prendre en compte par le conducteur est soit :

- celle indiquée par le nombre lumineux jaune à l'écran complémentaire supérieur ;
- à défaut, celle indiquée par le nombre au panneau de vitesse pour signal avertisseur. La valeur indiquée au panneau de vitesse du signal avertisseur correspond à la plus petite des vitesses réduites que peut présenter le signal d'arrêt annoncé. Ainsi, la vitesse présentée au signal d'arrêt annoncé peut être supérieure à celle indiquée sur le panneau de vitesse pour signal avertisseur.
- 40 km/h si le signal ne présente ni nombre jaune ni panneau de vitesse pour signal avertisseur. Si cette vitesse est inférieure à 40km/h, le conducteur complète son freinage dès qu'il aperçoit l'indication de vitesse.

Exemple :



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

[...]

2 Généralités

2.1 Conseils – pièges

1. Assurez-vous dans tous les cas que le signal observé s'adresse bien à votre voie.
2. Vérifiez tous les éléments du signal (ex. écran principal, écrans complémentaires, panneaux,...).
3. Dans certains cas, les indications de vitesses fournies par la signalisation peuvent être davantage limitées (suite à la réception d'un ordre ou d'office).

[...]

2.2 Accélérer - ralentir – s'arrêter

...

6. Lorsque le convoi circule à une vitesse proche de sa vitesse maximale autorisée, il est indispensable d'entamer systématiquement un freinage de service avant le signal qui annonce une mission d'arrêt ou une mission restrictive, de manière à ce que tous les freins soient pleinement en action au plus tard au droit du signal annonceur. Il est important de « casser » la vitesse lors d'une mission d'arrêt. Lorsque la vitesse réelle du convoi dépasse d'au moins 40 km/h la vitesse annoncée, le ralentissement doit toujours commencer, au plus tard au droit du signal annonceur et être maintenu.

...

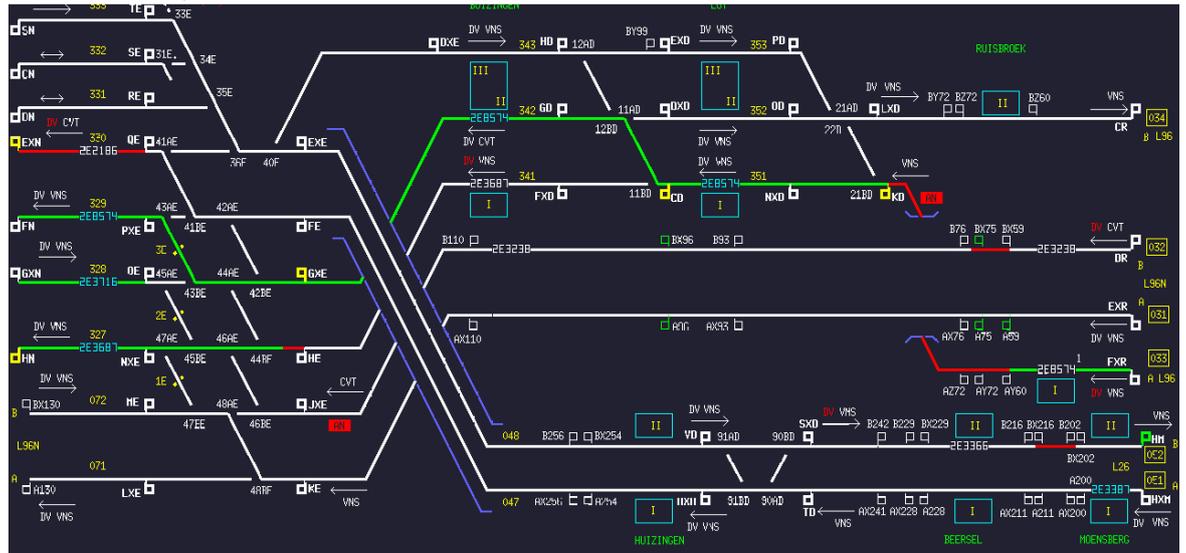
3.4. FONCTIONNEMENT DU MATÉRIEL ROULANT ET DES INSTALLATIONS TECHNIQUES

3.4.1. SYSTÈME DE SIGNALISATION ET DE CONTRÔLE

3.4.1.1. IMAGES EBP

A 16:55.52", le trajet du train 8574 est tracé.

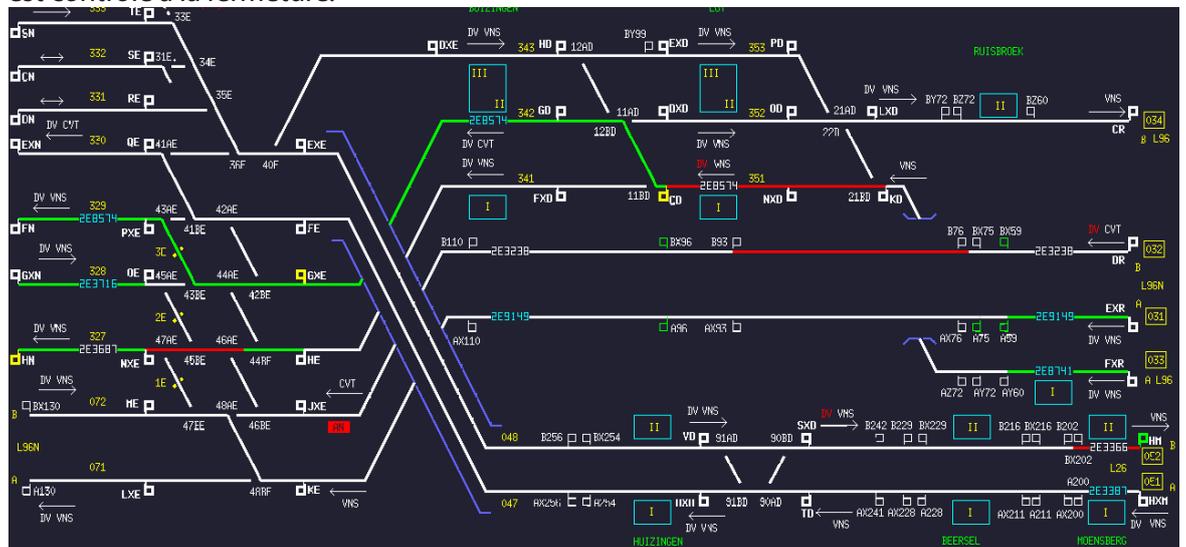
Sur l'écran EBP, c'est visible via l'indication "2E8574" en bleu sur la voie 329.



Le train 8574 occupe les deux sections consécutives respectivement en aval des signaux AY60 et AY72.

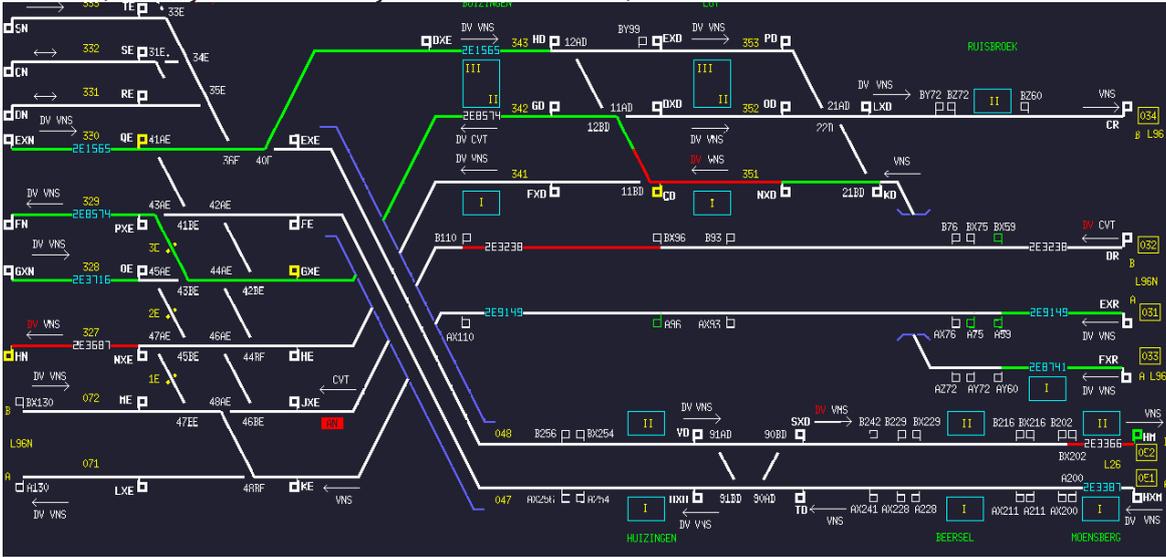
La section dite AY72 est la section comprise entre les signaux AY72 et K-D.1 (KD sur l'écran EBP). Le signal K-D.1 (KD coloré de jaune sur l'écran EBP) n'est plus contrôlé à la fermeture, de même pour le signal C-D.1 (CD coloré de jaune sur l'écran EBP).

A 16:56.44", le train 8574 a dépassé le signal K-D.1 et celui-ci (KD coloré de blanc sur l'écran EBP) est contrôlé à la fermeture.

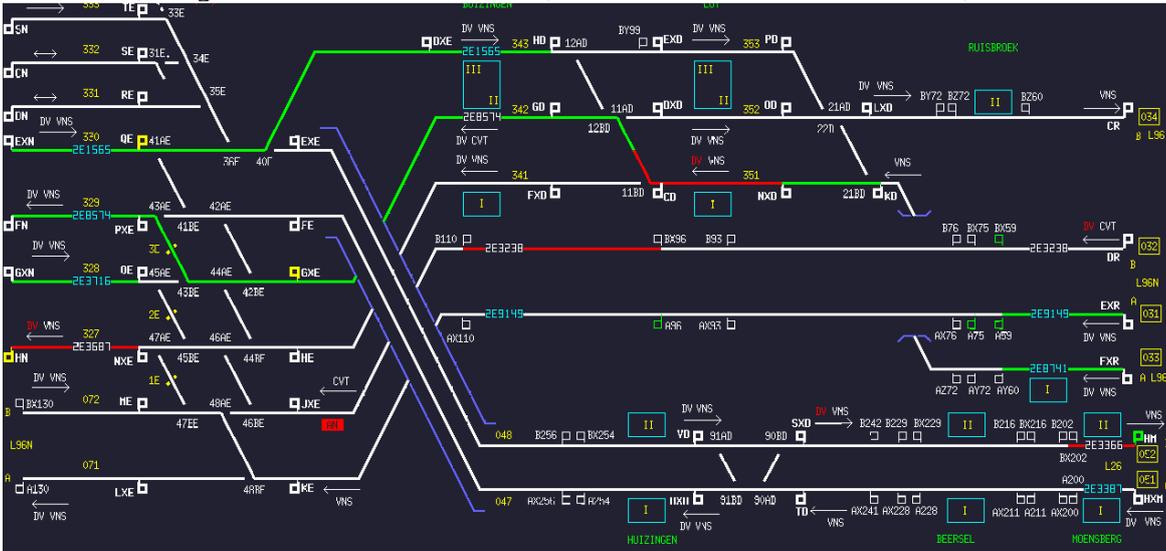


Le signal C-D.1 (CD coloré de jaune sur l'écran EBP) n'a pas changé d'état : il n'est plus contrôlé à la fermeture.

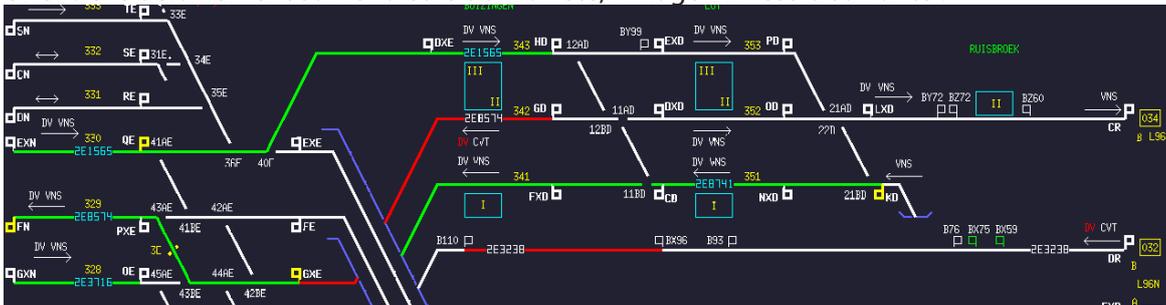
A 16:57.16", le train 8574 vient juste de dépasser le signal C-D.1 : le signal n'est pas encore retombé à l'arrêt (CD toujours coloré de jaune sur l'écran EBP).



A 16:57.18", le signal C-D.1 est remis à l'arrêt (CD coloré de blanc sur l'écran EBP).



Une fois le déraillement survenu et le train arrêté, l'image EBP est la suivante :



3.4.1.2. ASPECT DES SIGNAUX

Par l'analyse des enregistrements (log) des ordinateurs gérant la signalisation (enclenchements électroniques), en liaison avec l'EBP permet de déterminer l'aspect des signaux qui ont été présentés au conducteur du train 8574.

Signal K-D.1

L'aspect du signal est : vert-jaune horizontal (VJH)



Selon la réglementation, l'aspect VJH signifie que la vitesse du mouvement doit être adaptée pour que la réduction de vitesse imposée par le grand signal d'arrêt suivant puisse être respectée. La plus petite vitesse imposée par le signal suivant est indiquée par le panneau triangulaire sur le mât du signal : dans le cas du K-D.1, il s'agit d'un panneau avec le chiffre 5, soit 50km/h.

Signal C-D.1



L'aspect du signal est :

- vert-jaune horizontal
- le chiffre 5 est allumé sur le panneau complémentaire inférieur
- le chevron est allumé sur le panneau complémentaire supérieur

Selon la réglementation, l'aspect VJH signifie que la vitesse du mouvement doit être adaptée pour que la réduction de vitesse imposée par le grand signal d'arrêt suivant puisse être respectée. Dans le cas du C-D.1, l'absence de panneau triangulaire sur le mât du signal indique que la plus petite vitesse imposée par le signal suivant est 40km/h.

Le chiffre 5 du panneau complémentaire inférieur impose une vitesse maximale de 50km/h au plus tard, à partir du premier appareil de voie suivant le signal selon la réglementation d'Infrabel.

Le chevron allumé sur le panneau complémentaire supérieur signifie un changement de régime, avec un passage de la voie normale à la contrevoie.

3.4.1.3. ANALYSE DES DONNÉES DE L'INFRASTRUCTURE

Suite à l'accident, les documents de suivi de maintenance de la voie et des aiguillages à hauteur du déraillement ont été analysés : aucune anomalie n'a été relevée.

L'état de la voie et des aiguillages a été contrôlé (inspection visuelle et relevés par appareils de mesure) par les équipes d'Infrabel en présence de l'OE : il a pu être conclu que les déformations de la voie et les dégâts constatés sont des suites du déraillement.



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

3.4.2.1. ANALYSE DES DONNÉES ENREGISTRÉES À BORD DU TRAIN

Des données des trajets sont enregistrées à bord des trains. Les enregistrements du train 8574 du 10/09/2015 l'ont été via du matériel Hasler sur une bande de papier (enregistrements dits TELOC).

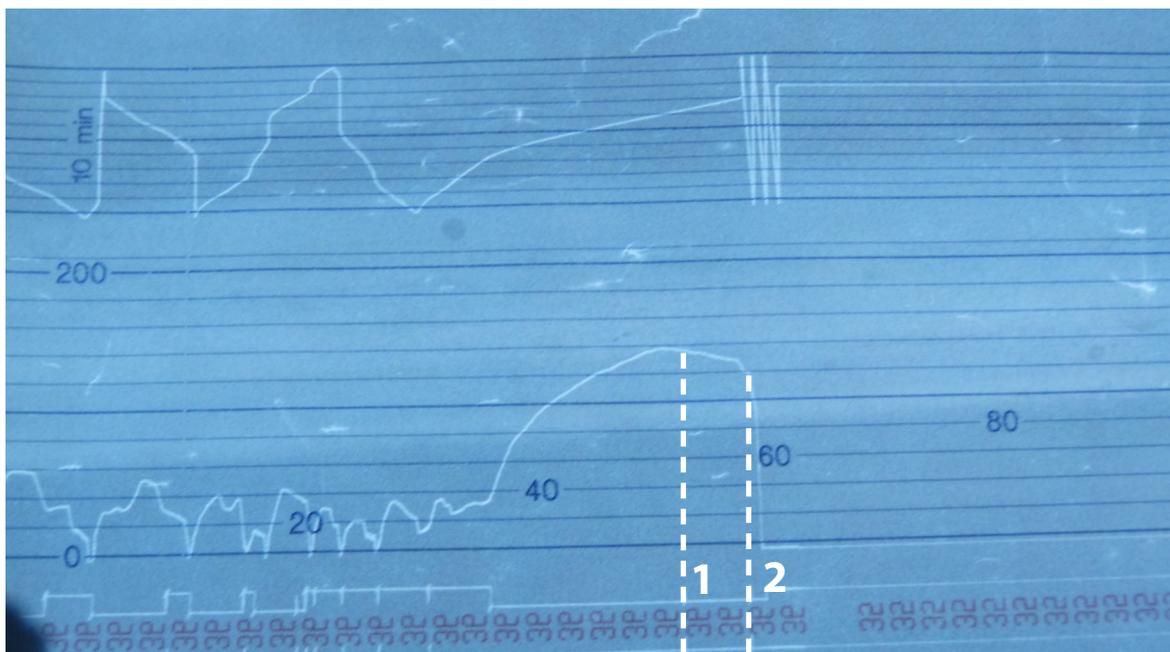


Illustration : photo de la bande Teloc du train E8574

Depuis son point de départ à Schaarbeek, la vitesse du train, les impulsions émises par les équipements dans la voie (crocodile, balise TBL1+), de même que les actions de vigilance du conducteur ont été étudiées.

Depuis Schaarbeek, il évolue vers Bruxelles-Midi via la jonction Nord-Midi et se dirige ensuite vers Hal (arrêt prévu à l'horaire).

- 1 A hauteur du PANG de Lot, le train rencontre le signal K-D.1 (BK 8660):
 - vitesse du train : 139km/h
 - impulsion positive captée par l'équipement de bord (aspect restrictif du signal)
 - la vigilance du conducteur (pointage de l'aspect restrictif) est enregistrée
 - La vitesse du mouvement est en légère baisse lors du passage au signal.
Il n'est pas possible d'être plus précis vu que la bande "papier" n'enregistre pas les actions de freinage du conducteurs.
- 2 1625 mètres plus loin (BK 10285), le train rencontre le signal C-D.1 :
 - vitesse du train : 123km/h
 - impulsion positive captée par l'équipement de bord (aspect restrictif du signal)
 - la vigilance du conducteur (pointage de l'aspect restrictif) est enregistrée
 - un freinage d'urgence est entamé

3.4.2.2. ANALYSE DES DONNÉES DU MATÉRIEL ROULANT

Dans les ateliers de la SNCB, en présence de l'OE, le système de freinage de même que profils des roues de la locomotive et de la première voiture du train 8574 ont été contrôlés.

Aucune anomalie n'a été constatée, tant dans les mesures des roues que durant les essais de freins et les tests de tenue à la pression du système pneumatique de freinage.

Il a également pu être conclu que les dégâts observés au matériel roulant sont des conséquences du déraillement.



3.5. DOCUMENTATION DU SYSTÈME OPÉRATOIRE

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

- A 16 :58 les circulations sont interrompues sur les lignes 96,96N et 96E.
- A 17 :05 la circulation sur la ligne 96N est de nouveau autorisée
- A 17 :42 la circulation sur la ligne 96E est de nouveau autorisée
- A 19 :56 Marche prudente (E370) demandée sur la ligne 96E (voie 3 à Buizingen) de la BK 9.845(signal EXD) à la BK 11.456 (signal DXE)
- A 1 :25 E8574 est placé sur des lorries et est évacué à vitesse réduite vers Schaerbeek.
- A 3 :12 Remise en service de la ligne 96

3.6. INTERFACE HOMME-MACHINE-OPÉRATION

3.6.1. PROFIL DU CONDUCTEUR

Au moment des faits, le conducteur du train E8574 a 40 ans. Il est rentré à la SNCB après une reconversion professionnelle : la conduite est un second métier pour lequel il a obtenu sa licence en décembre 2014 (soit moins d'un an avant l'accident).

Son profil psychologique le décrit comme une personne calme et posée.

3.6.2. FORMATION/EXPÉRIENCE DU CONDUCTEUR

Le conducteur du train E8574 a été formé à la SNCB selon le processus de formation mis en place à la SNCB dès 2005 et a réussi les différents examens prévus par le plan de formation. Il possède la connaissance de ligne et du matériel roulant nécessaires.

Selon le dispositif d'accompagnement en fonction de l'ancienneté de conduite mis en place à la SNCB, le conducteur du train E8574 a été accompagné 3 fois :

- le 19/12/14 (soit 10 jours après l'obtention de sa licence);
- le 02/04/2015;
- le 03/07/2015.

L'évaluation de ces accompagnements donne une note globalement satisfaisante. Les annotations dans les rubriques "Evaluation globale" et "Commentaires" de ces accompagnements mentionnent le "manque d'expérience".

De façon générale, le conducteur bénéficie d'une expérience générale de conduite d'environ 5 mois depuis l'obtention de sa licence.

Le conducteur dispose d'une certaine expérience sur la ligne concernée par l'accident, ayant pratiqué la ligne 96 assez fréquemment depuis son habilitation sur cette ligne :

- la ligne 96 est l'une des premières lignes sur laquelle le conducteur a été habilité;
- durant sa formation, le conducteur a réalisé une douzaine de trajets sur cette ligne;
- depuis l'obtention de sa licence jusqu'au jour de l'accident, il a réalisé environ 46 passages à l'endroit concerné par l'événement :
 - son dernier trajet datait du 06/09/2015 (4 jours avant l'accident);
 - son avant-dernier passage datait de plus d'1 mois (dû à son mois de congé).

Il n'a pas été possible de déterminer d'indications sur l'aspect des signaux rencontrés lors de ces différents passages.

3.6.3. CHARGE DE TRAVAIL / FATIGUE & VIGILANCE

Le jour de l'accident, le conducteur réalisait son 3^{ème} service après une longue interruption de travail de près de 8 semaines de congés (2 fois 4 semaines de congés, entrecoupées d'une semaine de 5 services).

Activités	Durées
Entrée à la SNCB & Formation	1 an
Obtention de la licence de conduite	-
Formation complémentaire	2 semaines
Période de conduite	3 mois
Congés	1 mois
Période de conduite	2 mois
Congés	1 mois
Période de conduite	1 semaine
Congés	1 mois
Période de conduite	2 jours
Jours de repos	3 jours
Période de conduite (jour de l'accident)	

Ces périodes de congés sont donc bien inférieures aux 6 mois d'interruption de conduite pour lesquels la réglementation⁸ impose "de procéder à une vérification de l'aptitude professionnelle du personnel de conduite concerné".

Par ailleurs, l'étude des prestations réalisées par le conducteur avant le jour de l'accident montrent que ce dernier avait bénéficié de 3 jours de repos avant le jour de l'accident.

De plus, le service du jour de l'accident est un service de journée (prise de service à midi). Ce type de service ne nécessite pas de lever tôt et ne génère donc pas de privation de sommeil.

Enfin, l'accident s'est produit dans l'après-midi (vers 17h), à un moment qui n'est pas soumis aux creux d'hypovigilance du rythme physiologique circadien.

3.6.4. ATTENTION ET DISPOSITION MENTALE

Juste après le déraillement, le conducteur a contacté le Traffic Control pour l'informer de l'accident survenu. Lors de cette conversation, le conducteur a mentionné qu'il se trouvait en gare de Ruisbroek (c'est-à-dire 2 gares en amont de Buizingen). Cette désorientation momentanée peut être liée au choc psychologique induit par le déraillement lui-même mais il pourrait également être le signe d'une erreur de géo-localisation précédant l'accident de la part du conducteur.

Les conducteurs interrogés déclarent que ces erreurs de géo-localisation ne sont pas rares, en particulier pour les trains directs (car ils ne s'arrêtent pas en gare et ont donc moins de points de repères réguliers) et pour les gares voisines. Les confusions entre 2 signaux semblent également des erreurs assez fréquentes de la part des conducteurs. La confusion exprimée par le conducteur le jour de l'accident témoigne sans doute d'un déficit d'attention momentané.

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

C'est la raison pour laquelle le système ferroviaire dispose des signaux avertisseurs en amont des signaux restrictifs. Cependant cette précaution ne suffit pas toujours à rétablir l'attention nécessaire.

8 cf. l'avis 16 B-TC 2012 sur le maintien des connaissances professionnelles spécifiques

3.6.5. VISIBILITÉ DES SIGNAUX

Lors de la reconstitution effectuée le lendemain du jour de l'accident, dans des conditions d'ensoleillement similaires à celles du jour de l'accident, aucune perturbation n'a été constatée au niveau de la visibilité des signaux.

Selon l'expérience des conducteurs interviewés, les postes de conduite des locomotives de type 21 font parties des cabines qui offrent la meilleure visibilité de par le positionnement du poste de conduite vis-à-vis de l'implantation des signaux.

Par conséquent, la visibilité des signaux ne semble pas un facteur explicatif de l'accident.

3.6.6. PRATIQUE VIS-À-VIS DE LA SUCCESSION DES SIGNAUX

Avec l'aspect VJH, le conducteur règle la vitesse du convoi de manière à respecter la vitesse réduite à prendre en compte au droit du grand signal d'arrêt suivant.

La vitesse réduite à prendre en compte est celle indiquée par le nombre au panneau de vitesse pour signal avertisseur : au signal K-D.1, il s'agit du panneau 5, soit 50km/h.

Cette règle, issue du HLT, est connue des conducteurs.

Dans les pratiques réelles, certains conducteurs vont au-delà de l'aspect des signaux et s'appuient également sur leur connaissance de la ligne et sur leurs habitudes pour traiter l'information présentée par les signaux VJH tout en garantissant la régularité des circulations (l'un des points d'attention majeurs des conducteurs).

Une habitude est un automatisme : une fois acquis, il devient "invisible". La littérature⁹ montre que, pour une action simple, il faut en moyenne une vingtaine de répétitions pour construire une habitude (cf. illustration ci-après).

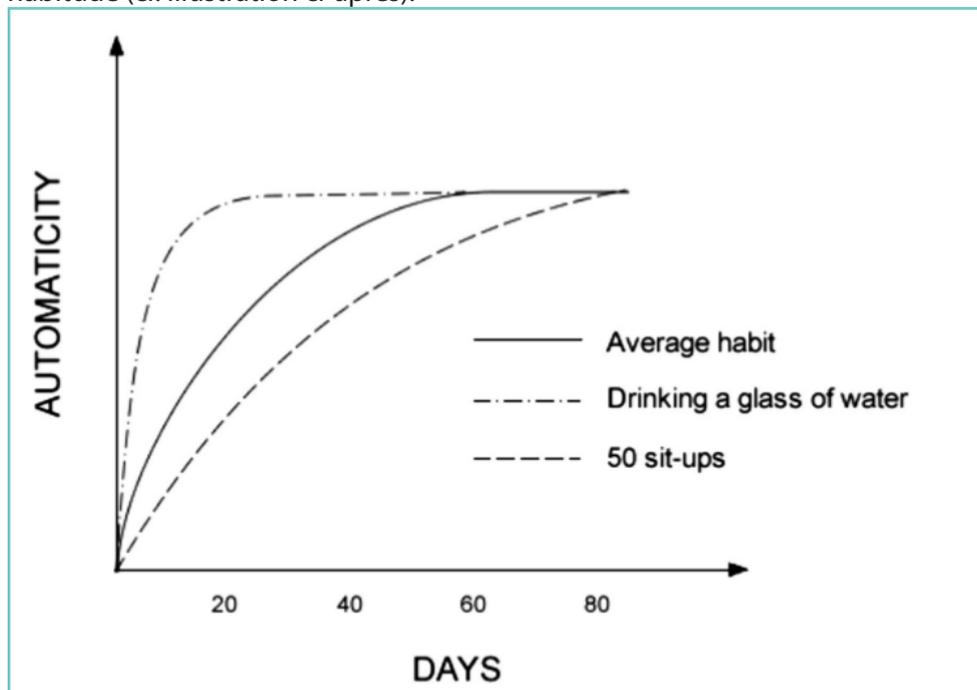


Illustration Nombre de jours moyens pour construire une habitude à partir d'un comportement simple (Dean, 2013)

Les conducteurs s'appuient sur leurs connaissances et leurs habitudes : ils se fient à leur connaissance de la ligne pour adapter leur vitesse à un niveau qui leur permettra de garantir la régularité. Le verbatim suivant illustre l'état d'esprit du conducteur vis-à-vis de la gestion de sa vitesse : "Il faut essayer de faire comme si on ne connaissait pas la ligne mais c'est très frustrant de freiner et de voir au loin le signal suivant et se dire qu'on aurait pu rester à 140km/h".

⁹ Making Habits, Breaking Habits: Why We Do Things, Why We Don't, and How to Make Any Change Stick - 2013 - Jeremy Dean

3.6.7. PRATIQUE HABITUELLE D'ACQUITTEMENT ET DE FREINAGE

L'étude des bandes Teloc montre que le conducteur a réalisé les acquittements des signaux K-D.1 et C-D.1 de manière "tardive" c'est-à-dire dans les quelques secondes qui suivent le passage du signal.

Les conducteurs sondés déclarent réaliser les acquittements la plupart du temps avant le passage des signaux. La comparaison des bandes Teloc du jour de l'accident avec les données enregistrées durant d'autres trajets du conducteur ne révèlent pas d'anomalie particulière.

Selon certains conducteurs, l'oubli d'acquiescement ou l'acquiescement tardif peuvent aussi s'expliquer par le fait que le conducteur pense être déjà dans la situation demandée par le signal.

Par exemple : le signal demande une restriction de vitesse à 50; si le conducteur pense déjà circuler à cette vitesse, il peut avoir tendance à oublier d'acquiescer le signal.

En outre, les conducteurs interrogés déclarent que, en fonction de la vitesse demandée, ils commencent à décélérer ou freiner bien avant d'acquiescer le signal.

La faible décélération du conducteur au passage de K-D.1 laisse penser que ce dernier n'a pas décodé l'information du signal K-D.1 comme attendu.

3.6.8. PRATIQUE HABITUELLE VIS-À-VIS D'UN SIGNAL VJH

Qu'ils soient novices ou plus expérimentés, tous les conducteurs connaissent et comprennent parfaitement la signification d'un signal VJH. Ils savent tous ce que la réglementation prescrit pour ce type de signal, c'est-à-dire adapter sa vitesse en fonction de la restriction annoncée :

- respecter la vitesse maximum possible indiquée sur le panneau triangle pointe en bas
- ou respecter 40 km/h maximum s'il n'y a aucune indication

La plupart des conducteurs et des instructeurs interrogés reconnaissent que le panneau triangle pointe en bas (avec la mention "5" pour le signal concerné) rend l'indication du signal plus difficile à décoder.

A ce propos, un courrier de la SNCB daté du 08/12/2015 (postérieur à l'accident) demande à Infra-bel d'équiper certains signaux d'un écran complémentaire supérieur indiquant directement la vitesse maximale demandée. Les conducteurs interrogés sont unanimes sur le fait que ce type de panneau éviterait les erreurs d'interprétation et serait particulièrement utile pour les panneaux pouvant proposer un grand nombre de vitesses possibles ou pour ceux proposant 2 vitesses très écartées (ex : 40 et 120km/h).

Le courrier mentionne par ailleurs que ce type de panneau favoriserait le maintien de la régularité puisqu'il éviterait aux conducteurs de ralentir plus que nécessaire.

Il précise également que les 2 panneaux demandés bénéficieraient à environ 50 trains par jour. Cette information montre que les situations de VJH sans indication précise de la vitesse demandée sont très fréquentes et que cela rend plus difficile l'interprétation du signal.

Selon les données recueillies en interviews, pour les conducteurs, l'information principale d'un signal présentant l'aspect VJH c'est que le passage est autorisé. Un VJH est avant tout un signal au passage, la restriction de vitesse étant une information importante certes, mais secondaire.

3.6.9. SITUATION HABITUELLE À CET ENDROIT

Selon les témoignages recueillis, le "grill" de Buizingen est connu pour être un endroit complexe. Ce qui fait sa particularité et sa principale difficulté ce sont les grandes vitesses autorisées pour y circuler et l'écart important entre la vitesse minimum imposable (40km/h) et la vitesse maximum autorisée (160km/h).

Les itinéraires sont tracés par les opérateurs EBP en fonction de la programmation du système EBP.

Les investigations menées dans les logs du système EBP montrent effectivement que, le jour de l'accident, le train E3687 (roulant vers Braine-le-Comte) était stationné en gare de Buizingen en aval du signal C-D.1.

L'itinéraire du train E8574 est tracé pour éviter le conflit avec le train E3687 et il a été programmé pour assurer le passage des aiguillages en toute sécurité.

L'itinéraire tracé emprunte l'aiguillage 11BD à droite avec un passage à contrevoie, et impose une décélération de 160 km/h à 50km/h.

Tous les conducteurs interviewés s'accordent pour dire que le passage à contrevoie par les aiguillages 11BD-11AD est rare. Selon eux, ce choix répond à une nécessité d'exploitation compte tenu de la perte de vitesse qu'il impose et de l'impact potentiel sur la régularité qu'il induit. Ce choix singulier constitue une sorte de piège pour le conducteur pris dans ses habitudes de conduite à cet endroit.

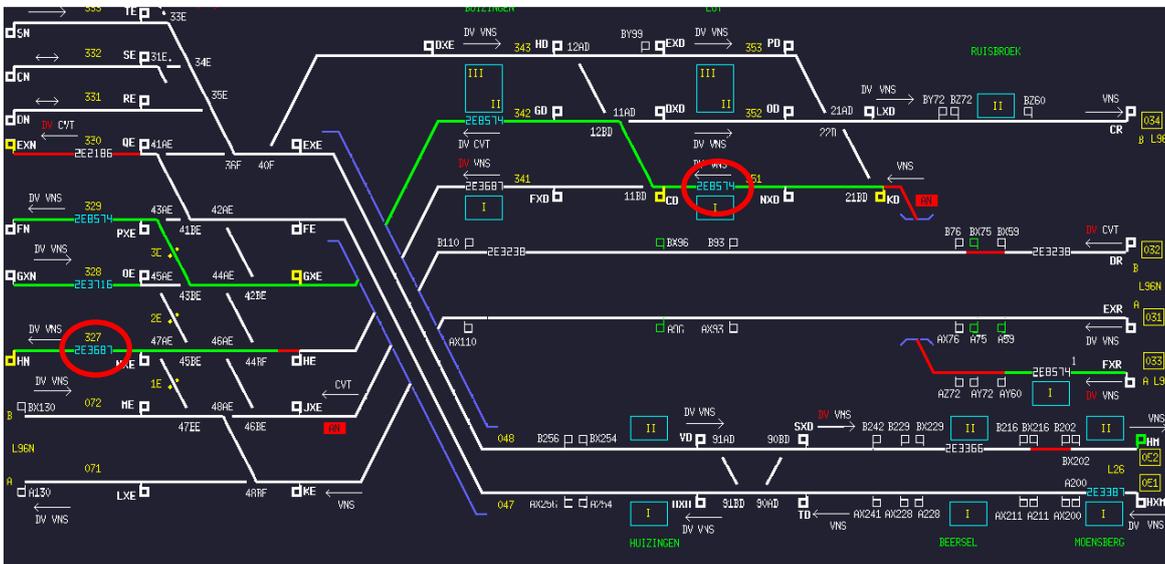


Illustration : image EBP où les 2 trains (8574 et 3687) sont visualisés.

4. ANALYSES ET CONCLUSION

4.1. COMPTE-RENDU FINAL DE LA CHAÎNE DES ÉVÉNEMENTS

Le jeudi 10 septembre 2015, le train de voyageurs E8574 de la SNCB assurant le trajet entre Schaarbeek et Geraardsbergen roule sur la ligne 96. Le train est composé d'une locomotive électrique de type 21 suivie de 8 voitures M4. Ce jour-là, le ciel est dégagé et le soleil est bien visible. La température est d'environ 20° au moment de l'accident.

Suite à l'étude de la bande d'enregistrement, aux tests sur le site de l'accident et à l'analyse des documents fournis, la chaîne d'événements a pu être retracée.

Vers 16h56, le train passe à hauteur du signal K-D.1 à une vitesse d'environ 139km/h. Le signal K-D.1 présente un Jaune Vert Horizontal et son mat est équipé d'un panneau de vitesse pour signal avertisseur (triangle sur points aux coins arrondis) présentant le chiffre 5 (5 pour 50km/h). Selon la réglementation de la SNCB, le conducteur doit régler la vitesse du convoi de manière à respecter la vitesse réduite au droit du grand signal d'arrêt suivant.

Le conducteur acquitte l'aspect restrictif du signal sur son équipement de bord. Les enregistrements des données du train révèlent une légère baisse de vitesse.

Une minute plus tard, le train approche du signal C-D.1. Le signal présente un Vert Jaune Horizontal, un panneau lumineux supérieur avec un chevron et un panneau lumineux inférieur avec le chiffre 5. Selon la réglementation en vigueur à la SNCB, le chiffre 5 signifie que la vitesse du train doit être de 50km/h, ou moins, au droit du signal; le chevron indique que le train change de régime, passant de la voie normale à la contrevoie à la faveur des aiguillages 11BD-11AD. La vitesse du train est d'environ 120km/h et le conducteur entame un freinage d'urgence. Le train s'engage sur les aiguillages à une vitesse trop élevée.

La locomotive, dont la masse est plus élevée, ne déraille pas, seul le premier bogie de la première voiture déraille. Le train s'immobilise à la hauteur des quais du PANG de Buizingen : la locomotive et les deux premières voitures sont à quais.

Le conducteur lance une alarme via GSM-R et les circulations sont interrompues. 39 voyageurs sont contusionnés, dont 10 sont emmenés dans des hôpitaux de la région dont ils sortiront dans les 24 heures.

Des dégâts sont observés à l'infrastructure : traverses en béton éclatées, déformation de la voie et des appareils de voies. La première voiture du train a également subi des dégâts.

Le jour de l'accident et le jour suivant, l'OE s'est rendu sur le site de l'accident afin de procéder à diverses constatations et vérifications :

- rien d'anormal n'a été constaté ni au niveau de l'infrastructure ni au niveau de la signalisation et de la visibilité des signaux;
- rien d'anormal n'a été constaté au niveau du matériel roulant.

4.2. ANALYSE DES FACTEURS HUMAINS

4.2.1. CONGÉS

Le jour de l'accident, le conducteur réalisait son troisième service après une longue interruption de travail de quasiment 8 semaines (période de 4 semaines de congés, suivie de 5 services, suivis d'une période de 4 semaines de congés) et il avait pris son service à midi (ne nécessitant pas de lever tôt et ne générant donc pas de privation de sommeil) : le déficit d'attention ne peut pas être attribué à un niveau de fatigue important.

Ces deux fois quatre semaines de congés ont constitué un point d'attention durant l'enquête : durant la formation des conducteurs, la SNCB leur impose des périodes de congés (2 semaines à Noël et 1 semaine à Pâques). En dehors de ces périodes, il est effectivement difficile pour les stagiaires de prendre des congés : le conducteur avait regroupé ses congés en fin de formation. D'une part, on peut s'interroger sur la capacité des congés imposés à permettre la bonne récupération des stagiaires; d'autre part, il serait opportun de comparer le gain associé à une bonne récupération et les risques d'une perte de compétence.

4.2.2. DÉFICIT D'ATTENTION

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

L'étude des bandes Teloc montre que le conducteur a réalisé les acquittements des signaux K-D.1 et C-D.1 de manière "tardive" c'est-à-dire dans les quelques secondes qui suivent le passage du signal.

4.2.3. VISIBILITÉ DES SIGNAUX

Lors de la reconstitution effectuée le lendemain du jour de l'accident, dans des conditions d'ensoleillement similaires à celles du jour de l'accident, aucune perturbation n'a été constatée au niveau de la visibilité des signaux.

De plus, selon l'expérience des conducteurs interviewés, les postes de conduite des locomotives de type 21 font parties des cabines qui offrent la meilleure visibilité.

Par conséquent, la visibilité des signaux ne semble pas un facteur explicatif de l'accident.

4.2.4. PRATIQUE VIS-À-VIS DE LA SUCCESSION DES SIGNAUX

Dans la pratique, certains conducteurs vont au-delà de l'aspect des signaux et s'appuient également sur leur connaissance de la ligne et sur leurs habitudes pour traiter l'information présentée par les signaux, ainsi que pour adapter leur vitesse à un niveau qui leur permettra de garantir la régularité.

La littérature montre que, pour une action simple, il faut en moyenne une vingtaine de répétitions pour construire une habitude : suite à l'enquête, il a été déterminé que le conducteur avait effectué une cinquantaine de passages par les signaux K-D.1 et C-D.1.

Mais la relativement faible expérience du conducteur, et la période de congés précédant le jour de l'accident ont affaibli l'ancrage de ces automatismes.

4.2.5. COMPLEXITÉ DU GRIL DE BUIZINGEN

Le gril de Buizingen est connu pour être un endroit complexe. Ce qui fait sa particularité et sa principale difficulté ce sont les grandes vitesses autorisées pour y circuler et l'écart important entre la vitesse minimum imposable (40km/h) et la vitesse maximum autorisée (160km/h). Les itinéraires sont tracés par les opérateurs EBP en fonction de la programmation du système EBP.

L'itinéraire tracé le jour de l'accident emprunte un aiguillage (11BD) à droite avec un passage à contrevoie, et impose une décélération de 160 km/h à 50km/h.

Tous les conducteurs interviewés s'accordent pour dire que ce choix répond à une nécessité d'exploitation compte tenu de la perte de vitesse qu'il impose et de l'impact potentiel sur la régularité qu'il induit.

Les investigations menées dans les logs du système EBP montrent effectivement que, le jour de l'accident, le train E3687 (roulant vers Braine-le-Comte) était stationné en gare de Buizingen en aval du signal C-D.1.

L'itinéraire du train E8574 est tracé pour éviter le conflit avec le train E3687 et il a été programmé pour assurer le passage des aiguillages en toute sécurité.

4.3. ACCIDENT

Suite à l'analyse de ces différents éléments, l'OE a retenu que le scénario le plus probable pour expliquer la survenue de l'accident du train E8574 repose sur une mauvaise appréhension de l'aspect du signal K-D.1 par le conducteur peu expérimenté, due à la prégnance d'un schéma d'action routinier, inadapté à la situation du jour de l'accident à cet endroit, sans doute renforcée par un déficit d'attention momentané.

Vu la faible expérience du conducteur et la période prolongée de ses congés, l'étude SGS s'est focalisée sur:

- les processus de recrutement;
- les processus de formation;
- la gestion des congés;
- la gestion des survitesses.

4.4. ANALYSE SGS

Les conclusions de l'analyse du SGS sont développées ci-après.

4.4.1. PROCESSUS DE RECRUTEMENT

Le processus de recrutement dans son ensemble a été analysé au cours de l'enquête et lors des investigations menées par l'expert mandaté par l'OE.

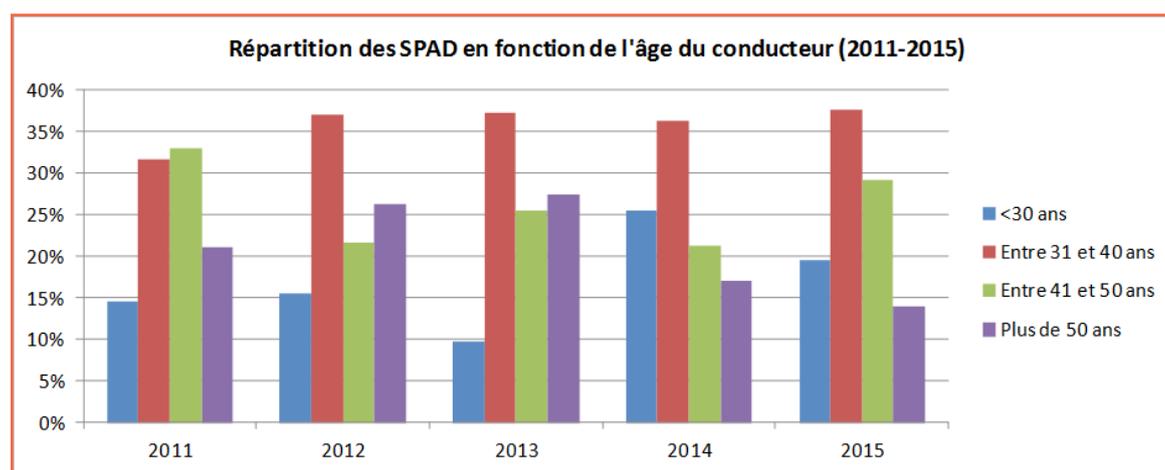
La SNCB travaille en collaboration avec Corporate Prevention Services (CPS) pour actualiser et ajuster le profil recherché, la définition du profil recherché évoluant régulièrement.

Le conducteur impliqué dans l'accident a été recruté dans le cadre de l'ouverture de ces profils de recrutement à des personnes non issues de filières techniques.

La SNCB ne faisant pas de traitement particulier des données d'accidentologie en fonction des profils professionnels de conducteurs (reconversion ou pas), il n'a pas été possible de déterminer objectivement si ce type de profil est plus à risque que les autres. En revanche, les conducteurs et les instructeurs sondés sur le sujet semblent s'accorder sur le fait que la qualité de conduite d'un conducteur n'est pas dépendante de son parcours professionnel précédent, que celui-ci soit technique ou non.

Aucune limite d'âge n'est imposée pour être candidat.

La SNCB n'a pas été en mesure de fournir de données d'accidentologie suite à une survitesse en fonction de l'âge du conducteur. En revanche, la SNCB dispose de ces données concernant les SPAD10. Ces données montrent que l'âge ne semble pas être un facteur augmentant le risque. Néanmoins, pour confirmer ces résultats, il serait nécessaire de confronter ces données à la pyramide des âges de la totalité de la population des conducteurs afin d'évaluer la répartition des effectifs sur les différentes catégories.



Répartition du nombre de SPAD en fonction de l'âge du conducteur (source : SNCB)

4.4.2. PROCESSUS DE FORMATION

4.4.2.1. LA FORMATION

Le processus de formation de la SNCB ayant été réformé en 2005, le conducteur concerné par l'accident a été formé selon ce nouveau processus.

Mais la SNCB n'a pas mis en place d'indicateur spécifique pour évaluer l'impact de cette réforme sur l'accidentologie : il n'a pas été possible d'évaluer l'impact de la qualité de la formation reçue par le conducteur sur la survenue de l'événement.

Par ailleurs, depuis 2005, le transport ferroviaire a subi de nombreuses évolutions (technologiques, réglementaires, augmentation du trafic, etc.) : il est par conséquent très difficile d'interpréter les éventuelles évolutions de l'accidentologie des 10 dernières années.

4.4.2.2. LA SÉLECTION À L'ISSUE DE LA FORMATION

Les élèves conducteurs sont évalués tout au long de leur formation, la poursuite après chaque phase de la formation étant conditionnée par la réussite d'un examen.

Le processus d'évaluation avec examen final théorique par passage au simulateur permet de garantir la qualité des apprenants.

4.4.2.3. STRATÉGIE D'HABILITATION À LA CONNAISSANCE DE LIGNE

Au début de l'étude, plusieurs éléments concordant faisaient mention d'une volonté de la part de la SNCB de spécialiser ses conducteurs sur certains trajets et donc de limiter les habilitations à un nombre réduit de lignes.

Une telle spécialisation pourrait générer un manque de diversité dans l'activité, et conduire à développer fortement les routines et les éventuelles erreurs qui y sont associées.

Une investigation plus poussée a été menée et aucun des éléments recueillis n'a permis d'étayer ce point. Les prestations d'un dépôt sont définies en fonction des relations qui passent à proximité de ce dépôt. De fait, les conducteurs des gros dépôts sont habilités sur davantage de lignes que ceux des dépôts plus petits. Dans tous les cas, le plan de transport ne relève pas d'une stratégie particulière de spécialisation; au contraire, les planificateurs essaient de faire varier les prestations au sein d'une même série, pour générer de la diversité de conduite.

4.4.2.4. EXPÉRIENCE & HABITUDES

Suite aux éléments rassemblés lors de l'étude, il apparaît que l'expérience générale du conducteur n'est pas très élevée mais qu'il circule sur une ligne pour laquelle il a pu se construire une certaine habitude.

Les données recueillies auprès des conducteurs montraient que l'itinéraire choisi le jour de l'accident était singulier, constituant une sorte de piège pour le conducteur peu expérimenté pris dans certaines habitudes de conduite acquises à cet endroit. Le test de substitution montre d'ailleurs des résultats variés en fonction de l'expérience de conduite des conducteurs.

Le test de substitution a pour objectif de différencier les facteurs de comportement individuels des facteurs génériques. Concrètement, il s'agit d'interroger des personnels aux fonctions similaires à celles des personnels impliqués et de les mettre en situation pour simuler les conditions du jour de l'événement concerné. S'il s'avère que ces opérateurs auraient agi de façon similaire à l'agent concerné, c'est que l'origine de l'événement n'est pas concentrée sur l'individu impliqué dans l'événement mais qu'il s'agit plutôt d'un problème collectif.

Dans le cas présent, certains conducteurs novices déclarent qu'ils auraient pu faire la même erreur que le conducteur impliqué, et la plupart des conducteurs plus expérimentés déclarent qu'ils n'auraient pas agi de la même manière.

4.4.3. GESTION DES CONGÉS

Lorsque l'exercice de la conduite a été interrompu pendant plus de 6 mois, la réglementation interne de la SNCB sur le maintien des connaissances professionnelles spécifiques prévoit qu'il y a lieu à procéder à une vérification de l'aptitude professionnelle du personnel de conduite concerné.

Pour des périodes d'interruption moins longues, le conducteur a théoriquement la possibilité de signaler qu'il n'est pas à l'aise. Pourtant, même s'ils reconnaissent volontiers qu'il n'est pas facile de reprendre la conduite après une longue période d'absence, les conducteurs ne demandent jamais à être accompagnés pour cette reprise car, culturellement, ce type de demande est mal apprécié de la part des collègues.

En revanche, lorsqu'ils n'ont pas conduit un certain type d'engin moteur depuis longtemps, les conducteurs ont plus de facilité à demander à être accompagné pour leur premier trajet. Culturellement, cette seconde situation semble être plus légitime et donc davantage acceptée.

Les données d'accidentologie disponibles, qui concernent les dépassements de signaux, montrent en effet que la majorité des événements survient au retour d'un repos (cf. figure ci-dessous), y compris un repos de courte durée.

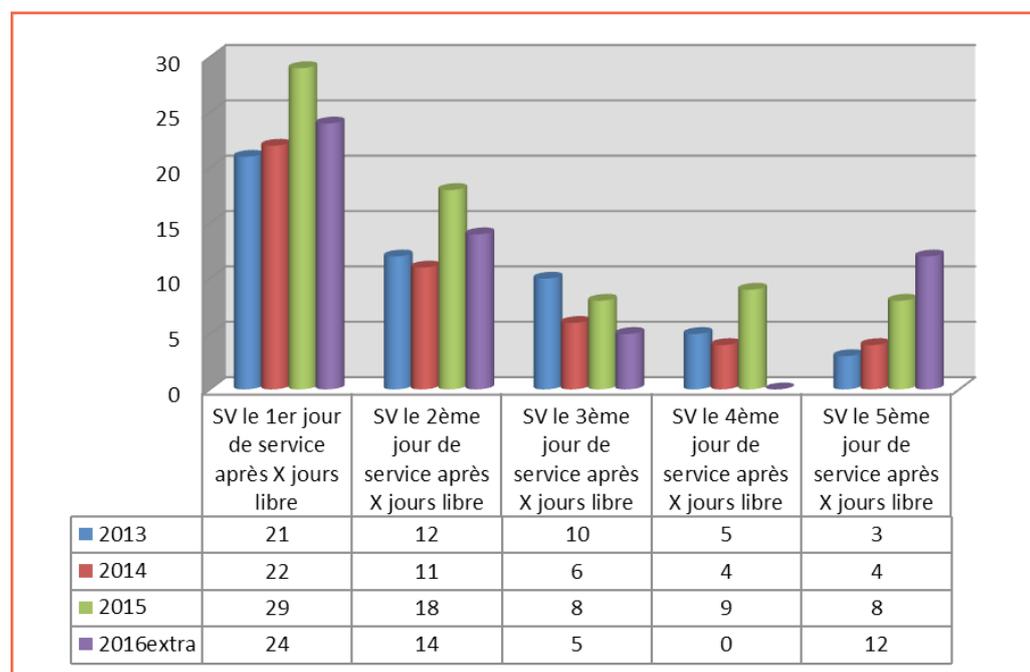


Illustration : Nombre de jours libres avant le dépassement de signal (source : SNCB) - SV = Sein Voorbijrijding = Dépassement de signal

Ce phénomène, que l'on peut observer dans d'autres entreprises et dans d'autres domaines, peut s'expliquer par l'affaiblissement des automatismes professionnels, les sollicitations cognitives en lien avec l'activité et qui les entretiennent étant en suspens pendant la période de congé. Cet effet est d'autant plus marqué que les automatismes sont encore mal ancrés, ce qui est le cas des conducteurs peu expérimentés.

4.4.4. GESTION DES SURVITESSES

Les événements de survitesse constatés par le centre d'analyse de la SNCB sont renseignés dans la base de données SIROCCO depuis avril 2015. Ils sont répertoriés selon le critère de sévérité de survitesse :

- les dépassements sensibles de la vitesse, supérieurs à 30 km/h : un rapport trimestriel en est extrait.
- les dépassements inférieurs à 30 km/h sont comptabilisés dans une rubrique "autres".
- les dépassements de vitesse de plus de 8 km/h sont communiqués au personnel de conduite concerné.

Compte tenu des difficultés de détection de ce type d'événement, il est tout à fait probable que beaucoup de cas de survitesse restent inconnus et que le nombre total d'événements de survitesse soit en réalité sous-estimé.

La SNCB ne prévoit pas de statistiques permettant de croiser les données en fonction de facteurs explicatifs potentiels tels que l'âge, l'ancienneté, le profil du conducteur, le moment de survenue (au retour de congés par exemple), le lieu, ou tout autre élément de contexte.

Un projet de procédure est en cours d'élaboration par la SNCB dans lequel seront développées des mesures correctives et/ou conservatoires en fonction de la sévérité de la survitesse.

4.5. CONCLUSIONS

Le scénario le plus probable retenu pour expliquer la survenue de l'accident du train E8574 est celui d'une mauvaise appréhension de l'aspect du signal K-D.1 par le conducteur peu expérimenté, due à la prégnance d'un schéma d'action routinier, inadapté à la situation du jour de l'accident à cet endroit, sans doute renforcée par un déficit d'attention momentané.

4.5.1. CAUSE DIRECTE

La cause directe du déraillement de la première voiture du train E8574 est la survitesse du train à hauteur des aiguillages amenant le train de la voie normale à la contrevoie, le freinage ayant été enclenché tardivement par le conducteur.

4.5.2. CAUSES INDIRECTES

4.5.2.1. HABITUDES ET EXPÉRIENCE ACQUISES PAR LE CONDUCTEUR

Lors de trajets précédents sur cette ligne, le conducteur avait rencontré une autre situation opérationnelle, sans changement de régime et se poursuivant en ligne droite avec une réduction de vitesse de 160 à 120km/h jusqu'au signal suivant.

Une certaine habitude avait ainsi pu se développer chez le conducteur peu expérimenté.

Une habitude est automatique : si on change une habitude d'un conducteur peu expérimenté, cela mobilise une bonne partie de l'attention d'autant plus que les automatismes sont généralement mal ancrés. Cet effort suppose une allocation de ressources mentales – une attention – qui n'était pas disponible, le jour de l'accident, probablement du fait d'un fonctionnement en mode routinier du conducteur.

Il existe un risque pour les conducteurs peu expérimentés, de réaliser une mauvaise lecture d'un signal dans une situation opérationnelle similaire, du fait de leurs attentes.

L'OE recommande au SSICF de s'assurer que l'entreprise ferroviaire, en collaboration avec les centres de formation, sensibilise les apprenants conducteurs aux erreurs de routine et pièges possibles des situations opérationnelles peu rencontrées.

4.5.2.2. L'ABSENCE DE SYSTÈME ETCS À BORD DU TRAIN ET DANS LES VOIES

L'infrastructure et le matériel roulant étaient équipés de TBL1+. Comme le système TBL1+ n'assure pas un contrôle continu de la vitesse, il n'a déclenché aucun freinage d'urgence. L'ETCS n'étant présent ni à bord du matériel roulant ni au sol, il n'a pu rattraper l'erreur qui aurait permis d'éviter l'événement.

L'installation de l'ETCS a été planifiée au sein d'un masterplan que doivent suivre le gestionnaire d'infrastructure et l'entreprise ferroviaire : ce plan de déploiement s'étend entre 2012 et 2022.

4.5.3. CAUSES SOUS-JACENTES

4.5.3.1. PÉRIODES DE CONGÉS ET RETOUR AU TRAVAIL

Au terme de sa formation, la planification des congés du conducteur a amené de multiples et longues périodes sans conduite. Ceci entraîne un risque accru lors de chaque reprise du travail : les données d'accidentologie disponibles montrent en effet que la majorité des événements survient au retour d'un repos. Cet effet est d'autant plus marqué que les automatismes sont encore mal ancrés, ce qui est généralement le cas des conducteurs inexpérimentés.

L'OE recommande que l'entreprise ferroviaire identifie des règles de bonnes pratiques à mettre en œuvre dans la gestion des congés et des retours de congé.

4.5.3.2. L'ABSENCE D'UN MONITORING STRUCTURÉ DES CAS DE SURVITESSE

Les événements de survitesse constatés sont renseignés dans la base de données SIROCCO de la SNCB.

Cependant, il est tout à fait probable que beaucoup d'événements de ce type restent inconnus et que le nombre total d'événements de survitesse soit en réalité sous-estimé vu des difficultés de détection de ce type d'événement.

Un projet de procédure est en cours d'élaboration par la SNCB dans lequel seront développées des mesures correctives et/ou conservatoires en fonction de la sévérité de la survitesse (moins de 8km/h, entre 8 et 30km/h et plus de 30km/h).

L'OE recommande au SSICF de s'assurer que l'entreprise ferroviaire réalise :

- **un échantillonnage suffisant des bandes de vitesse pour assurer une gestion efficace des risques de survitesses;**
- **des statistiques permettant de croiser les données en fonction de facteurs explicatifs potentiels.**

4.5.3.3. LE CARACTÈRE PEU INTUITIF À DÉCODER DE LA SIGNALISATION EN AMONT DES AIGUILLAGES

La diminution importante de vitesse de 160km/h à 50km/h n'est pas signalée au signal avertisseur sur base d'un chiffre lumineux jaune mais sur base d'un panneau de vitesse pour signal avertisseur (triangle blanc sur pointe aux coins arrondis), ce qui rend l'information plus difficile à décoder par le conducteur.

De plus, la diminution de vitesse n'est pas progressive : cette façon de procéder, bien que réglementaire, augmente le risque d'une vitesse inadaptée au point dangereux que représente la zone d'aiguillages.

Selon les informations verbales reçues du GI, l'aiguillage permettant cet itinéraire va être supprimé à brève échéance ¹¹.

L'OE recommande que le gestionnaire d'infrastructure passe en revue sa gestion actuelle des risques afin d'établir si de nouveaux éléments en corrélation avec l'accident analysé ne nécessitent pas une adaptation de cette gestion des risques.

¹¹ L'aiguillage permettant cet itinéraire sera supprimé prochainement et ce, dans le cadre du programme général de simplification en vue de rationaliser les coûts.



4



55

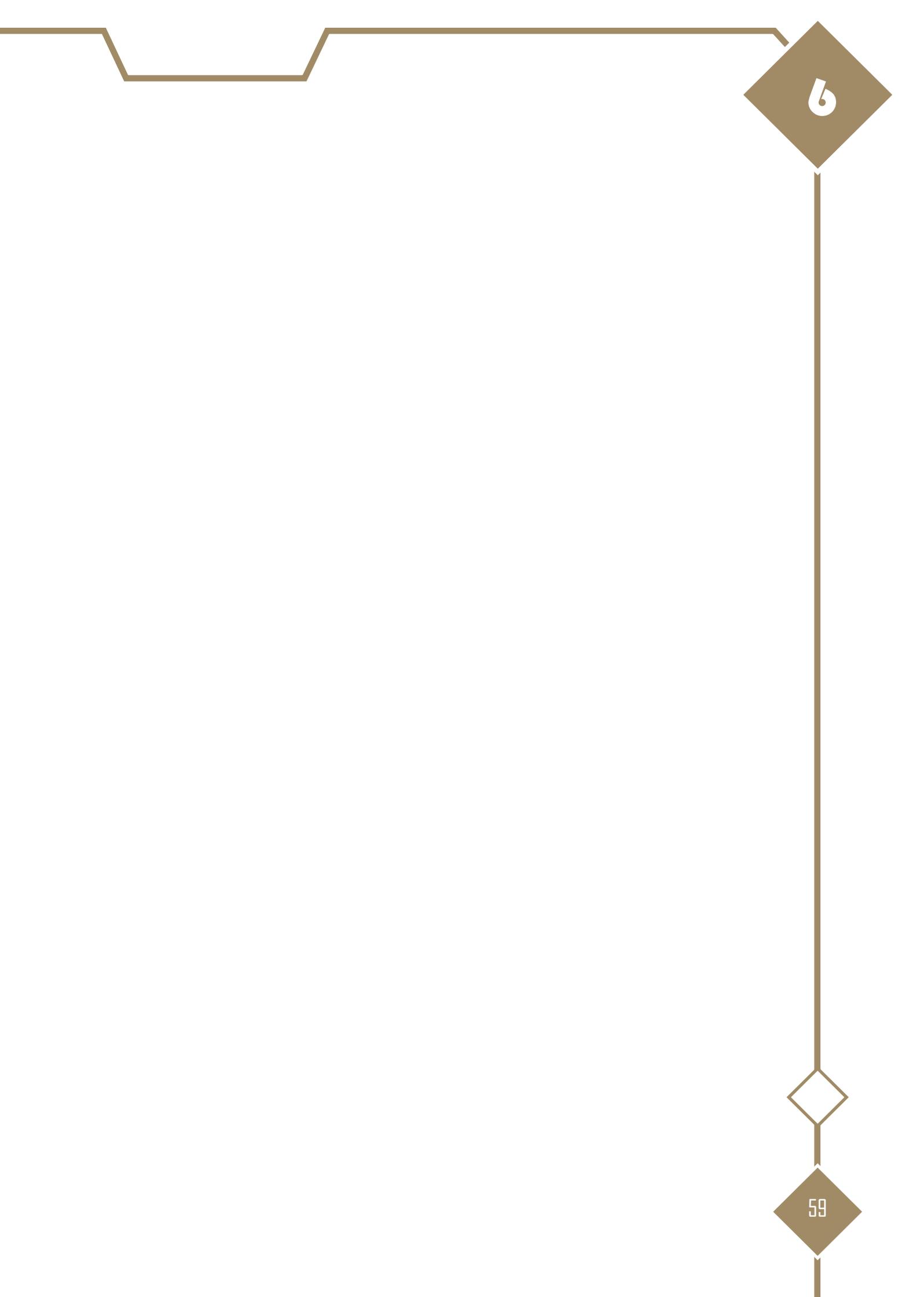
5. MESURES PRISES

6. RECOMMANDATIONS

Bien que déjà énoncées et contextualisées au chapitre 4.5 (page 53), les recommandations de l'Organisme d'Enquête sont reprises ci-dessous.

Adressées à l'Autorité de Sécurité (le SSICF) et rédigées "goal-oriented", il appartient au SSICF de vérifier la prise en compte de ces recommandations lorsqu'elles sont traduites en recommandations "solution-oriented" par le gestionnaire d'infrastructure et les entreprises ferroviaires.

N°	Recommandation
1	L'OE recommande au SSICF de s'assurer que l'entreprise ferroviaire, en collaboration avec les centres de formation, sensibilise les apprenants conducteurs aux erreurs de routine et pièges possibles des situations opérationnelles peu rencontrées
2	L'OE recommande que l'entreprise ferroviaire identifie des règles de bonnes pratiques à mettre en oeuvre dans la gestion des congés et des retours de congé.
3	L'OE recommande au SSICF de s'assurer que l'entreprise ferroviaire réalise : <ul style="list-style-type: none">• un échantillonnage suffisant des bandes de vitesse pour assurer une gestion efficace des risques de survitesses;• des statistiques permettant de croiser les données en fonction de facteurs explicatifs potentiels.
4	L'OE recommande que le gestionnaire d'infrastructure passe en revue sa gestion actuelle des risques afin d'établir si de nouveaux éléments en corrélation avec l'accident analysé ne nécessitent pas une adaptation de cette gestion des risques.



b

59

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

