

Rapport d'Enquête de Sécurité

Incident de signalisation ayant présenté un aspect moins restrictif qu'attendu

Comblain-la-Tour - 6 septembre 2018

TABLE DES VERSIONS DU RAPPORT

Numéro de la version	Sujet de révision	Date
1.0	Première version	01/04/2020

TABLE DES MATIÈRES

1. RÉSUMÉ	9
2. LES FAITS IMMÉDIATS	17
2.1. L'événement	17
2.1.1. Description de l'événement	17
2.1.2. Description du site	18
2.1.3. La décision d'ouvrir une enquête	19
2.1.4. Composition de l'équipe	19
2.1.5. Conduite de l'enquête	19
2.2. Les circonstances de l'événement	20
2.2.1. Entreprises et personnels concernés	20
2.2.2. Composition des trains	21
2.2.3. Description de l'infrastructure et du système de signalisation	22
2.2.4. Moyen de communications	28
2.2.5. Travail réalisé sur le site ou à proximité de l'accident	28
2.2.6. Déclenchement du plan d'urgence ferroviaire et sa chaîne d'événements	28
2.3. Pertes humaines, blessés et dommages matériels	29
2.4. Circonstances externes	29
2.4.1. Conditions météorologiques	29
2.4.2. Références géographiques	29
3. COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS ET ENQUÊTES	31
3.1. Analyse des aspects techniques des événements survenus le 06/09/2018	32
3.1.1. Parcours des trains Z36410 et E7675 le 06/09/2018	32
3.1.2. Fonctionnement de la signalisation : images EBP et aspects des signaux pour le parcours des trains Z36410 et E7675 le 06/09/2018	34
3.1.3. Mesures prises pour protéger et sauvegarder le site de l'événement	41
3.1.4. Conclusions de l'analyse technique des événements du 06/09/2018	42
3.2. Système de gestion de la sécurité	43
3.2.1. Leadership	44
3.2.2. Evaluation des risques	46
3.2.3. Contrôles	48
3.2.4. Structure et responsabilité	50
3.2.5. Apprentissage organisationnel	54
3.2.6. Gestion des compétences	55
3.2.7. Documentation	56
3.3. Règles et réglementation	58
3.3.1. Règles et réglementation publique communautaire et nationale applicables	58
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	58
3.4. Fonctionnement du matériel roulant et des installations techniques	59
3.4.1. Infrastructure : élaboration du projet de modification de l'installation de signalisation de la gare de Rivage	60
3.4.2. Contrôles pour la mise en service de l'installation de signalisation	69
3.5. Documentation du système opératoire	78
3.5.1. Mesures prises pour protéger et sauvegarder le site de l'événement	78
3.6. Interface homme-machine-opération	79
3.6.1. Gestion des compétences	79
3.6.2. Structure et responsabilités	79
3.6.3. Contrôles	80
3.7. Evénements antérieurs de nature comparable	81
3.7.1. Izegem - 26/04/2007	81
3.7.2. Ottignies - 08/05/2012	81
3.7.3. Kortrijk - 01/12/2015	82

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 distortion totale avec les objectifs de ce rapport, les méthodes utilisées pour le bâtir, la sélection des faits recueillis, la nature des questions posées, et les concepts qu'il mobilise, auxquels la notion de responsabilité est étrangère. Les conclusions qui pourraient alors en être déduites seraient donc abusives au sens littéral du terme.
En cas d'incohérence entre certains mots et termes, la version en français fait foi.

4. ANALYSE ET CONCLUSIONS	
4.1. Compte rendu final de la chaîne d'événements	85
4.2. Discussion	85
4.2.1. Analyse des facteurs techniques	86
4.2.2. Analyse du SGS	86
4.3. Conclusions	88
4.3.1. Cause directe	94
4.3.2. Facteurs indirects	94
4.3.3. Facteurs systémiques	95
4.3.4. Autre constatation	96
5. MESURES PRISES	99
5.1. Infrabel	99
6. RECOMMANDATIONS	101

DÉFINITIONS	
ACAT	Système de détection des trains basé sur le comptage des essieux
AM	Automotrice
BK	Borne kilométrique
BSP / BSRM	Blocage du sens de circulation matérialisé. Il s'agit d'un système qui garantit qu'une voie n'est parcourable que dans un seul sens, empêchant 2 mouvements (trains) de rouler l'un vers l'autre.
CAT	Système de détection des trains basé sur le comptage des essieux
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
CV	Circuit de voie
CVJE	Circuit de voie à joints électriques
CVR	Contrôle de Vitesse Réduite
CVTH	Circuit de voie à impulsions de tension élevée
DJ	Double-Jaune
EBP I/O	EBP Input/Output
EBP/PLP	Poste de Commande électronique / Poste à Logique Programmée
EF	Entreprise ferroviaire
ETCS	European Train Control System
FDMS	Fiabilité, Disponibilité, Maintenabilité, Sécurité (d'un système)
GSM-R	GSM for Railways
I-AI	Infrabel Audit Interne
I-AM	Infrabel Asset Management
I-AR	Infrabel Accès Réseau
ISC	Indicateurs de Sécurité Communs
ISO	Organisation internationale de normalisation
I-TMS	Infrabel Traffic Management & Services
MEMOR	Système d'aide à la conduite repris comme système national de type B dans la STI CCS
MSC	Méthode de Sécurité Commune
OE	Organisme d'Enquête (sur les Accidents et Incidents Ferroviaires)
PANG	Point d'arrêt non gardé
PN	Passage à niveau
PSS	Plan Schématique de Signalisation
PTR	Prescriptions Techniques Réglementaires
PV de réunion	Procès-verbal de réunion

RACOR	Regional Asset Control and Operations Room
ROCS-GUI	Railway Operations Control System – Graphical User Interface. ROCS est un système informatique principalement utilisé pour le contrôle des dispositifs de signalisation et des systèmes EBP liés.
SGS	Système de Gestion de la Sécurité
SIMOC	Safety & Interoperability Management of Change
SIPR	Signalling Problem Report
SNCB	Société Nationale des Chemins de fer Belges
SPR	Software Problem Report
SRI	Status Report of Installation
SSI	Solid State Interlocking – enclenchement électronique
SSICF	Service de Sécurité et d'Interopérabilité des Chemins de Fer
STI	Spécification Technique d'Interopérabilité
TBL1+	Système d'aide à la conduite, basé sur une Transmission Balise-Locomotive, dont le but est d'augmenter la sécurité du réseau ferroviaire conventionnel en réduisant la probabilité du dépassement d'un point dangereux.
UE	Union européenne
VJH	Vert-Jaune Horizontal

I

1. RÉSUMÉ

Le 06/09/2018 à 4h05, le train de marchandises Z36410 démarre de la gare de Virton Voyageurs en direction de la gare de Visé-CBR.

A 6h38, le train de marchandises circule sur la voie B de la ligne 43 et dépasse le signal avertisseur o-h.45 qui présente l'aspect Double-Jaune, indiquant que le signal suivant O-H.45 est à considérer comme fermé (aspect Rouge). Le conducteur du train de marchandises effectue un freinage et immobilise son train à 6h42 au pied du signal O-H.45 qui est fermé (aspect Rouge).

A ce moment, le train de marchandises occupe le dernier circuit de voie (CV4) de la section entre les signaux B249 et O-H.45. Cette section fait partie d'une zone à signalisation automatique : les signaux dans ces parties sont non desservis, c'est-à-dire qu'ils sont commandés par le système de détection des trains dans la section. Etant donné la présence du train de marchandises dans la section en aval du signal B249, le signal B249 donnant accès à cette section doit être fermé (aspect Rouge).

Le 06/09/2018 à 6h08, le train de voyageurs E7675 démarre de la gare de Rochefort-Jemelle en direction de la gare de Liège-Saint-Lambert. Il circule également sur la ligne 43 à partir de Marloie. Vers 6h38, il quitte la gare de Bomal sur la voie B de la ligne 43.

Le train de marchandises est quant à lui toujours arrêté au pied du signal O-H.45, fermé (aspect Rouge).

Le train de voyageurs poursuit sa progression et rencontre le signal B249. Ce signal présente l'aspect Vert (ouvert) : étant donné la présence du train de marchandises dans la section en aval du signal B249, ce signal aurait dû présenter un aspect Rouge (fermé).

Le train de voyageurs franchit le signal B249, continue son trajet et effectue un arrêt commercial au PANG de Comblain-la-Tour à 6h50. Il redémarre ensuite en direction de la gare de Rivage. Il franchit alors le signal avertisseur o-h.45 qui présente l'aspect Double-Jaune, indiquant que le signal suivant O-H.45 est à considérer comme fermé (aspect Rouge).

Le conducteur entame alors un freinage, conformément à la procédure.

A la sortie du tunnel de Comblain-la-Tour, le conducteur du train de voyageurs aperçoit un reflet rouge. Selon son expérience et sa connaissance de la ligne, il déduit que cela ne peut pas être le signal O-H.45 qui se trouve plus de 500 mètres plus loin. Il effectue un freinage maximum et immobilise son train à environ 100 mètres derrière la queue du train de marchandises dont il avait aperçu le signal de queue rouge par reflet.

Le conducteur du train de voyageurs avise par téléphone le block 45 d'une anomalie dans la succession des signaux rencontrés.

Cette information est ensuite également transmise par le conducteur au Traffic Control.

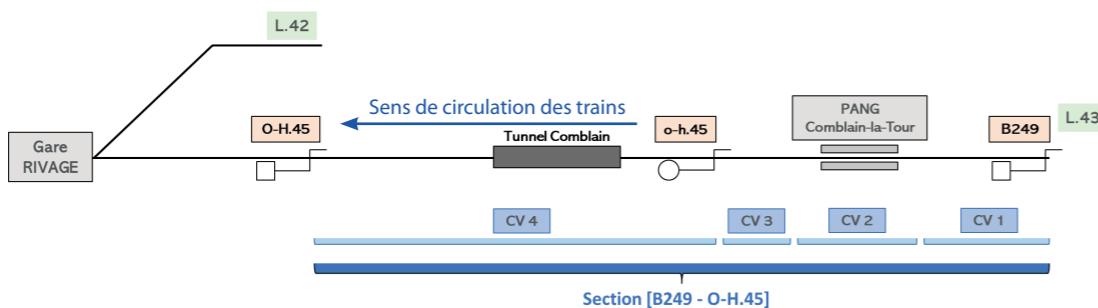
Suite à l'analyse technique, il a pu être vérifié que la signalisation a présenté un aspect moins restrictif qu'attendu, à savoir le signal B249 affichait un aspect Vert (ouvert) alors que la section en aval était occupée par un train.

8

9

L'incident s'est déroulé dans la section entre le grand signal d'arrêt non desservi B249 et le grand signal d'arrêt desservi O-H.45 situé à l'entrée de la gare de Rivage sur la ligne 43.

Le poste de signalisation de Liège TGV (block 45) gère la zone où s'est déroulé l'incident.



Le signal B249 est un signal automatique : il n'est pas commandé par un opérateur d'un poste de signalisation mais par le système de détection des trains constitué de circuits de voie.

La section entre les signaux B249 et O-H.45 est couverte par 4 circuits de voie.

Si au moins un des circuits de voie de la section est occupé, alors :

- la section complète doit être considérée comme occupée ;
- le signal d'accès de la section (le signal B249) doit afficher un aspect Rouge (fermé).

Il ressort de l'enquête que, le jour de l'incident, lors du passage du train de voyageurs au pied du signal B249, le signal affichait un aspect Vert, alors que le train de marchandises occupait le dernier circuit de voie de la section.

Le jour de l'incident, l'occupation du dernier circuit de voie de la section n'a pas entraîné la fermeture du signal B249.

L'enquête a également révélé que l'occupation du dernier circuit de voie était bien répercutée sur l'image EBP de la zone.

L'OE a donc entrepris une analyse des conditions opérationnelles et organisationnelles ayant entraîné l'omission des informations de détection issues du dernier circuit de voie dans les conditions régissant l'aspect du signal B249.

Suite à l'analyse des informations récoltées auprès du gestionnaire d'infrastructure, il ressort que des travaux sont intervenus sur la signalisation de la gare de Rivage dans le cadre du projet de concentration de cabines de signalisation.

Durant ces travaux, plusieurs équipes ont été impliquées. Dans le cadre de la concentration des cabines de signalisation, Infrabel a mis en place plusieurs projets de modifications des installations de signalisation sur la ligne 43 dont un projet de signalisation à la gare de Rivage.

Suivant le projet initial, la mise en service de l'installation de signalisation de la gare de Rivage était prévue pour juin 2017.

Dans ce but, une première étude avait été réalisée par une équipe Infrabel (Equipe 1).

Dans cette étude notamment, un projet de câblage a été élaboré, permettant d'établir les modifications à apporter à l'installation de signalisation existante. Il s'agissait d'établir des plans de câblage de l'installation qui devait être mise en service. Ces plans ont été élaborés par l'ingénieur de l'équipe et établis par le bureau de dessin.

De manière générale, les plans d'une installation de signalisation se trouvent dans les loges et les armoires sur le terrain. Ces plans continuent à évoluer en fonction des modifications apportées au cours du temps sur le terrain. En cas de nouvelle étude, le sous-chef "Etude" :

- reprend les plans disponibles au bureau de dessin ;
- se rend sur le terrain pour vérifier les plans dans les loges des signaux et vérifier les informations dont il dispose.

Une fois l'étude réalisée, les plans établis pour le projet sont confiés au responsable des travaux.

En avril 2017, suite à une charge de travail plus importante notamment due à des vols de câbles récurrents, le manager signalisation de l'area Sud Est décide :

- de déplacer l'Equipe 1 sur un autre projet, et
- d'appeler une seconde équipe en renfort (= "Equipe 2"), composée d'un ingénieur et d'un chef de secteur technique d'une autre area.

L'Equipe 2 reprend le projet et une concertation entre les deux équipes est organisée pour réaliser la transmission des informations nécessaires.

Le responsable de l'Equipe 2 est un ingénieur avec une dizaine d'années d'expérience, mais sans participation antérieure à une mise en service en technologie PLP. Il provient d'une autre région ("area").

Le chef de secteur de l'Equipe 2 possède une expérience importante dans la technologie ETCS, mais peu d'expérience dans la technologie EBP-PLP et l'interface entre PLP et tout-relais. Il provient également d'une autre région ("area").

Lors de la transition entre deux équipes en charge du projet de modification des installations de signalisation de la gare de Rivage, une concertation a eu lieu entre les deux équipes pour assurer la transmission des informations.

Le remplacement des quatre circuits de voie en aval du signal B249 demande le placement de nouveaux câbles, tâche dont l'exécution avait été attribuée via un marché public à une entreprise externe. Mais vu la faillite de l'entreprise sélectionnée, en l'absence d'un marché public, ces travaux de câblage reviennent aux équipes d'Infrabel. Cela nécessite de revoir l'organisation du projet ainsi que son planning.

L'Equipe 2 décide de modifier le projet développé par l'Equipe 1, et elle y apporte notamment les changements suivants :

- conserver trois des quatre CV en place dans la section entre les signaux B249 et O-H.45 ;
- remplacer le dernier CV (B218) par un CV de technologie Jade.

Cependant la somme des 4 circuits de voie (CV4 (B218), CV3 (B234), CV2 (B242) et CV1 (B249)) est toujours prévue.

Au cours du projet de l'installation de signalisation de Rivage, plusieurs versions successives des plans ont été établies.

Certaines modifications ont été effectuées manuellement sur les versions papier de ces plans. Ces modifications manuelles devaient ensuite être transférées au bureau de dessin, afin d'être intégrées informatiquement dans une nouvelle version. En fonction des disponibilités du bureau de dessin, cette étape peut nécessiter un certain délai.

L'étude de l'Equipe 1 prévoyait que la somme des 4 CV soit réalisée d'un point de vue informatique (paramétrage PLP¹) et non par un système de câblages. C'est ce qui était indiqué sur le plan alors établi.

Sur une version ultérieure du plan de câblage, cette information n'est plus indiquée.

Durant la gestion du projet par l'Equipe 2 :

- des réunions ont eu lieu entre le responsable de l'installation extérieure et le responsable du paramétrage informatique (responsable de l'installation intérieure) ;
- des plans ont été modifiés manuellement à plusieurs reprises et par divers membres de l'équipe.

Une information a été perdue entre différentes versions du plan de câblage concernant la somme des CV dans le paramétrage PLP.

Cette perte d'information n'a pas été détectée ni par l'ingénieur ni par l'équipe en charge du projet.

Sur base des informations transmises à l'OE, il n'est pas possible d'établir si la disparition de cette information est survenue lors d'une retranscription d'une nouvelle version du plan de câblage par le bureau de dessin, ou par l'équipe en charge du paramétrage de la PLP.

Le manque de compte-rendu des diverses réunions n'a pas permis de garder trace des décisions majeures ayant une influence sur la sécurité du projet.

L'absence d'informations de version et de date sur les plans sont un manque de traçabilité d'informations.

L'Organisme d'Enquête recommande que le gestionnaire d'infrastructure prenne les mesures nécessaires afin que la traçabilité de l'ensemble des documents et plans soit assurée à toutes les étapes d'un projet.

Lors de l'enquête, nous avons constaté que dans le cadre de certains essais, des fiches d'essais utilisées par le personnel ne suivent pas le modèle de la Notice 22. Ces fiches non standardisées ne reprennent pas l'ensemble des informations qui sont demandées dans les *templates* et *checklists* de la Notice 22.

Lors de la transition entre les différentes équipes en charge du projet de la modification de la signalisation de la gare de Rivage sur la ligne 43, l'exigence de stabilité stipulée dans la Notice 22 n'a pas été respectée.

La règle de la Notice 22 permettant d'établir la liste des signaux à tester lors des essais a laissé une marge d'interprétation, tant dans le projet de la modification de la signalisation de la gare de Rivage que dans des projets antérieurs.

En 2017, une formation d'une journée sur la Notice 22 a été initiée. Elle attire l'attention sur des erreurs commises auparavant afin d'éviter une reproduction, mais cela semble insuffisant et n'a pas permis d'éviter le cas de Comblain-la-Tour.

Ces déviations par rapport à la Notice 22 font partie des éléments qu'un audit tel que décrit dans le Système de Gestion de la Sécurité du gestionnaire d'infrastructure doit monitorer.

Des audits concernant l'application de la Notice 22 dans différentes areas (Nord-Est, Centre, Sud-Ouest) ont été réalisés en 2016 dans le cadre du plan d'action "Roadmap incidenten EBP-PLP" par une société externe.

Lors de ces audits, la compréhension de la Notice 22 par le personnel a été vérifiée et plusieurs constatations ont été formulées dans un rapport.

Les audits ont révélé plusieurs non-conformités, anomalies et remarques concernant l'application de la Notice 22 dans les areas analysées.

Ces non-conformités, anomalies et remarques portaient sur différents niveaux d'application de la Notice. Les conclusions mentionnent que la Notice 22 est perçue comme la base essentielle pour la mise en service d'une installation mais que, dans certains cas, son application n'est pas correcte.

Ces audits n'ont pas été menés dans l'area Sud-Est, responsable du projet de mise en service de la gare de Rivage. Ces audits n'ont pas été reproduits sur base annuelle.

L'Organisme d'Enquête recommande au gestionnaire d'infrastructure de veiller à ce que l'audit de la Notice 22 suive les prescrits de son Système de Gestion de la Sécurité, et qu'il couvre l'ensemble des areas.

¹ PLP = Poste à Logique Programmée. Pour qu'un mouvement soit autorisé, diverses conditions doivent être remplies (par ex: la position des appareils de voie, le sens de circulation, l'aspect des signaux). L'objet essentiel de la partie du poste de signalisation dénommée "enclenchement" est la matérialisation de ces diverses conditions. Les enclenchements de type PLP sont des enclenchements électriques/informatiques.

La Notice 22 spécifie que le personnel en charge des projets doit être du personnel qualifié. Le personnel de l'équipe ayant géré le projet de la modification de la signalisation de la gare de Rivage sur la ligne 43 était qualifié mais dans un domaine d'expertise différent de celui nécessaire pour le projet de modification de l'installation de signalisation de la gare de Rivage.

L'ingénieur en charge du projet pour l'Equipe 2 est entré en service en 2009. A son entrée en service, il a suivi une formation d'une vingtaine de jours portant notamment les installations Tout-Relais et PLP (ainsi que la voie, les aiguillages, les passages à niveau, etc.). Il a ensuite pris part à des projets ETCS pendant 6 ans. Il a obtenu sa régularisation en 2011.

A partir de 2015, il prend part à des projets différents : travaux de modernisation de passages à niveau, suppression de crocodiles, travaux sur des installations Tout-Relais, etc. Il participe à un projet sur la ligne 43 à Bomal (technologie EBP I/O). Il est appelé pour travailler sur le projet de mise en service de la gare de Rivage (technologie EBP/PLP), étant donné la charge importante des équipes en charge du projet à l'époque.

Ce projet constitue sa première expérience de mise en service en technologie EBP/PLP.

Le gestionnaire d'infrastructure devrait s'assurer que les responsables des projets mettent en place des équipes dont l'expérience soit en adéquation avec le projet.

La mise en service d'une installation de signalisation se fait suivant la Notice 22, qui permet d'établir le plan des vérifications et essais à réaliser afin de démontrer le bon fonctionnement et la sécurité de l'ensemble de l'installation, que ce soit pour la première mise en service de cette installation ou suite à des modifications dans une installation existante.

Les essais à mener lors de la mise en service doivent démontrer le bon fonctionnement et la sécurité de l'ensemble. Les essais sont de plusieurs types :

- essais fonctionnels : vérifications que le système testé satisfait au programme d'exploitation demandé ;
- essais de sécurité : vérifications que le système testé satisfait aux principes de sécurité ;
- essais d'intégration : essais ayant pour but de vérifier la cohérence de l'ensemble du poste EBP-PLP depuis le poste de travail EBP jusqu'aux éléments en campagne. Ils visent donc à vérifier la cohérence entre le paramétrage EBP, le paramétrage PLP et l'installation extérieure.

Pour la mise en service de l'installation de signalisation de Rivage, les essais de sécurité ont été réalisés suivant les prescriptions et documents repris dans la Notice 22 et ses annexes (essais relatifs à la partie installation EBP/PLP).

Les fiches pour ces essais ont été complétées conformément à la Notice 22 par le chef de secteur technique signalisation au cours des mois ou semaines précédant la mise en service. Elles ont été validées par la suite par l'ingénieur signalisation dans les jours précédant la mise en service

Le signal B249 est un grand signal d'arrêt non desservi, situé en zone non EBP, fonctionnant en technologie "Tout-Relais". La Notice 22 décrit les vérifications et les essais fonctionnels et essais de sécurité à réaliser pour la mise en service d'une installation à relais :

- sur les loges et/ou armoires en campagne
- sur les appareils qui leurs sont associés.

Dans le cadre des essais de sécurité des signaux, la procédure prévoit de contrôler l'aspect des signaux (grand signal d'arrêt desservi ou non desservi, signal avertisseur indépendant, petit signal d'arrêt).

Pour les signaux non desservis, on doit notamment vérifier les conditions d'ouverture, à savoir entre autres chaque dispositif de détection qui comporte la section couverte.

Dans le cadre du projet de modification de l'installation de Rivage, alors que cela était prévu dans la Notice 22, le programme d'essai n'a pas intégré d'essai d'un signal (à savoir le B249). L'indépendance entre l'ingénieur ayant établi la liste de l'ensemble des éléments à tester et le chef de secteur technique ayant validé le scope des tests n'a pas permis de limiter le risque d'une interprétation de la zone à tester ni de repérer l'absence du signal B249 dans la liste des éléments à tester.

Dans le passé, des cas de signalisation moins restrictive qu'attendu, contraire à la sécurité, sont survenus (à Izegem en 2007, à Ottignies en 2012 et à Kortrijk en 2015).

L'analyse de ces incidents montrent des problèmes similaires lors de travaux de modification de la signalisation.

Le gestionnaire d'infrastructure a entrepris un projet d'adaptation pour un renforcement de la Notice 22 : l'Organisme d'Enquête recommande que le gestionnaire d'infrastructure veille à intégrer dans cette adaptation les éléments identifiés au cours de l'enquête.



2

2. LES FAITS IMMÉDIATS

2.1. L'ÉVÉNEMENT

2.1.1. DESCRIPTION DE L'ÉVÉNEMENT

Le 06/09/2018, le train de marchandises Z36410 circule sur la ligne 43 (voie B) en direction de la gare de Rivage et s'immobilise à 6h42 au pied du grand signal d'arrêt desservi O-H.45 qui est fermé (aspect Rouge).

A ce moment, le train Z36410 occupe le dernier circuit de voie de la section entre le grand signal d'arrêt non desservi B249 et le grand signal d'arrêt desservi O-H.45.

A 6h08, le train de voyageurs E7675 a démarré de la gare de Rochefort-Jemelle et circule sur la ligne 43 depuis Marloie en direction de Liège.

Vers 6h45, il effectue un arrêt en gare de Hamoir puis reprend sa progression sur la voie B.

A 6h48, alors que le train de marchandises Z36410 est toujours à l'arrêt au pied du signal O-H.45, le train E7675 franchit le signal B249, qui présente un aspect Vert.

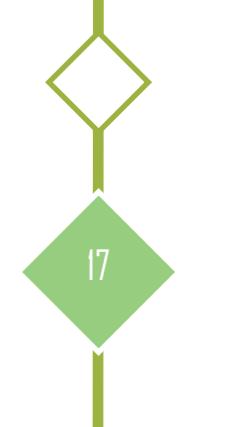
Il effectue ensuite un arrêt commercial au PANG de Comblain-la-Tour, avant de reprendre sa progression vers la gare de Rivage.

A la sortie du tunnel de Comblain-la-Tour, le conducteur aperçoit un reflet rouge et effectue un freinage maximum. Il s'immobilise à environ 100 mètres derrière la queue du train Z36410, toujours immobilisé au pied du signal O-H.45.

A 06h55, le conducteur du E7675 contacte le block 45 puis à 6h59 le Traffic Control pour expliquer qu'il a rencontré un signal vert alors que la section était occupée par le train de marchandises : cette situation est contraire à la sécurité.



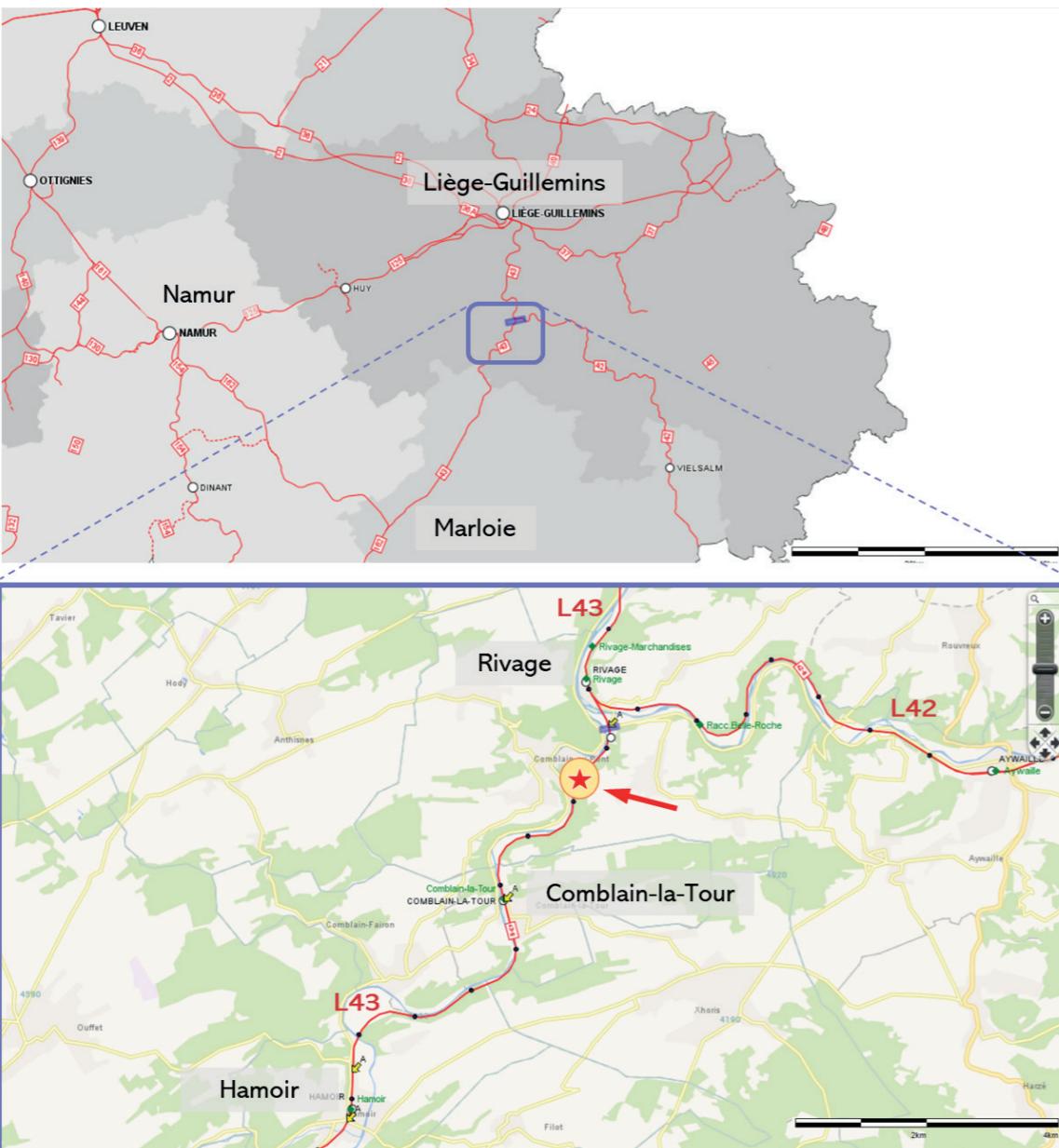
16



17

2.1.2. DESCRIPTION DU SITE

La ligne 43 relie Liège-Guillemins à Marloie. L'incident a eu lieu entre le point d'arrêt non gardé (PANG) de Comblain-la-Tour et la gare de Rivage.



2.1.3. LA DÉCISION D'OUVRIR UNE ENQUÊTE

L'événement ne répond pas à la définition d'accident grave selon la loi du 30 août 2013 portant le Code ferroviaire².

L'OE prend connaissance de l'événement au travers de la base de données des incidents.

La nature de l'événement est la suivante : présentation d'une signalisation moins restrictive qu'attendu. Cette situation présentait un risque de collision par rattrapage.

Etant donné les implications potentielles sur la sécurité ferroviaire, et conformément à l'article 111 (alinéa 2) de cette loi, l'Organisme d'Enquête (OE) a décidé d'ouvrir une enquête et en a informé les parties concernées.

2.1.4. COMPOSITION DE L'ÉQUIPE

Organisme d'appartenance	Rôle
Organisme d'Enquête	Enquêteur principal
Organisme d'Enquête	Enquêteurs
SSICF	Expertise technique et réglementaire, assistance documentaire
Lineas	Assistance documentaire, logistique, technique
Infrabel	Assistance documentaire, logistique, technique
SNCB	Assistance documentaire, logistique, technique

2.1.5. CONDUITE DE L'ENQUÊTE

L'enquête s'est orientée autour des vérifications de l'aspect des signaux rencontrés au cours des mouvements des deux trains, et ensuite vers les raisons de la présentation d'une signalisation moins restrictive qu'attendu, ainsi que sur le caractère unique ou non de l'incident. Finalement, les mesures prises par le gestionnaire d'infrastructure pour éviter la reproduction de ce type d'incident ont été étudiées.

L'enquête s'articule autour :

- de l'analyse de documents techniques et réglementaires ;
- des entretiens avec le personnel des entreprises ferroviaires et du gestionnaire d'infrastructure (personnel de terrain, managers, etc.).

² Art. 3 – 31° "Incident" : tout événement, autre qu'un accident ou un accident grave, lié à l'exploitation de trains et affectant la sécurité d'exploitation ; [...]

Art. 111. § 1er. L'organisme d'enquête :

1° effectue une enquête après chaque accident grave survenu sur le système ferroviaire;

2° en plus des accidents graves, peut effectuer des enquêtes sur les accidents et incidents qui, dans des circonstances légèrement différentes, auraient pu conduire à des accidents graves, y compris les défaillances techniques au niveau des sous-systèmes structurels ou des constituants d'interopérabilité du système ferroviaire à grande vitesse ou conventionnel. Le cas échéant, il tient compte des critères déterminés par le Roi ; [...]

2.2. LES CIRCONSTANCES DE L'ÉVÉNEMENT

2.2.1. ENTREPRISES ET PERSONNELS CONCERNÉS

2.2.1.1. ENTREPRISE FERROVIAIRE SNCB

L'entreprise ferroviaire SNCB est chargée de l'organisation et de l'exploitation des activités ferroviaires. Les missions de service public de la SNCB comprennent notamment le transport intérieur de voyageurs assuré par les trains du service ordinaire ainsi que les dessertes intérieures par trains à grande vitesse.

En septembre 2018, la SNCB est composée de 5 directions : Technics, Transport, Stations, Finance et Marketing & Sales³.

La direction Transport est 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.

2.2.1.2. ENTREPRISE FERROVIAIRE LINEAS

Lineas est un opérateur privé de transport de fret ferroviaire offrant des solutions logistiques dans toute l'Europe. Le siège social est installé à Bruxelles et la société est également basée en France, Italie, Pays-Bas et Allemagne et coordonne les opérations dans toute l'Europe. Le groupe possède une flotte de plus de 200 locomotives et 7000 wagons.

2.2.1.3. GESTIONNAIRE D'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.

Les départements plus directement concernés par cet incident sont :

- la direction Traffic Management & Services (I-TMS) a pour responsabilités : d'assurer chaque jour une circulation fluide des trains sur le réseau ferroviaire belge depuis les cabines de signalisation et le centre national de coordination du trafic, le Railway Operations Center ; de distribuer et allouer la capacité ferroviaire aux opérateurs ferroviaires ; d'entretenir des contacts étroits avec les clients d'Infrabel (opérateurs ferroviaires, entreprises bénéficiant d'un raccordement au réseau et clients industriels souhaitant transporter leurs propres marchandises par chemin de fer) ; de veiller sur la sécurité et la ponctualité du trafic ferroviaire via l'amélioration continue du système de gestion de la sécurité et de la ponctualité ;
- la direction Asset Management (I-AM) a pour responsabilités : d'entretenir et renouveler les différentes composantes de l'infrastructure ferroviaire : voies, ouvrages d'art, signalisation, caténaire, etc. ; de fabriquer et réparer le matériel et l'outillage ferroviaire, p. ex. des aiguillages ou autres appareils de voie et trains de travaux ; d'intervenir rapidement en cas de dérangements à l'infrastructure ferroviaire ;
- le service Information & Communication Technology a pour responsabilités : de développer des solutions informatiques pour toute l'entreprise, de fournir des solutions de télé-communication à toute l'entreprise.

2.2.1.4. BUREAU D'INGÉNIERIE TUC RAIL

TUC RAIL est un bureau d'ingénierie et de Project Management belge spécialisé en technologie ferroviaire. En Belgique, où TUC RAIL est le seul bureau de ce type, elle travaille principalement pour la Direction Build d'Infrabel : elle assure le Project Management des grands projets d'infrastructure, réalise les études de faisabilité et les plans techniques et suit l'exécution des travaux.

2.2.2. COMPOSITION DES TRAINS

2.2.2.1. TRAIN Z36410

Le train Z36410 est un train de marchandise de l'entreprise Lineas constitué de 2 locomotives T77 et 14 wagons (longueur totale : 226 mètres) effectuant le trajet entre la gare de Virton voyageurs et Visé CBR.

2.2.2.2. TRAIN E7675

Le train E7675 est un train de voyageurs de l'entreprise SNCB constitué d'une rame automotrice AM08 "Desiro" (AM08535) effectuant le trajet entre les gares de Jemelle et Liège-Saint-Lambert.

Une rame automotrice de type Desiro se compose de trois voitures : 2 voitures de traction aux extrémités comportant chacune un poste de conduite, encadrant une voiture d'intercirculation non motorisée (cfr figure). Les automotrices AM08 sont équipées des systèmes MEMOR et TBL1+ d'aide à la conduite ainsi que du système de signalisation de cabine ETCS.



Illustration : une rame automotrice AM08

³ Depuis le 1er janvier 2019, la SNCB est composée de 6 directions : Transport Operations, Passenger Transport & Security, Stations, Technics, Marketing & Sales, Finance.

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

2.2.3.1. POSTE DE SIGNALISATION

Le poste de signalisation de Liège TGV (block 45) gère la zone où s'est déroulé l'incident. L'installation est équipée de la technologie EBP⁴ en liaison avec un enclenchement à logique programmée⁵ (PLP).

Le poste de signalisation a pour fonction de réguler le trafic ferroviaire au niveau régional. Concrètement, son rôle consiste à tracer en toute sécurité les itinéraires adaptés en plaçant les aiguillages dans la bonne position et en commandant les signaux de telle sorte que les trains soient guidés vers la voie prévue.

Le poste de signalisation peut être vu comme l'assemblage de deux parties :

- une partie commande (EBP)
- une partie enclenchement (PLP).

Partie commande :

Le poste de commande assure l'interaction avec l'utilisateur et il est destiné à assurer l'interface homme-machine du poste de signalisation.

Dans ce domaine les facettes suivantes sont importantes :

- le tracé des itinéraires et l'ouverture des signaux ;
- l'affichage graphique de la situation des dispositifs surveillés par le poste de signalisation ;
- la commande individuelle des aiguillages ;
- les commandes de secours permettant de "ponter" les conditions de sécurité ;
- les couvertures qui permettent de rendre non parcourable une partie concernée ;
- les couvertures des cas d'alimentation de la caténaire ;
- le suivi des numéros de trains en fonction des mouvements dans le poste et entre les postes ;
- les données relatives aux mouvements de trains destinées à d'autres systèmes (dispatching, annonceurs de quai, etc...) ;
- l'enregistrement des circulations de trains et des commandes.

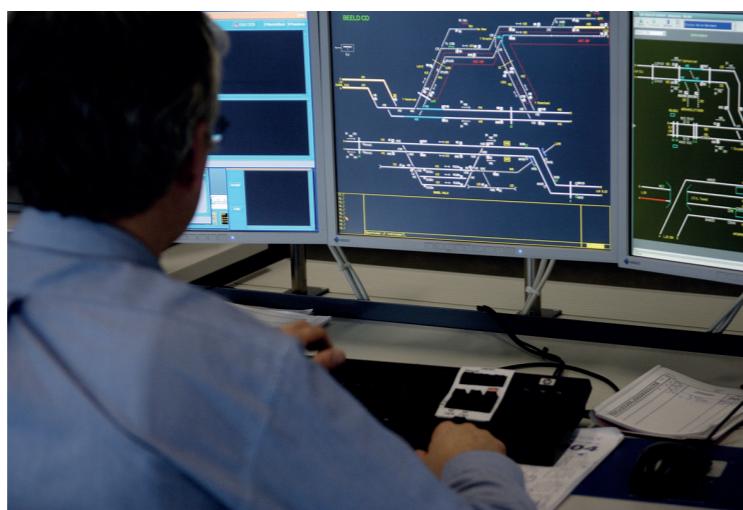


Illustration : partie commande d'un poste EBP

Partie enclenchement :

Pour qu'un mouvement soit autorisé, diverses conditions doivent être remplies (par ex: la position des appareils de voie, le sens de circulation, l'aspect des signaux).

Certaines conditions doivent rester satisfaites durant l'exécution du mouvement. Ainsi les appareils de voie restent enclenchés jusqu'à sa terminaison.

L'objet essentiel de la partie du poste de signalisation dénommée "enclenchement" est la matérialisation de ces diverses conditions.

Les enclenchements de type PLP sont des enclenchements électroniques/informatiques⁶ où :

- les règles de sécurité sont programmées, et
- les incompatibilités de manœuvre sont reprises via des flags d'état (variables dans des programmes informatiques).

Fonctionnement général d'une installation EBP/PLP

Une installation EBP fonctionne grâce à un logiciel générique EBP, auquel est appliqué un fichier de configuration reprenant les spécificités des installations contrôlées par le poste de signalisation.

Le tracé des itinéraires et la commande à l'ouverture des signaux sont réalisés par le traitement des lignes de mouvement gérées au moyen d'un ordinateur.

Les routes peuvent être tracées et les signaux commandés à l'ouverture (automatiquement ou manuellement).

Toutes les modifications apportées aux lignes de mouvement par l'utilisateur (par ex. édition, commande de signal, etc.) ou par le mouvement lui-même (par ex. fermeture automatique des signaux, libération des routes, etc.) sont enregistrées dans le *Logbook* ou livre de bord.

Toute incompatibilité de manœuvre entre différents organes de commande d'appareils de voie ou de signaux est matérialisée et contrôlée par l'enclenchement PLP, avec comme finalité de n'autoriser le passage d'un mouvement que lorsque toutes les conditions de sécurité nécessaires à celui-ci sont réunies.

Ces conditions, découlent des principes généraux de signalisation et dépendent des qualités et principes de fonctionnement propres des équipements.

L'enclenchement assure ainsi un itinéraire sécurisé et évite tout risque de conflit entre les trajets des trains.

Ces principes généraux sont déclinés en fonction des particularités locales de chaque installation.

Une fois l'itinéraire tracé et les signaux commandés à l'ouverture, le train parcourt le tracé. Au fur et à mesure de l'avancement du mouvement et de la libération des routes, les points de trajet impliqués dans l'itinéraire sont supprimés de la ligne de mouvement.

4 EBP = Elektronische Bediende Post = poste de commande électronique

5 Les installations de Trois-Ponts, Stoumont et Aywaille de la ligne 42 et Melreux et Bomal de la ligne 43 restent en technologie tout-relais.

6 A côté des enclenchements de type PLP, existent les installations (plus anciennes) de type "Tout-Relais". Dans ces installations, la logique d'enclenchement est réalisée dans une salle à relais, où un grand nombre de circuits à relais assurent un fonctionnement sécuritaire de l'enclenchement entre les différents éléments en campagne.

2.2.3.2. GESTION DE LA CIRCULATION DE TRAINS PAR SECTION

Le réseau ferroviaire dans son ensemble est divisé en sections ou en zones où un seul train peut circuler à la fois⁷.

Une section est une partie de voie comprise entre deux signaux d'arrêt successifs.

Dès qu'un train se met en mouvement, sa présence délimite une zone, en entraînant le passage des signaux de la section sur laquelle il se trouve au rouge pour les autres trains. Par conséquent, aucun autre train ne peut pénétrer dans cette section.

Ainsi, ce système permet d'empêcher à deux trains circulant dans la même direction et sur la même voie de se rattraper et de se percuter⁸.

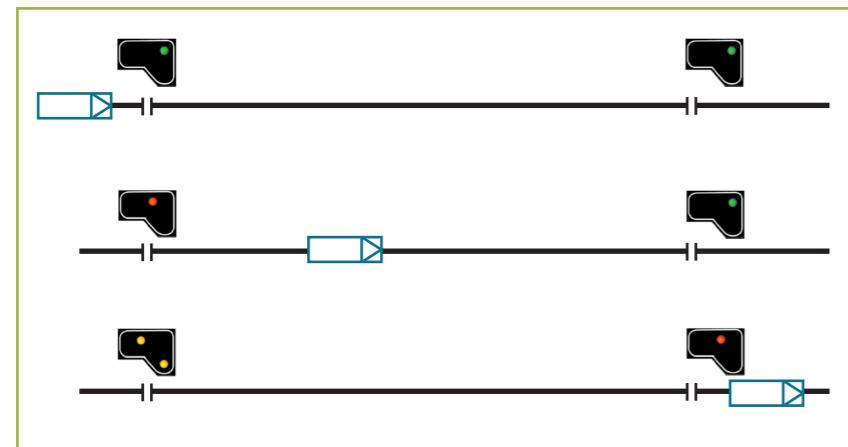


Illustration de l'évolution d'un train et du changement d'état des signaux

NB : Un dérangement ou une panne sur un signal engendre le passage automatique vers le rouge, même en l'absence de train à proximité.

2.2.3.3. SIGNALS PROTÉGÉANT LA SECTION ET DÉTECTION D'UN TRAIN DANS LA SECTION

Aux abords des gares ou autour des aiguillages, les signaux sont toujours pilotés par les postes de signalisation : ce sont des signaux desservis.

Dans les parties de lignes où il n'y a pas de gares ni d'aiguillages, les signaux sont non desservis et ont un fonctionnement automatique : ils ne sont pas commandés par un opérateur d'un poste de signalisation mais par le système de détection des trains dans la section.

La détection d'un train dans une section est assurée par le circuit de voie (CV) qui utilise un circuit électrique empruntant les rails de la voie :

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

Une section peut comporter plusieurs CV : si au moins un CV de la section est occupé, le signal protégeant l'accès à la section passe automatiquement au rouge.

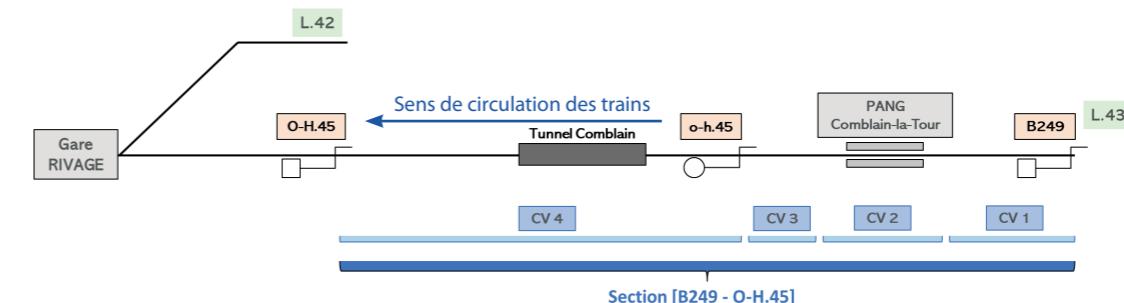
⁷ Dans certaines situations et conditions, une section peut être occupée par plusieurs trains – ce cas n'est pas l'objet de la présente enquête.

⁸ Pour éviter que deux trains circulant en sens inverse ne se retrouvent sur la même voie, l'un des deux sens de circulation est bloqué. Les signaux passent tous au rouge dans ce sens de la circulation

2.2.3.4. LIGNE 43 ENTRE BOMAL ET RIVAGE : SECTION ENTRE B249 ET O-H.45

Détection "voie libre"

La détection de voie libre de cette section est constituée de 4 circuits de voie⁹, comme présenté dans la figure suivante :



- CV1 (CVJE (B249)) : entre le signal B249 et le CV court du PN26 (longueur = 627m) ;
- CV2 (CVTH (B242)) : entre le CV court du PN26 et la zone d'annonce du PN26 (longueur = 1336m) ;
- CV3 (CVTH (B234)) : entre la zone d'annonce du PN26 et le signal o-h.45 (longueur = 1143m) ;
- CV4 (CVJE (B218)) : entre le signal o-h.45 et le signal O-H.45 (longueur = 937m).

L'information de l'occupation de ce circuit de voie est reprise sur l'écran EBP.

Ces quatre circuits de voie constituent le système de détection de l'occupation de la voie pour la section entre B249 et O-H.45.

Si au minimum un des CV de la section est occupé, la section complète est considérée comme occupée, et le signal d'accès de la section doit afficher un aspect Rouge (fermé).

Signal B249

Le signal B249 est le grand signal d'arrêt non desservi (fonctionnement automatique) donnant accès à la section. Il peut présenter les aspects Rouge ou Vert uniquement.

Signal avertisseur indépendant o-h.45

Situé dans la section entre les grands signaux d'arrêts B249 et O-H.45, le signal o-h.45 est l'avertisseur indépendant du grand signal d'arrêt O-H.45.

Le signal avertisseur o-h.45 peut présenter les aspects :

- Vert-Jaune Horizontal (VJH) : le signal suivant (O-H.45) autorise le passage avec une indication de vitesse réduite)
- Double-Jaune (DJ) : le signal suivant (O-H.45) est à l'arrêt.

En tant qu'avertisseur indépendant, ce signal ne peut pas présenter l'aspect Rouge : il ne protège pas l'accès à la section. Cette fonction est bien réalisée par le grand signal d'arrêt non desservi B249.

Signal O-H.45

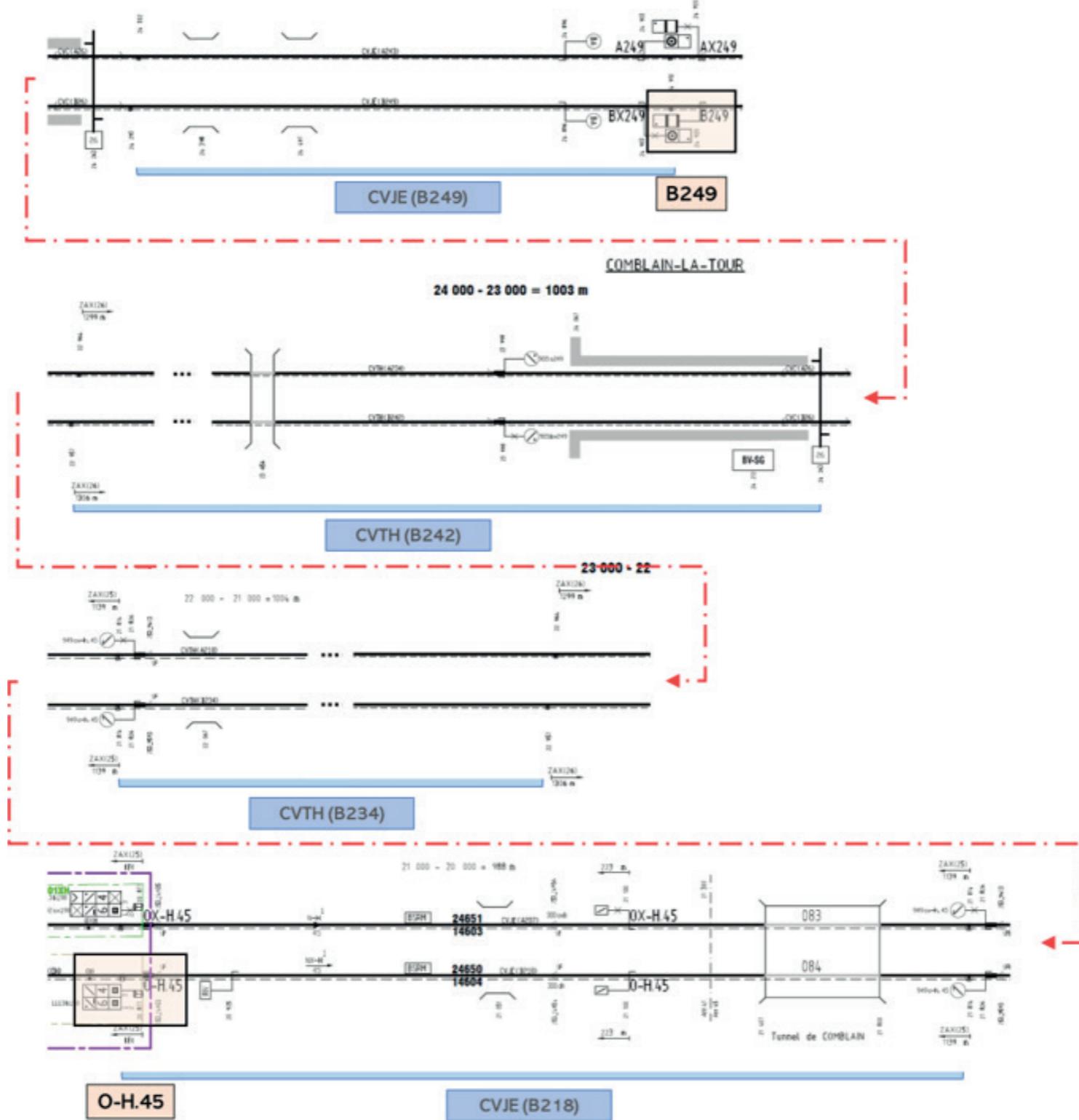
Le signal O-H.45 est un grand signal d'arrêt desservi situé à l'entrée de la gare de Rivage.

Gare de Rivage

A la gare de Rivage se rejoignent les lignes :

- 42 (Rivage – Trois Vierges, Luxembourg), et
- 43 (Angleur – Marloie).

Les plans 1002 reprennent en détails la signalisation et les circuits de voie pour la voie B de la ligne 43 entre les signaux B249 et O-H.45 (voir figure suivante).



2.2.4. MOYEN DE COMMUNICATIONS

Le train E7675 est équipé du système GSM-R (GSM for Railways), un standard international pour le réseau radio numérique paneuropéen de communication destiné au secteur ferroviaire. Il supporte les services de voix et de données et travaille dans des bandes de fréquences allouées par la Communauté Européenne identiques en Europe. Il permet d'établir une communication directe entre la cabine de conduite des trains et le Traffic Control et les postes de signalisation (numéro direct,...), d'effectuer des appels par groupe, de gérer la priorité des appels. Le conducteur dispose également d'un téléphone de service.

Le GSM-R a été utilisé pour les différentes communications durant la matinée du 06/09/2018. Ces conversations sont enregistrées.

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

Le 06/09/2018, il n'y avait pas de travaux à proximité directe de la zone de l'incident.

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

A 6h55, le conducteur E7675 avise par téléphone le block 45 (surveillant des lignes 42, 43 et 125) d'une anomalie dans la succession des signaux rencontrés. Cette information est ensuite également transmise par le conducteur au Traffic Control (6h59).

Aucune alarme GSM-R n'a été lancée par le conducteur E7675. Aucune alarme n'a été lancée par le block 45 ou le Traffic Control.

Aucun plan d'urgence ferroviaire n'a été initié.

A 6h59, le block 45 informe le RACOR (Regional Asset Control and Operations Room) pour demander le rappel d'un technicien (électro).

A 7h14, un dispositif d'attention en EBP (Tableau 4) est placé par le block 45 sur le tronçon entre les gares de Bomal et Rivage avec pour motif "SCr : espace train". Ce dispositif évite la mise au passage prématurée des signaux desservis donnant accès au tronçon concerné.

Il ne peut être levé que par le surveillant (Safety Controller) afin de permettre l'engagement d'un train dans le tronçon après réponse à une question générée par le système EBP.

Cette mesure vise à limiter les circulations à un seul train dans le tronçon concerné, et limiter le risque de rattrapage.

Cette mesure de protection a été confirmée vers 9h40 par le Manager Infrastructure Area SE.

2.3. PERTES HUMAINES, BLESSÉS ET DOMMAGES MATERIELS

L'incident n'a engendré aucune victime ni aucun dégât à l'infrastructure ou au matériel roulant.

2.4. CIRCONSTANCES EXTERNES

2.4.1. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Au moment de l'incident, il fait une température d'environ 10°C et le ciel est nuageux mais sans pluie. La visibilité est bonne (plus de 200 mètres).

2.4.2. RÉFÉRENCES GÉOGRAPHIQUES



3. COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS ET ENQUÊTES

L'incident survenu à Comblain-la-Tour le 06/09/2018 consiste en la présentation d'une signalisation moins restrictive qu'attendu contraire à la sécurité par le signal automatique B249.

Durant cette enquête, deux analyses ont été effectuées :

- l'analyse des aspects techniques des événements survenus le 06/09/2018, afin de confirmer la cause de la présentation de l'aspect moins restrictif qu'attendu du signal B249 (présenté au chapitre 3.1) ;
- l'analyse opérationnelle et organisationnelle des causes et facteurs ayant permis à ce dysfonctionnement d'apparaître (rapportée dans les chapitres 3.2 et suivants¹⁰).

Outre les documents techniques, l'enquête de l'OE est également basée sur les informations recueillies au cours de rencontres et d'interviews de différents membres du personnel (personnel technique et membres du cadre hiérarchique au sein des entités impliquées) : le but n'est pas de fournir une retranscription de ces conversations, mais d'en utiliser les constats de fond pour l'analyse de l'incident de Comblain-la-Tour du 06/09/2018.

3.1. ANALYSE DES ASPECTS TECHNIQUES DES ÉVÉNEMENTS SURVENUS LE 06/09/2018

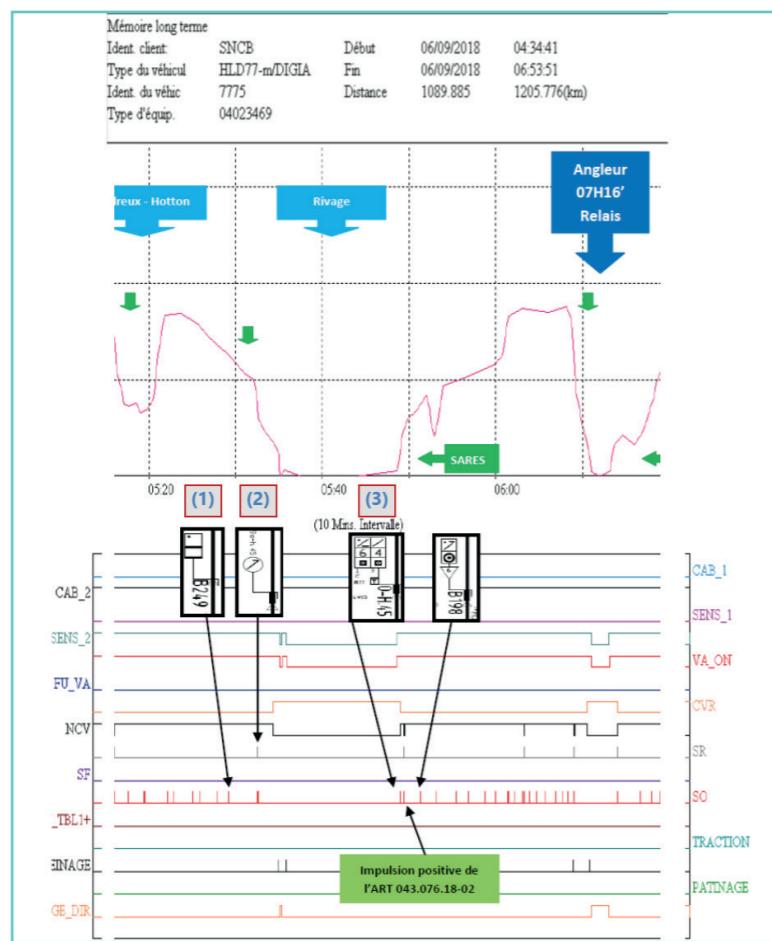
3.1.1. PARCOURS DES TRAINS Z36410 ET E7675 LE 06/09/2018 : ENREGISTREURS DE DONNÉES TRAIN & PLANS SCHÉMATIQUES DE SIGNALISATION

Les études des bandes d'enregistrement des trains Z36410 et E7675 ont été effectuées. Le présent rapport reprend essentiellement l'étude de la partie du trajet entre les signaux B249 et O-H.45.

3.1.1.1. PARCOURS DU TRAIN Z36410

L'analyse de l'enregistreur de données pour le train Z36410 est représentée à la figure suivante¹¹.

- Le train Z36410 franchit le signal B249 à environ 6h35. Le signal B249 présente à ce moment l'aspect Vert (signal ouvert) (1).
- Vers 6h37, il passe le signal avertisseur o-h.45 qui présente un aspect restrictif associé à l'activation du mode CVR (contrôle de vitesse réduite). On peut donc déduire que le signal présente l'aspect Double-Jaune (2).
- La vitesse du train diminue alors après le passage de ce signal, et le train s'immobilise en amont du signal O-H.45. Cette immobilisation dure environ 13 minutes.
- A 6h55, le train Z36410 redémarre pour franchir le signal O-H.45 présentant l'aspect Vert (signal ouvert) (3).

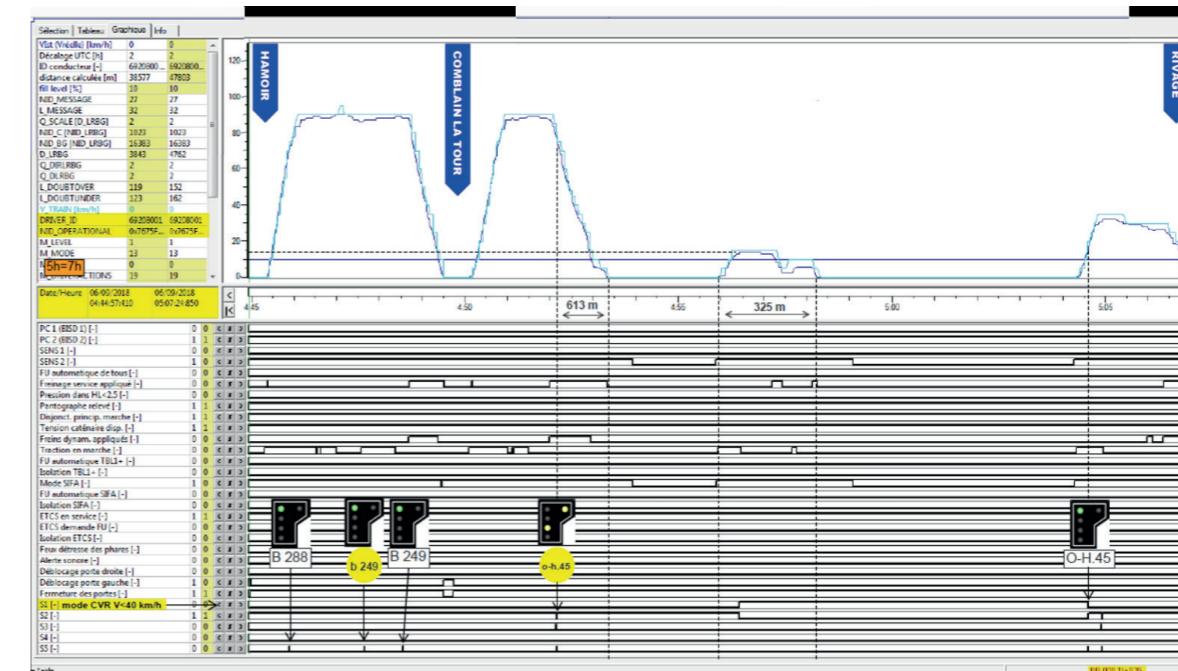


¹¹ L'heure de la bande d'enregistrement de vitesse n'est pas synchronisée. Pour obtenir le temps synchronisé, il faut ajouter 66 minutes

3.1.1.2. PARCOURS DU TRAIN E7675

L'analyse de l'enregistreur de données pour le train E7675 est représentée à la figure suivante¹².

- A 6h48, le train E7675 franchit le signal B249 qui présente l'aspect ouvert. Le conducteur entame un freinage de service jusqu'à l'immobilisation du train pour un arrêt commercial au PANG de Comblain-la-Tour (entre 6h49'30" et 6h50).
- Quelques secondes après 6h50, il redémarre et accélère jusqu'à une vitesse un peu inférieure à 90km/h.
- A 6h52, il entame un freinage de service en amont du signal o-h.45. Il passe le signal avertisseur o-h.45 qui présente un aspect restrictif associé à l'activation du mode CVR.
- On peut donc déduire que le signal présente l'aspect Double-Jaune. Suivant le PSS, le train pénètre à cet endroit dans le tunnel de Comblain-la-Tour, où le freinage de service est maintenu par le conducteur et la vitesse diminue progressivement.
- A la sortie du tunnel de Comblain-la-Tour, le conducteur entame un freinage maximum et le maintient jusqu'à immobilisation complète du train.
- A 6h56, le train reprend sa marche à une vitesse faible pour s'immobiliser au pied du signal O-H.45 pendant environ 7 minutes.
- A environ 7h04, le train redémarre et franchit le signal O-H.45 qui présente l'aspect Vert (signal ouvert).



Constatation : L'analyse de la bande d'enregistrement de vitesse montre que le signal B249 affichait un aspect ouvert lorsque le conducteur du train E7675 l'a franchi.

¹² L'heure de la bande d'enregistrement de vitesse n'est pas synchronisée avec l'heure des enregistrements EBP. Par ailleurs, l'horloge de l'enregistreur du train est réglée sur GMT (soit avec un décalage de 2 heures).

3.1.2. FONCTIONNEMENT DE LA SIGNALISATION : IMAGES EBP ET ASPECTS DES SIGNAUX POUR LE PARCOURS DES TRAINS Z36410 ET E7675 LE 06/09/2018

3.1.2.1. FONCTIONNEMENT DE LA SIGNALISATION DANS LA SECTION B249 - O-H.45

Comme mentionné dans le chapitre 2, sur la ligne 43, entre les gares de Bomal et Rivage, se trouve la section délimitée par le grand signal d'arrêt B249 et le grand signal d'arrêt O-H.45 situé à l'entrée de la gare de Rivage. La longueur totale de cette section est de 4,043km.

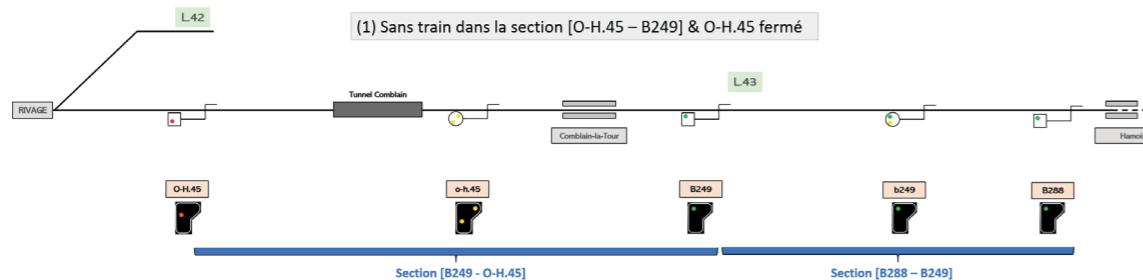
Au sein de cette section, entre les grands signaux d'arrêts B249 et O-H.45, se trouve le signal o-h.45, avertisseur indépendant du grand signal d'arrêt O-H.45.

A l'exception du signal O-H.45 (grand signal d'arrêt desservi), la signalisation dans cette partie de la ligne 43 est automatique, c'est-à-dire que les signaux sont commandés automatiquement par le système de détection des trains dans la section, comme expliqué ci-dessous.

Situation 1 : sans train dans la section [O-H.45 – B249], avec O-H.45 fermé

La figure suivante montre l'état de la signalisation lorsque le signal O-H.45 pour l'entrée de la gare de Rivage est fermé, mais qu'aucun train n'occupe la section [O-H.45 – B249] :

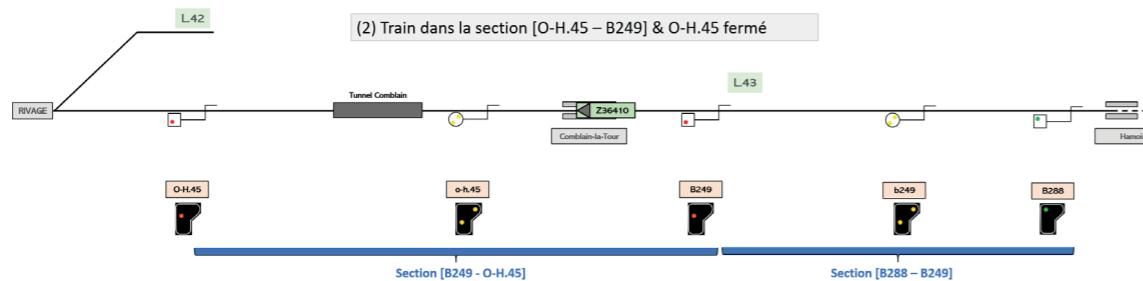
- l'avertisseur indépendant o-h.45 affiche le Double-Jaune
- le signal B249 est ouvert
- les signaux en amont (b249 et B288) sont ouverts.



Situation 2 : train dans la section [O-H.45 – B249], avec O-H.45 fermé

La figure suivante montre l'état de la signalisation lorsque le signal O-H.45 pour l'entrée de la gare de Rivage est fermé, et qu'un train occupe la section [O-H.45 – B249] (exemple ici, au PANG de Comblain-la-Tour) :

- l'avertisseur indépendant o-h.45 affiche le Double-Jaune
- le signal B249 est fermé (occupation de la section)
- l'avertisseur indépendant b249 en amont du signal B249 affiche le Double-Jaune
- le signal B288 est ouvert.



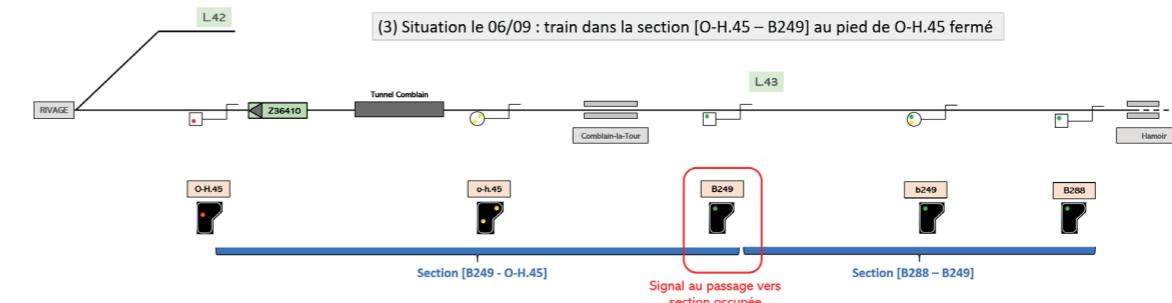
Situation le 06/09 : train sur le CV 4 de la section [O-H.45 – B249], avec O-H.45 fermé

La figure suivante montre l'état de la signalisation le 06/09/2018 avec le signal O-H.45 fermé, et le train de marchandise Z36410 immobilisé au pied du signal O-H.45 (fermé des suites d'un mouvement croissant - train E5555 sortant de la gare de Rivage).

Comme dans la "Situation 2" ci-avant, le train Z36410 se trouve dans la section [O-H.45 – B249], en occupant le CV4, soit le dernier des 4 circuits de voie couvrant la section [O-H.45 – B249].

Dans la situation rencontrée le 06/09/2018 :

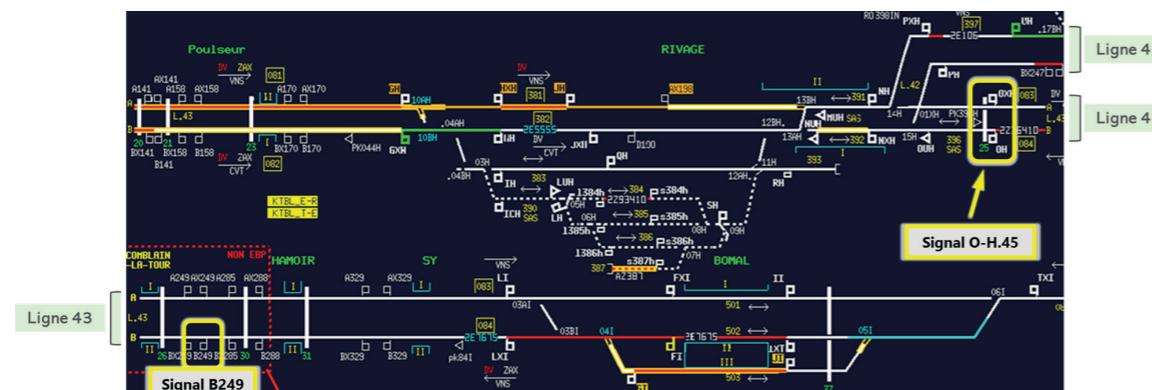
- l'avertisseur indépendant o-h.45 affichait le Double-Jaune,
- le signal B249 était ouvert au passage (vert)¹³,
- les signaux en amont (b249 et B288) sont également ouverts.



Constatation : Dans la situation du 06/09/2018, le signal automatique B249 donnant accès à la section entre B249 et O-H.45 affichait un aspect vert alors qu'un train occupait le dernier circuit de voie (CV4) de la section.

3.1.2.2. IMAGE EBP DE LA ZONE

L'image EBP de la zone de la gare de Rivage est reprise sur la figure suivante. Sur cette image sont reprises notamment la gare de Rivage, ainsi que la ligne 43 entre Rivage et Bomal et les premières sections de la ligne 42.



Cette zone est NON-EBP : aucune action sur la signalisation n'est réalisable depuis un poste EBP pour cette partie de tronçon, qui fonctionne de manière automatique. Les informations des aspects des signaux et de l'occupation des circuits de voie ne sont donc pas répercutées sur l'image EBP.
Le signal d'arrêt B249 est représenté sur l'image mais aucune action n'est réalisable depuis le poste EBP. Le signal avertisseur indépendant o-h.45 n'est pas représenté sur l'image EBP.
L'information d'occupation du dernier CV en amont du signal O-H.45 est répercutée sur l'image EBP.

Etant donné les caractéristiques de cette zone NON-EBP où il n'y a pas de contrôle ou d'enregistrement de l'aspect des signaux, l'analyse est basée sur :

- les enregistrements des données trains,
- l'étude des schémas techniques,
- les discussions avec les ingénieurs.

3.1.2.3. RECONSTITUTION DE LA PROGRESSION DES TRAINS, BASÉE SUR LES DIFFÉRENTES SOURCES

Le jour de l'incident, le train Z36410 effectue son trajet depuis la gare de Virton Voyageurs, où il débute son trajet à 4h05, en direction de Visé-CBR.

Le train de voyageurs E7675 démarre de la gare de Rochefort-Jemelle à 6h08 et débute son trajet en direction de la gare de Liège-Saint-Lambert.

Vers 6h30, le train Z36410 dépasse la gare de Hamoir (ligne 43) et se trouve à ce moment-là en aval du train E7675 sur la voie B.

Les phases suivantes décrivent l'état de la signalisation lors des mouvements des deux trains sur la section entre les signaux B249 et O-H.45.

Phase 1 :

Heure	O-H.45	o-h.45	B249
6h35	CV section aval O-H.45	CV 4 (CVJE (B218))	CV 3 (CVTH (B234))
6h38	Z36410	Z36410	Z36410
6h42	Z36410		

A 06h35, le train Z36410 franchit le signal B249 (situé entre la gare de Hamoir et le PANG de Comblain-la-Tour), qui est ouvert (aspect Vert). L'occupation de la section en aval du B249 engendre la fermeture du signal (aspect Rouge) par l'occupation du circuit de voie CV1.

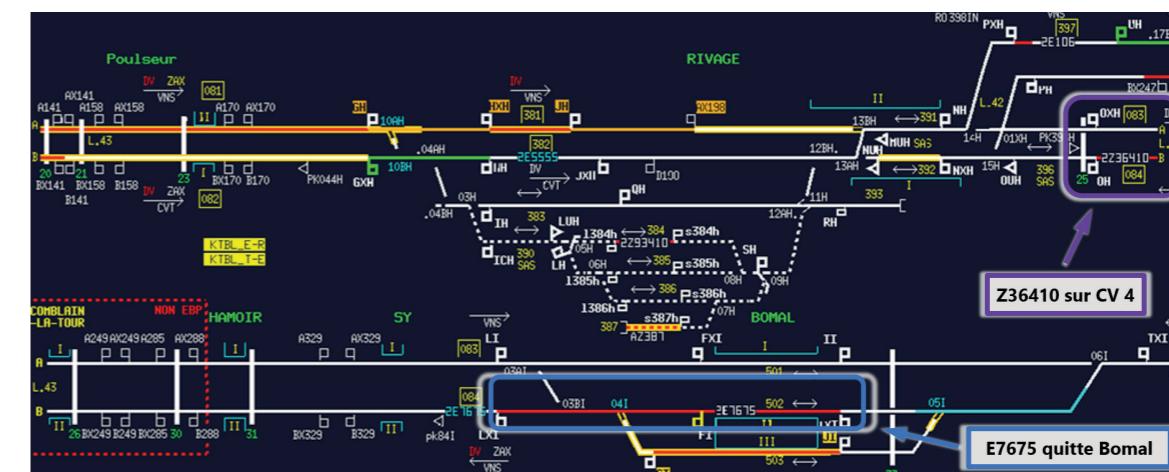
Le train Z36410 continue sa progression dans la section et occupe successivement les circuits de voie CV2 puis CV3. Le signal B249 est toujours fermé (aspect Rouge).

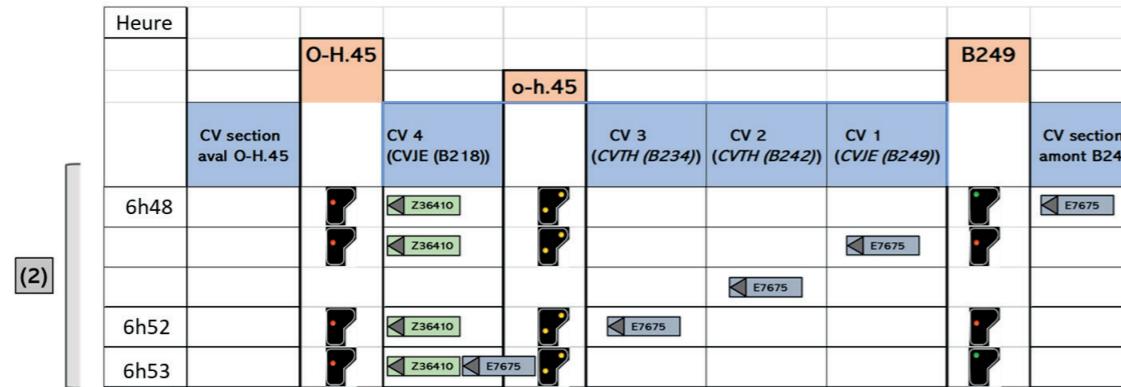
A 6h38, le train Z36410 dépasse le signal avertisseur o-h.45 qui présente l'aspect Double-Jaune, ce qui signifie que le signal suivant O-H.45 présente un aspect fermé. Le conducteur du Z36410 effectue un freinage pour s'immobiliser à 6h42 au pied du signal O-H.45 qui est fermé (aspect Rouge).

A ce moment, le train Z36410 occupe uniquement le dernier circuit de voie (CV4) de la section entre le signal O-H.45 et B249.

Le signal B249 passe à l'aspect Vert (ouvert) autorisant le passage, bien que la section soit occupée par un train.

L'image EBP correspondant à la situation à la fin de cette phase se trouve ci-dessous.

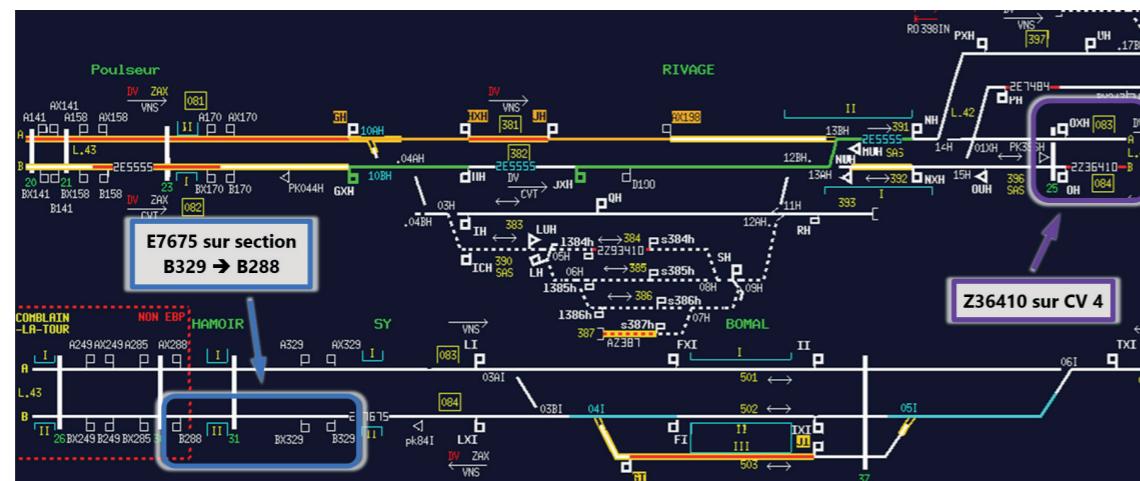


Phase 2 :

Vers 06h38, le E7675 a quitté Bomal, et vers 6h42, il entre au complet dans la section entre les grands signaux d'arrêt B329 et B288 (voir image EBP suivante).

Cette section faisant partie de la zone NON-EBP, le train "disparaît" de la vue EBP.
Cela signifie que sur base de la vue EBP à ce moment, le desservant du poste peut déterminer que :

- le Z36410 se trouve directement en amont du signal O-H.45
- le E7675 se trouve quelque part entre le train Z36410 et le signal B329, mais sans plus de précision.

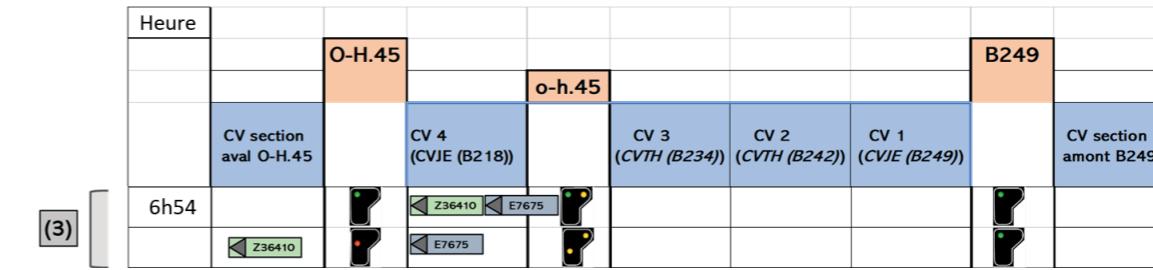


La suite du parcours du train E7675 ne peut donc pas être déterminée sur base des images EBP, mais est issue de l'analyse des enregistrements de données du train.

Suivant la bande d'enregistrement du train, à 6h48, le E7675 franchit le signal B249 ouvert. L'occupation de la section (CV1) en aval du B249 engendre la fermeture du signal. Le train E7675 continue sa progression dans la section et effectue un arrêt commercial au PANG de Comblain-la-Tour. Il occupe alors le CV2.

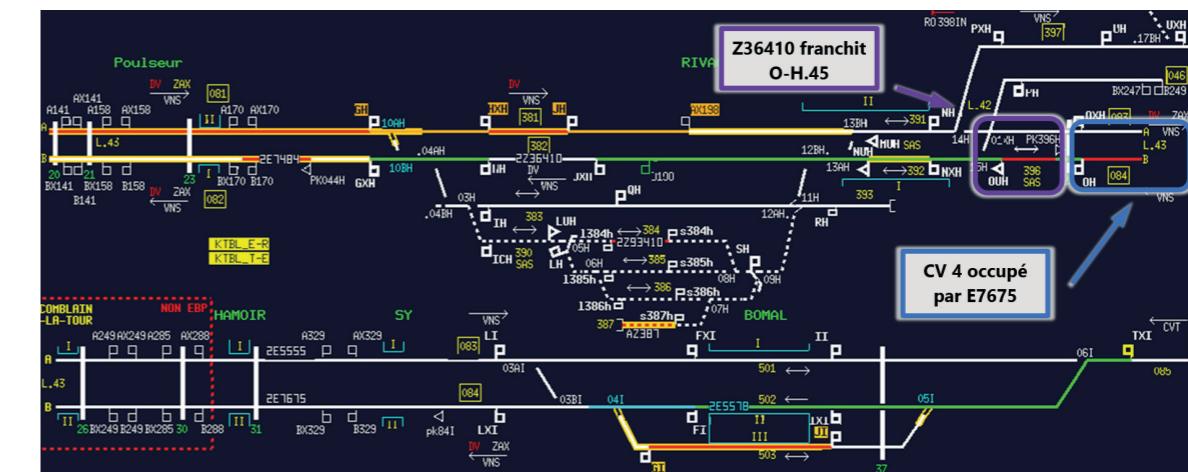
Il redémarre et reprend sa progression vers la gare de Rivage. Il franchit le signal avertisseur o-h.45 qui présente l'aspect Double-Jaune. Il se trouve à ce moment sur le CV4. Le conducteur entame un freinage, conformément à la procédure liée à l'aspect restrictif du signal.

A ce moment, les deux trains occupent ensemble le CV4. Toutefois, le signal B249 présente l'aspect Vert autorisant le passage sans restriction des trains, alors que la section est occupée.

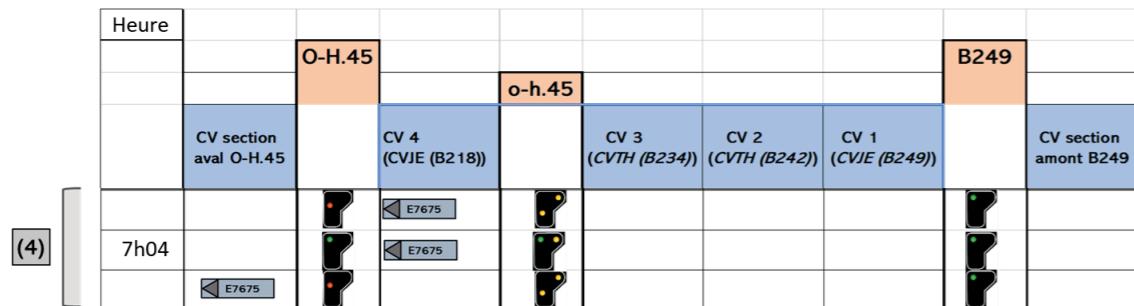
Phase 3 :

Le signal O-H.45 est ouvert à 6h54 pour faire circuler le train Z36410. Après passage du train Z36410, le signal O-H.45 repasse au rouge (section en aval du signal occupée).

L'image EBP à ce moment est reprise sur la figure suivante.

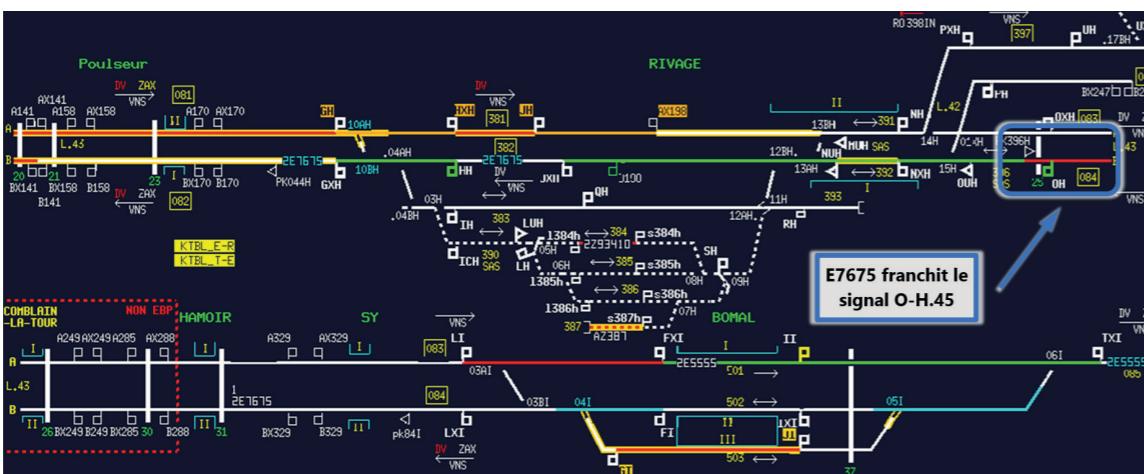


Phase 4 :



A 7h04, le signal O-H.45 est ouvert pour faire circuler le train E7675.
Après passage du E7675, le signal O-H.45 repasse au rouge (section en aval du signal occupée).

L'image EBP à ce moment est la suivante.



Constatation : L'information d'occupation du CV4 était correctement reprise sur l'écran EBP, mais elle n'était pas reprise correctement pour l'affichage de l'aspect du signal B249.

Le problème n'était pas visible sur l'écran EBP.

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

A 6h55, le conducteur E7675 avise par téléphone le block 45 (surveillant des lignes 42, 43 et 125) d'une anomalie dans la succession des signaux rencontrés. Cette information est ensuite également transmise par le conducteur au Traffic Control. Aucune alarme GSM-R n'a été lancée par le conducteur E7675. Aucune alarme n'a été lancée par le block 45 ou le Traffic Control.

A 6h59, le block 45 informe le RACOR (Regional Asset Control and Operations Room) pour demander le rappel d'un technicien (électro) pour la vérification de la signalisation.

Le constat est qu'un circuit de voie est manquant dans la détection d'occupation de la voie pour la section entre les signaux B249 et O-H.45. Le problème a été corrigé et les informations issues du dernier circuit de voie de la section ont été intégrées dans les conditions régissant l'aspect du signal B249.

A 7h14, un dispositif d'attention en EBP (Tableau 4) est placé par le block 45 sur le tronçon entre les gares de Bomal et Rivage avec pour motif "SCr : espacement train".

Ce dispositif évite la mise au passage prématuée des signaux desservis donnant accès au tronçon concerné. Il ne peut être levé que par le surveillant (Safety Controller) afin de permettre l'engagement d'un train dans le tronçon après réponse à une question générée par le système EBP.

Cette mesure vise à limiter les circulations à un seul train dans le tronçon concerné, et limiter le risque de rattrapage.

Cette mesure de protection a été confirmée vers 9h40 par le Manager Infrastructure Area SE.

Entre l'émission de l'annonce et la prise de mesures concrètes, 20 minutes se sont écoulées. Cependant, le trafic est très limité sur ce tronçon dans les heures qui suivent le passage de l'E7675 (soit un train par heure et par sens de circulation, avec quelques trains de marchandise (2 ou 3) qui viennent s'intercaler dans les circulations sur la journée).

Infrabel estime que le risque d'une réitération de l'incident était quasi nul pour ce jour suite aux mesures prises.

3.1.4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE TECHNIQUE DES ÉVÉNEMENTS DU 06/09/2018

Il apparaît que, lors de la circulation des trains Z36410 et E7675 entre les signaux B249 et O-H.45 de la ligne 43 le jour de l'incident, la signalisation a présenté un aspect moins restrictif qu'attendu : à 6h48, lors du passage du train E7675 au pied du signal B249, ce signal présentait l'aspect Vert au lieu de l'aspect Rouge alors que le train Z36410 se trouvait au pied du signal O-H.45 et occupait la section entre les signaux B249 et O-H.45.

Le signal B249 est un signal automatique : il n'est pas commandé par un opérateur d'un poste de signalisation mais par le système de détection constitué de circuits de voie.

La section entre les signaux B249 et O-H.45 est couverte par 4 circuits de voie.

Si au moins un des circuits de voie de la section est occupé, alors :

- la section complète doit être considérée comme occupée
- le signal d'accès de la section (le signal B249) doit afficher un aspect Rouge (fermé).

Il ressort de l'enquête que, le jour de l'incident, lors du passage du train E7675 au pied du signal B249, le signal affichait un aspect Vert, alors que le train de marchandises Z36410 occupait le dernier circuit de voie de la section.

L'occupation du dernier circuit de voie de la section n'a pas entraîné la fermeture du signal B249. L'occupation du dernier circuit de voie était bien répercutée sur l'image EBP de la zone.

3.2. SYSTÈME DE GESTION DE LA SÉCURITÉ

Suite à l'analyse technique présentée ci-avant, il a pu être vérifié que la signalisation a présenté un aspect moins restrictif qu'attendu, à savoir le signal B249 affichant un aspect ouvert alors que la section en aval était occupée par un train.

L'OE a donc entrepris une analyse des conditions opérationnelles et organisationnelles ayant entraîné l'omission des informations de détection issues du dernier circuit de voie dans les conditions régissant l'aspect du signal B249.

Au cours de cette enquête, l'OE a eu l'opportunité de rencontrer et interviewer différents membres du personnel : personnel technique et membres du cadre hiérarchique au sein des entités impliquées.

Le but de l'enquête de sécurité réalisée par l'OE n'est pas de fournir des retranscriptions de ces conversations, mais d'en utiliser les constats de fond pour l'analyse de l'incident de Comblain-la-Tour du 06/09/2018.

Suite à l'analyse des informations récoltées auprès du gestionnaire d'infrastructure, il ressort que des travaux sont intervenus sur la signalisation de la gare de Rivage dans le cadre du projet de concentration de cabines de signalisation.

Durant ces travaux, plusieurs équipes ont été impliquées. Nous nous sommes attachés à vérifier :

- les procédures mises en place par le gestionnaire d'infrastructure dans le cadre
 - de l'étude de ces projets relatifs à la signalisation sur la ligne 43 au niveau de la gare de Rivage,
 - de l'élaboration des plans de câblage,
 - ainsi que des essais avant la mise en service de ces installations de signalisation ;
- les mesures prises pour minimiser les risques d'erreurs humaines lors de ces mises en service d'installation de signalisation.

C'est au travers de son système de gestion de la sécurité (SGS) que le gestionnaire d'infrastructure définit l'organisation et les dispositions établies pour assurer la gestion sûre de ses activités ; son SGS doit ainsi refléter le respect de ses obligations en matière de sécurité.

Dans le cadre son enquête, l'OE a étudié plus spécifiquement les aspects suivants du SGS d'Infrabel :

- Leadership : décisions de projets par le management, normes et objectifs de sécurité lors de ces projets ;
- Evaluation des risques, par le respect du Règlement d'exécution 402/2013 et sa gestion de la sécurité ;
- Contrôle : audits internes, gestion des anomalies, principe d'indépendance ;
- Apprentissage organisationnel : centralisation des erreurs de signalisation, séminaires annuels ;
- Structure et responsabilités : organisation en areas, principe d'indépendance, responsabilités pour la mise en service d'installations de signalisation, répartition schématique des tâches pour la mise en service d'installations de signalisation, structure pour l'étude et l'exécution d'une installation EBP-PLP, Modification d'équipe au cours d'un projet, utilisation de sous-traitants ;
- Gestion des compétences : formation de base des agents de signalisation ;
- Information : réunions d'échange/coordination au cours des projets de signalisation ;
- Documentation : Notice 22, Dossier d'essai et SRI (Status Report of Installation), Fiches d'essais.

3.2.1. LEADERSHIP

3.2.1.1. CONCENTRATION DE CABINES DE SIGNALISATION

Infrabel est responsable de la coordination du trafic ferroviaire dans son ensemble sur le réseau des chemins de fer belges. La gestion du trafic est effectuée en temps réel dans les postes de signalisation.

Il y a plusieurs années, Infrabel a décidé de moderniser la gestion du trafic dans le but d'harmoniser le suivi du transport ferroviaire.

Infrabel a initié le projet de concentration des postes de signalisation dans des centres de contrôle plus grands. Pratiquement, le trafic ferroviaire local est géré depuis de nouvelles cabines de signalisation, et les Traffic et Safety Controllers sont regroupés par zone géographique.

Ce projet a de nombreuses implications que, dans le cadre de notre enquête, nous résumons aux points spécifiques suivants :

- la conception de nouvelles installations de signalisation ;
- la réalisation de travaux de modification d'installations existantes ;
- la mise en service des installations de signalisation à la suite des travaux réalisés.

3.2.1.2. NORMES DE SÉCURITÉ

Le SGS d'Infrabel décrit les tâches et responsabilités des services en rapport avec la sécurité d'exploitation. Au niveau de la qualité, les tâches incombant aux aspects de coordination technique mentionnent :

- De vérifier que les principes de la norme EN 50126 sont bien appliqués ;
- De vérifier la gestion des risques,
- De réduire au maximum les risques lors du développement, de l'introduction, de la modification ou de l'amélioration des composants, produits et systèmes.

La norme EN 50126-1 est établie afin de spécifier et de démontrer la Fiabilité, la Disponibilité, la Maintenabilité et la Sécurité (FDMS) d'un système, d'un sous-système ou d'un équipement dans le domaine ferroviaire. La norme EN 50126-1 :

- définit la FDMS en termes de fiabilité, de disponibilité, de maintenabilité et de sécurité et leurs interactions ;
- définit un mode de management de la FDMS fondé sur le cycle de vie du système ;
- permet de contrôler et de maîtriser les conflits entre les composantes de la FDMS ;
- définit un processus systématique pour spécifier les exigences de FDMS et pour démontrer que ces exigences sont satisfaites ;
- met en évidence les spécificités du domaine ferroviaire.

Elle ne définit pas d'objectifs quantifiés de FDMS, ni d'exigences pour une application ferroviaire spécifique, ne prescrit pas d'exigences destinées à maîtriser la vulnérabilité du système, ne définit pas les règles ou les processus de certification des produits ferroviaires vis à vis des prescriptions de la présente norme et ne définit pas un processus d'approbation par les autorités responsables de la réglementation de sécurité.

Cette norme est applicable à la spécification et à l'application de la FDMS pour toutes les applications ferroviaires et à tous les niveaux appropriés de ces applications, et à toutes les phases du cycle de vie d'une application.

La norme décrit les notions de FDMS pour le domaine ferroviaire pour établir les notions générales et permettre l'application efficace de cette norme au domaine ferroviaire.

Les facteurs influençant le FDMS sont notamment décrits :

- sources de défaillances internes au système à tous les stades du cycle de vie du système (*system conditions*),
- sources de défaillances imposées au système pendant le fonctionnement (*operating conditions*),
- sources de défaillances imposées au système pendant les opérations de maintenance (*maintenance conditions*).

Les moyens d'atteindre les exigences de FDMS sont également décrits, et notamment les analyses de risques.

La gestion des FDMS dans le domaine ferroviaire est détaillé pour l'ensemble du cycle de vie d'un système, avec pour chaque phase les objectifs, les exigences et les contrôles.

3.2.1.3. NOTICE 22

Il y a plus de vingt ans, un document reprenant les principes à suivre pour la mise en service d'une installation de signalisation était utilisé. Dans ce document était notamment présente la liste des essais à effectuer ainsi que le principe d'indépendance.

La première version de la Notice 22 a été élaborée sur base de ce document et publiée en 2000 par le management d'Infrabel.

Elle a été révisée au cours du temps et la version 1.13 d'application le jour de l'incident a été publiée le 12/04/2017 par Infrabel sur son serveur interne accessible pour l'ensemble de son personnel.

La Notice 22 décrit les essais nécessaires pour la mise en service d'une installation de signalisation, lors de la première mise en service, ou suite à des modifications dans une installation existante.

Elle est destinée au personnel qui sera amené à :

- paramétrier ou faire l'étude d'une nouvelle installation ou à apporter des modifications dans une installation existante ;
- réaliser les installations intérieures et extérieures de ces installations ;
- réaliser leur mise en service.

3.2.2. EVALUATION DES RISQUES

3.2.2.1. RÈGLEMENT D'EXÉCUTION 402/2013

Le règlement 402/2013 établit une méthode de sécurité commune (MSC) relative à l'évaluation et à l'appréciation des risques¹⁴.

La méthode de sécurité commune a pour objet de maintenir ou lorsque cela est nécessaire et raisonnablement réalisable d'améliorer le niveau de sécurité des chemins de fer de la Communauté¹⁵.

La MSC relative à l'évaluation et l'appréciation des risques s'applique à tout changement du système ferroviaire d'un Etat membre.

Dans le cas où le changement n'est pas considéré comme significatif, le proposant devra le mettre en œuvre sans nécessité d'appliquer le processus de gestion de risques décrit dans le règlement, et appliquera suivant son SGS.

Si le changement a une incidence sur la sécurité, le proposant est chargé d'appliquer le règlement, c'est-à-dire d'évaluer l'importance du changement sur base des critères suivants :

- la conséquence d'une défaillance : le scénario réaliste le plus défavorable en cas de défaillance du système évalué, compte tenu de l'existence de mesures de sécurité en dehors du système ;
- l'innovation utilisée dans la mise en œuvre du changement : il s'agit tant de ce qui est innovant dans le secteur ferroviaire que de ce qui est nouveau uniquement pour l'organisation mettant en œuvre le changement ;
- la complexité du changement ;
- le suivi : l'impossibilité de suivre le changement mis en œuvre tout au long du cycle de vie du système et de prendre des mesures adéquates ;
- la réversibilité : l'impossibilité de rétablir le système tel qu'il existait avant le changement ;
- l'additionnalité : l'évaluation de l'importance du changement en tenant compte de tous les changements liés à la sécurité qui ont été apportées récemment au système évalué et qui n'ont pas été considérés comme significatifs.

Si, sur base de ces critères, le changement est considéré comme significatif, le proposant – dans le cas présent Infrabel – devra mener le processus de gestion des risques établi dans l'annexe I du règlement 402/2013.

Le proposant veille à ce que les risques introduits par ses fournisseurs et par ses prestataires de services, y compris leurs sous-traitants, soient également gérés conformément au règlement 402/2013.

A cette fin, le proposant peut demander, en vertu d'arrangements contractuels, que ses fournisseurs et ses prestataires de services, y compris leurs sous-traitants, participent au processus de gestion des risques.

3.2.2.2. CONTRÔLE DES RISQUES ASSOCIÉS AVEC LES ACTIVITÉS DE GESTIONNAIRE D'INFRASTRUCTURE

Le SGS d'Infrabel décrit les procédés et méthodes qu'Infrabel a élaborés en vue d'identifier, d'évaluer, de donner un ordre de priorité et de contrôler les risques (sous contrôle propre ou encourus par des tiers).

Les risques internes (propres à l'activité du gestionnaire d'infrastructure) sont recensés par le biais des audits et des autres niveaux de contrôle, des analyses de risques effectuées, du suivi des indicateurs de sécurité et principalement par l'enregistrement structuré des événements dans la base de données SafeRail¹⁶.

Le livre 2 du SGS d'Infrabel décrit la gestion du changement et la gestion des risques lors de :

- l'introduction, le renouvellement ou le réaménagement d'un sous-système ;
- la modification substantielle du type ou de la portée des activités reprises dans son arrangement de sécurité,
- la modification de ses conditions de fonctionnement sur le plan technique, opérationnel ou organisationnel, ayant un impact sur la sécurité des circulations ferroviaires.

En application du règlement européen 402/2013, certains projets font l'objet d'une évaluation des risques et le SGS d'Infrabel mentionne que les méthodes de sécurité sont déclinées en fonction du caractère significatif ou non du changement considéré :

- Si le changement n'est pas significatif, Infrabel mettra en œuvre le changement sous le couvert des règles et principes définis dans son SGS, une analyse de risques explicite n'étant pas nécessaire.
- Si le changement a un impact sur la sécurité et est considéré comme significatif, Infrabel mettra en application les méthodes décrites dans son SGS et réalisera une analyse de risques ; l'intervention d'un organisme d'évaluation indépendant sera sollicitée.

En plus d'appliquer ces processus de gestion de risques, le règlement prévoit également de documenter le résultat du processus dans un inventaire des risques, ainsi qu'une évaluation indépendante pour démontrer la conformité du processus.

Le *change management* consiste :

- à suivre les types de changements mentionnés précédemment tout au long de leur implémentation,
- à s'assurer que toutes les exigences en matière de méthodes de sécurité et de procédures de mise en service soient satisfaites,
- à communiquer efficacement vers les différentes parties concernées et en particulier avec l'autorité nationale de sécurité (SSICF).

De plus, concernant l'échange d'informations en matière de changements significatifs, en cours ou annoncés, avec impact pour les entreprises ferroviaires, une plateforme réunissant Infrabel et les entreprises ferroviaires (EF) est en place (Change Desk) et se réunit plusieurs fois par an.

¹⁴ Définitions selon le règlement 402/2013 :

- Risque : la fréquence d'occurrence d'accidents et d'incidents causant un dommage (dû à un danger) et le degré de gravité de ce dommage
- évaluation des risques : une procédure fondée sur l'analyse de risques pour déterminer si un niveau de risque acceptable a été atteint
- appréciation des risques : le processus global comprenant une analyse de risques et une évaluation de risques

¹⁵ Conformément à la directive 2004/49/CE.

¹⁶ SafeRail : base de données dans laquelle tous les accidents, incidents et presqu'incidents sont enregistrés.

3.2.3. CONTRÔLES

3.2.3.1. AUDITS INTERNES

La norme CENELEC 50126 définit l'audit comme un examen systématique et indépendant pour déterminer si les procédures spécifiques aux exigences d'un produit sont :

- conformes avec les dispositions prévues,
- appliquées efficacement,
- appropriées pour atteindre les objectifs spécifiques.

La norme ISO 9001 stipule que l'organisation doit mener des audits internes pour déterminer

- si le système de management de la qualité est conforme
 - aux dispositions planifiées,
 - aux exigences des normes internationales, et
 - aux exigences du système de management de la qualité établies par l'organisme ;
- si le système de management de la qualité est mis en œuvre et entretenu de manière efficace.

Un programme d'audit doit être planifié en tenant compte de l'état et de l'importance des processus et des domaines à auditer, ainsi que des résultats des audits précédents.

Les critères, le champ, la fréquence et les méthodes d'audit doivent être définis.

L'encadrement responsable du domaine audité doit assurer que toutes les corrections et actions correctives nécessaires sont entreprises sans délai indu pour éliminer les non-conformités détectées et leurs causes. Les activités de suivi doivent inclure la vérification des actions entreprises et le compte-rendu des résultats de cette vérification.

Le SGS d'Infrabel décrit que ses performances sont garanties par trois niveaux de contrôles :

- les contrôles effectués par la ligne hiérarchique,
- les contrôles par la division I-AR.23,
- les audits internes par la division I-AI.

Les audits internes d'Infrabel ont pour mission d'aider le management à atteindre les objectifs d'Infrabel en évaluant et en formulant des propositions d'amélioration concernant :

- la gestion des risques,
- le contrôle interne,
- la gouvernance d'entreprise.

Cela est réalisé au travers de missions de sécurité et de conseil, de participation à des groupes de travail et de pilotage et de conseil sur la base d'une approche systématique et disciplinée.

L'activité d'audit est décrite dans un plan annuel. Le comité d'audit peut également décider de réaliser des missions qui ne sont pas prévues dans le plan annuel d'audit.

Un rapport d'audit est préparé pour chaque mission, et donne un avis sur le système de contrôle interne et expose les conclusions et les recommandations pour améliorer les activités et les processus.

Un responsable, une date d'exécution et un plan d'action doivent être déterminés pour chaque recommandation édictée dans l'audit ayant une certaine importance au niveau de la sécurité.

Si la direction n'accepte pas une recommandation, cela doit être justifié dans le rapport d'audit.

Un suivi de l'application des recommandations est réalisé plusieurs fois par an sur base des justifications apportées par les responsables des recommandations.

3.2.3.2. COLLECTE ET ANALYSE DE DONNÉES - GESTION DES ANOMALIES

Lors de la mise en service d'une installation de signalisation, les anomalies détectées doivent être consignées tel que cela est décrit dans la Notice 22 : elles doivent être consignées dans une fiche prévue à cet effet (fiches SPR et SiPR – cf. 3.2.7.1).

Ces documents d'anomalies doivent être repris dans le dossier d'essai qui est conservé au bureau d'étude de la Zone concernée jusqu'à la mise hors service de l'installation. Une copie sera conservée au niveau du service Projets Signalisation, au centre de paramétrage.

Si des anomalies sont détectées lors de la mise en service et qu'elles impactent le programme de sécurité d'un élément ou peuvent mener à des situations dangereuses, elles doivent être résolues avant la fin de la mise en service.

Il faut pour cela avoir procédé à nouveau aux essais fonctionnels, de sécurité et d'intégration sur les éléments après rectification de la situation.

En fonction des exigences en matière de responsabilité, il appartient au fonctionnaire dirigeant responsable de la partie concernée (intérieure ou extérieure) :

- de prendre les mesures de sécurité qui s'imposent pour éviter toute situation dangereuse dès l'instant de la découverte de l'anomalie jusqu'à sa rectification effective ;
- de décrire les modifications à réaliser pour résoudre les anomalies constatées ;
- de définir les essais à réaliser ;
- de désigner les agents chargés d'exécuter ces différentes tâches.

Depuis 2002, les rapports d'anomalie rédigés sous format informatique (SiPR) pour les différentes mises en service sont centralisés. Ils font l'objet d'une analyse de la part du service Paramétrage d'Infrabel afin de déterminer certaines tendances dans les anomalies.

Les rapports d'anomalie ne sont pas classés par catégories. Cette analyse n'est pas réalisée sur base annuelle.

3.2.4. STRUCTURE ET RESPONSABILITÉ

3.2.4.1. ORGANISATION EN AREAS

Au sein d'Infrabel, la direction Asset Management (I-AM) a pour tâches d'entretenir et renouveler les différentes composantes de l'infrastructure ferroviaire : voies, ouvrages d'art, signalisation, caténaire...

Elle est également en charge de fabriquer et réparer le matériel et l'outillage ferroviaire (ex. des aiguillages ou autres appareils de voie et trains de travaux) et d'intervenir rapidement en cas de dérangements à l'infrastructure ferroviaire.

La direction I-AM se charge de l'entretien et du renouvellement du réseau ferroviaire :

- au niveau des Areas (zones délimitées géographiquement¹⁷) ;
- au niveau central (via les services centraux qui apportent un soutien aux services dans les areas).

Au sein de chaque area, une division "Travaux" est chargée des études et de la réalisation des projets de signalisation.

Pour les projets d'installation de signalisation, une équipe est désignée par le manager Signalisation au sein de l'area, et comprend

- un ingénieur en charge de la réalisation de l'étude ;
- un chef de secteur technique.

3.2.4.2. PRINCIPE D'INDÉPENDANCE

La norme CENELEC 50126 décrit les différentes phases du cycle de vie d'un système selon les prescriptions FDMS, et, pour chaque phase :

- les objectifs,
- les exigences,
- les résultats attendus,
- les activités de vérification et de validation.

Dans la phase de définition d'un système et de ses conditions d'application, une exigence est décrite concernant un plan de sécurité devant être établi contenant :

- les analyses de sécurité,
- et les systèmes d'évaluation à appliquer durant le cycle de vie.

Ce plan inclut un certain nombre de processus pour, entre autres, s'assurer d'un degré approprié d'indépendance du personnel dans la réalisation des tâches, proportionnel avec risque du système.

Le principe d'indépendance tel qu'il est décrit dans la Notice 22 pour l'application de la mise en service d'une installation de signalisation stipule que pour atteindre le niveau de sécurité voulu, il faut garantir une indépendance dans la chaîne des responsabilités entre :

- le personnel qui fait les études, et
- le personnel qui réalise les essais de sécurité.

La structure et les responsabilités dans le cadre des projets concernant les installations de signalisation sont établies sur base de ce principe d'indépendance et détaillées dans la Notice 22 (cf. 3.2.4.4).

3.2.4.3. RÉPARTITION SCHÉMATIQUE DES TÂCHES POUR LA MISE EN SERVICE D'INSTALLATIONS DE SIGNALISATION

Dès la conception ou l'adaptation d'un poste de signalisation EBP-PLP, une affectation des tâches est faite en fonction de l'avancement du projet : depuis la partie relative à l'étude d'un projet (réalisation des plans, etc.), pendant la réalisation du projet (exécution et suivi, vérifications et essais) jusqu'à la mise en service de cette installation.

Cette répartition est principalement faite entre :

- les parties intérieure (tâches liées au paramétrage) et
- les parties extérieure de l'installation.

Chaque équipe qui intervient dans l'étude, la vérification et la mise en service d'une installation EBP-PLP est composée de personnel qualifié supervisé par un fonctionnaire dirigeant.

En fonction de l'étendue du poste de signalisation, les deux parties (intérieure et extérieure) peuvent être dirigées par le même fonctionnaire.

Un schéma de l'évolution des différentes tâches d'un projet de modification d'une installation de signalisation depuis la pré-étude jusqu'à la mise en service est repris dans la Notice 22.

Le fonctionnaire dirigeant de l'installation intérieure réalise les tâches suivantes :

- la réalisation du paramétrage (parties EBP, PLP et ROCS-GUI),
- la vérification des fichiers de paramétrage par rapport aux principes établis,
- la vérification des essais fonctionnels sur simulateur réalisés par l'agent en charge du paramétrage.

Le fonctionnaire dirigeant de l'installation extérieure réalise les tâches suivantes :

- la réalisation des installations en campagne et des essais relatifs à ces installations (équipement dans loges et équipement extérieur),
- des essais de sécurité permettant de prouver que les paramétrages EBP et PLP réalisent le programme fonctionnel en toute sécurité
- des essais d'intégration (en commun avec le responsable de l'installation intérieure).
- de la gestion du dossier d'essais et de sa transmission aux services concernés.

Des réunions sont organisées entre l'ingénieur responsable du paramétrage informatique et l'ingénieur en charge du projet de mise en service de l'installation.

3.2.4.4. STRUCTURE POUR L'ÉTUDE ET L'EXÉCUTION D'UNE INSTALLATION EBP-PLP

En plus de la répartition schématique décrite ci-avant, la procédure prévoit une structure de répartition de chacune de ces tâches entre les membres du personnel en fonction de leur grade, ainsi que les incompatibilités existant dans la participation à différentes tâches.

Un tableau est repris en annexe de la Notice 22 reprenant cette structure (cf. figure suivante). Sur ce tableau sont indiquées les membres du personnel ayant la responsabilité, ceux en charge de l'exécution ou de la participation à la tâche, ainsi que les incompatibilités.

Niveau recommandé	Répartition des tâches		
Ingénieur (1er) CST ou sect expérimenté	↓	↓	↓
S/cst ou Tech ppal	↓	↓	↓
Tâches	Partie intérieure	Partie extérieure	
	Etude	Etude	Exécution et essais
Réalisation du plan 102	R p	E p	
Responsable = R		Exécution = E	
Incompatible = X		Participation = p	

Tableau - Structure pour l'étude et l'exécution d'une installation EBP-PLP

La répartition des tâches est faite entre l'installation intérieure et extérieure, et la distinction est faite entre les parties liées d'une part à l'étude et d'autre part à l'exécution et aux essais.

Les agents chargés des essais doivent confirmer :

- qu'ils ont exécuté les essais selon ce qui est indiqué sur les fiches d'essais
- qu'ils ont signalé le cas échéant chaque anomalie constatée pendant les essais.

Le responsable des essais doit vérifier que :

- tous les essais nécessaires ont été exécutés,
- toutes les fiches d'essais sont signées,
- toutes les anomalies détectées ont été rectifiées complètement et correctement
- les modifications nécessaires sont exécutées de façon correcte.

En cas de doute, les parties concernées des essais doivent être exécutées à nouveau.

Dans la pratique, le bureau de dessin est en charge de transcrire les modifications apportées aux plans de câblage dans le cadre d'un projet.

Les modifications sont :

- déterminées par l'ingénieur en charge du projet (responsable de l'installation extérieure) ou le chef de secteur technique et les plans modifiés à la main dans un premier temps.
- notifiées au sous-chef en charge de l'étude qui demandera ensuite au bureau de dessin d'adapter les plans.

3.2.4.5. MODIFICATION D'ÉQUIPE AU COURS D'UN PROJET

L'application de la Notice 22 exige :

- d'une part que les systèmes et sous-systèmes à tester soient réalisés suivant les dispositions indiquées et suivant les règlements, notices, avis ou circulaires d'application.
- d'autre part que les activités soient effectuées par des agents Infrabel Signalisation.

Elle exige une stabilité dans l'équipe en charge d'un projet ou, à défaut, de veiller à ce que les changements de composition n'aient pas de répercussion sur la sécurité de l'installation à réaliser (remise-reprise de dossiers à organiser, etc.).

La Notice 22 ne détaille pas la procédure à appliquer en cas de changement d'équipe : elle donne des exemples illustrant la transmission de dossiers.

3.2.4.6. UTILISATION DE SOUS-TRAITANTS

Dans le cadre de la réalisation des installations de signalisation, certaines tâches partielles peuvent être sous-traitées à une organisation externe.

Ceci a des implications au niveau de l'interprétation et de l'application de la Notice 22, comme détaillé dans une annexe de la notice :

- la responsabilité de l'exécution de certaines tâches, vérifications ou essais est transférée à l'organisation externe. Infrabel s'attend à ce que toutes les parties pertinentes de la Notice 22 soient utilisées lors de cette exécution ;
- certaines notions et structures issues de la Notice 22, qui sont inhérentes à Infrabel, doivent être définies d'une autre manière, ainsi que les compétences correspondantes ;
- certains contrôles supplémentaires doivent être introduits dans le processus afin de garantir la qualité et le niveau de sécurité des tâches partielles sous-traitées.

En plus des dispositions de la Notice 22, on attend de l'organisation externe :

- qu'elle dresse un plan qualité (l'organisation détaille sa propre organisation, l'étendue des travaux, etc.) ;
- un plan sécurité dans le prolongement du plan général de sécurité d'Infrabel et répondant aux exigences des normes CENELEC (l'organisation détaille sa propre organisation, l'étendue des travaux, etc.) ;
- que le personnel de l'organisation externe qui intervient sur les chantiers est tenu de se conformer en permanence à la coordination générale de sécurité et aux dispositions contenues dans des fascicules d'Infrabel.

La partie pertinente de la Notice est mise à disposition de l'organisation externe.

Certaines activités partielles peuvent également être exécutées par des externes pour autant que ces externes emploient du personnel compétent en la matière (tel que détaillé dans l'annexe de la notice).

Ces activités partielles se limitent à des réalisations, des vérifications et des essais fonctionnels.

Les exigences concernant la modification d'équipe en cours de projet sont également prévues. De même, les structures et responsabilités sont adaptées et les incompatibilités décrites pour les activités sous-traitées, et le tableau reprenant ces incompatibilités est adapté.

La Notice 22 décrit les activités qui peuvent être sous-traitées parmi les activités suivantes :

- paramétrage,
- production des loges,
- réalisation des essais fonctionnels de l'installation extérieure,
- réalisation et essais fonctionnels de l'installation intérieure.

Des marchés publics sont passés avec les entreprises sous-traitantes pour la réalisation de ces tâches.

3.2.5. APPRENTISSAGE ORGANISATIONNEL

3.2.5.1. AMÉLIORATION CONTINUE - CENTRALISATION DES ERREURS DE SIGNALISATION

Le gestionnaire de l'infrastructure a implanté un système permettant de mesurer, d'étudier et d'analyser les accidents et les incidents, rapportés notamment dans la base de données SafeRail.

Les erreurs de signalisation constatées sur le réseau sont reprises dans cette base de données centralisée.

Ces erreurs peuvent avoir différentes sources. Des analyses sont effectuées au sein de cette base de données et peuvent dans certains cas mener à des enquêtes internes.

Le rapport annuel d'Infrabel reprend également le nombre de pannes de signalisation, et les chiffres sont analysés au cours de la réunion annuelle concernant les ISC¹⁸.

3.2.5.2. SÉMINAIRES ANNUELS

Chaque année depuis 2007, un séminaire signalisation est organisé : un de ses buts est de sensibiliser le personnel sur base des incidents qui sont intervenus durant l'année écoulée.

Les cas survenus lors de l'année écoulée sont passés en revue et analysés.

Le séminaire est prévu pour le personnel du grade d'ingénieur jusqu'au grade de sous-chef de secteur technique. Les participants sont repris dans une liste.

3.2.6. GESTION DES COMPÉTENCES

Le SGS décrit la fonction de sécurité "agent responsable de l'exécution des travaux (ARET)" :

- la liste du personnel habilité à exercer cette fonction ;
- les conditions d'admission à cette fonction.

La formation des agents en charge de projets de mise en service d'installations de signalisation (ingénieurs, chefs de secteur technique) n'est pas reprise dans le SGS d'Infrabel mais bien dans des documents internes d'Infrabel.

La formation des ingénieurs signalisation se compose :

- du trajet d'intégration commun à l'ensemble du personnel d'I-AM (33 heures)
 - Welcome Day, Sécurité et bien-être au travail, Du ballast à la caténaire, Travailler en sécurité sur et le long des voies (avec évaluation) ;
- d'un trajet technique spécifique "signalisation" (54 heures)
 - Comptabilité, Généralités sur la mise à la terre, Chauffage des aiguillages, Gestion de l'énergie, Cours sur la signalisation réglementaire, Structure du réseau des caténaires (avec visite de divers équipements), Distribution d'énergie (avec visite d'un poste d'alimentation), Poste de signalisation PLP (avec visite de postes), Sous-station de traction (avec visite d'une sous-station de traction et du poste de répartiteur ES), Postes de signalisation, Alimentation de la signalisation, Postes de signalisation Tout-Relais, Chaîne d'approvisionnement, Marchés publics.

Tant les contractuels que les statutaires suivent ce trajet, avec une évaluation en fin de cycle.

Le Fascicule 501 définit que certains grades statutaires doivent passer une épreuve de régularisation à l'issue de leur stage. Il s'agit d'une évaluation sommative qui donne une appréciation du niveau de compétence atteint par le candidat. Les résultats obtenus déterminent la réussite ou l'échec du candidat.

Les contractuels n'ont pas d'épreuve de régularisation, ils sont évalués de façon informelle selon les habitudes/souhaits du chef immédiat et du contractuel lui-même (processus "My Talents").

3.2.7. DOCUMENTATION

3.2.7.1. DOSSIER D'ESSAI ET SRI

Suivant la Notice 22, afin de guider les responsables des essais dans leur démarche, les résultats des essais et les anomalies détectées sont consignées dans des fiches d'essais préétablies. Cela constitue le dossier d'essai relatif au projet.

Pour assurer le suivi des différentes étapes, on utilise :

- le SPR (Software Problem Report) pour signaler les anomalies découvertes à n'importe quel moment du processus ou son équivalent électronique SiPR (Signalling Problem Report) ;
 - le document SRI (Status Report of Installation) qui donne une vue générale du processus à suivre et permet de constituer un dossier d'essais complet par modification à réaliser.

Le document SRI est construit suivant une structure décrite dans la Notice 22 et évolue dans le temps avec l'installation (ex. ajout d'une loge, etc.).

Il s'agit d'un historique des modifications apportées à l'installation pour l'ensemble de l'architecture de l'installation EBP-PLP (niveau de commande-paramétrage, niveau d'enclenchement, appareillage installation intérieure, appareillage installation extérieure, mise en service, etc.).

appareillage installation intérieure, appareillage installation extérieure, mise en service, etc.). Le fonctionnaire dirigeant de l'installation extérieure est responsable de la création et de la mise à jour du dossier.

Le dossier d'essai doit donc contenir

- les SRI des différentes parties concernées ;
 - les S[i]PR qui y sont relatifs ;
 - les fichiers "diff" (fichier donnant les différences entre 2 paramétrages) ;
 - les tableaux d'essais fonctionnels et de sécurité, tant pour la partie intérieure qu'extérieure ainsi que les tableaux d'essais d'intégration ;
 - les tableaux d'essais prévus dans les autres notices (pour les aiguillages (fiches de réglages), pour les crocodiles et/ou balises, pour les CV, pour les pédales, etc...).

3.2.7.2. MODELES DES FICHES D'ESSAIS DE LA NOTICE 22

Dans le cycle de vie d'une installation de signalisation, de nouveaux sous-systèmes ou composants ainsi que de nouvelles combinaisons de sous-systèmes et de composants peuvent apparaître. Pour réaliser la fonctionnalité d'une installation de signalisation, plusieurs combinaisons de sous-systèmes et de composants peuvent exister (par exemple, EBP-PLP, logique à relais, etc). Les essais à réaliser pour la mise en service dépendent en grande partie des sous-systèmes et composants utilisés. Les essais pour chacune des différentes parties doivent être réalisés.

Dans la Notice 22, la description de ces essais est faite :

- soit au travers de checklists reprises dans la notice, sous forme de tableaux à compléter par le délégué aux essais et à valider par le responsable des essais (cf. figure ci-après) ;
 - soit, pour certains tests, en se référant à d'autres documents qui la complètent. Ces essais sont à réaliser comme s'ils étaient décrits complètement dans la Notice 22.

3.3. RÈGLES ET RÉGLEMENTATION

3.3.1. RÈGLES ET RÉGLEMENTATION PUBLIQUE COMMUNAUTAIRE ET NATIONALE APPLICABLES

3.3.1.1. DIRECTIVES ET RÈGLEMENTS EUROPÉENS

- Règlement d'Exécution (UE) N°402/2013 de la Commission du 30 avril 2013 concernant la méthode de sécurité commune relative à l'évaluation et à l'appréciation des risques et abrogeant le règlement (CE) N°352/2009
- Directive 2004/49/CE du Parlement Européen et du Conseil du 29 avril 2004 concernant la sécurité des chemins de fer communautaires
- Norme CENELEC 50126 : Spécification et démonstration de la fiabilité, de la disponibilité, de la maintenabilité et de la sécurité (FDMS)

3.3.1.2. LÉGISLATION BELGE

- Loi du 30/08/2013 portant le code ferroviaire

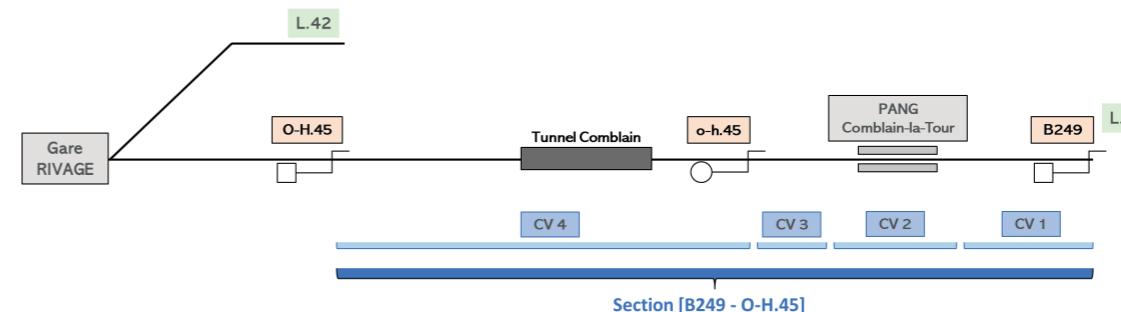
3.3.2. AUTRES RÈGLES, TELLES QUE LES RÈGLES D'EXPLOITATION, LES INSTRUCTIONS LOCALES, LES EXIGENCES APPLICABLES AU PERSONNEL, LES PRESCRIPTIONS D'ENTRETIEN ET LES NORMES APPLICABLES

3.3.2.1. INFRABEL

- Notice 22 (PTR 301.4) – Mise en service d'une installation de signalisation – Plan de test
- Système de Gestion de la Sécurité – Livre 2 – Partie V : Procédures et méthodes d'évaluation et de gestion des risques

3.4. FONCTIONNEMENT DU MATÉRIEL ROULANT ET DES INSTALLATIONS TECHNIQUES

L'incident s'est déroulé dans la section entre le grand signal d'arrêt non desservi B249 et le grand signal d'arrêt desservi O-H.45 situé à l'entrée de la gare de Rivage sur la ligne 43. Le poste de signalisation de Liège TGV (block 45) gère la zone où s'est déroulé l'incident.



3.4.1. INFRASTRUCTURE : ÉLABORATION DU PROJET DE MODIFICATION DE L'INSTALLATION DE SIGNALISATION DE LA GARE DE RIVAGE

Nous ne reprenons pas tous les éléments du projet mais uniquement les éléments que nous avons estimé opportun dans le cadre de l'enquête.

3.4.1.1. ÉTUDE INITIALE

Dans le cadre de la concentration des cabines de signalisation, Infrabel a mis en place plusieurs projets de modifications des installations de signalisation sur la ligne 43 dont un projet de signalisation à la gare de Rivage.

Suivant le projet initial, la mise en service de l'installation de signalisation de la gare de Rivage était prévue pour juin 2017.

Dans ce but, une première étude avait été réalisée par une équipe Infrabel (Equipe 1).

Dans cette étude notamment, un projet de câblage a été élaboré, permettant d'établir les modifications à apporter à l'installation de signalisation existante.

Il s'agissait d'établir des plans de câblage de l'installation qui devait être mise en service. Ces plans ont été élaborés par l'ingénieur de l'équipe et établis par le bureau de dessin.

De manière générale, les plans d'une installation de signalisation se trouvent dans les loges et les armoires sur le terrain. Ces plans continuent à évoluer en fonction des modifications apportées au cours du temps sur le terrain. En cas de nouvelle étude, le sous-chef "Etude" :

- reprend les plans disponibles au bureau de dessin ;
- se rend sur le terrain pour vérifier les plans dans les loges des signaux et vérifier les informations dont il dispose.

Une fois l'étude réalisée, les plans établis pour le projet sont confiés au responsable des travaux ("plans travaux").

Dans la première étude par l'Equipe 1, il était planifié de remplacer les 4 circuits de voie (CV) en aval du signal B249 (CV1 à CV4 sur la figure précédente) par des CV de technologie Jade.

De façon simplifiée, il était notamment prévu de reprendre le circuit de voie B218 (CV4) dans la partie PLP, et d'effectuer la somme avec les circuits de voie B234, B242 et B249 (pour l'information d'occupation de la section) au niveau informatique par le paramétrage PLP.

Cette information était reprise sur le plan unifilaire établi par le bureau de dessin dans le cadre de ce projet.

3.4.1.2. CHANGEMENT D'EQUIPE

En avril 2017, suite à une charge de travail plus importante notamment due à des vols de câbles récurrents, le manager signalisation de l'area Sud Est décide :

- de déplacer l'Equipe 1 sur un autre projet, et
- d'appeler une seconde équipe en renfort (= "Equipe 2"), composée d'un ingénieur et d'un chef de secteur technique d'une autre area.

L'Equipe 2 reprend le projet et une concertation entre les deux équipes est organisée pour réaliser la transmission des informations nécessaires.

Le responsable de l'Equipe 2 est un ingénieur avec une dizaine d'années d'expérience, mais sans participation antérieure à une mise en service en technologie PLP. Il provient d'une autre area.

Le chef de secteur de l'Equipe 2 possède une expérience importante dans la technologie ETCS, mais peu d'expérience dans la technologie EBP-PLP et l'interface entre PLP et tout-relais. Il provient également d'une autre area.

3.4.1.3. MODIFICATION DU PROJET

Le projet est en retard par rapport aux délais prévus et l'Equipe 2 constate que le projet initial ne pourra être terminé dans les temps.

Le remplacement des quatre circuits de voie en aval du signal B249 demande le placement de nouveaux câbles, tâche dont l'exécution avait été attribuée via un marché public à une entreprise externe. Mais vu la faillite de l'entreprise sélectionnée, en l'absence d'un marché public, ces travaux de câblage reviennent aux équipes d'Infrabel. Cela nécessite de revoir l'organisation du projet ainsi que son planning.

L'Equipe 2 décide de modifier le projet développé par l'Equipe 1, et elle y apporte notamment les changements suivants :

- conserver trois des quatre CV en place dans la section entre les signaux B249 et O-H.45 ;
- remplacer le dernier CV (B218) par un CV de technologie Jade :
 - en ce qui concerne l'EBP et la PLP, l'information d'occupation de ce dernier circuit de voie devra être reprise au niveau de la loge H25 ;
 - physiquement, la connexion de ce CV sera placée dans la loge du signal avertisseur o-h.45.

Cependant la somme des 4 circuits de voie B218, B234, B242 et B249 est toujours prévue.

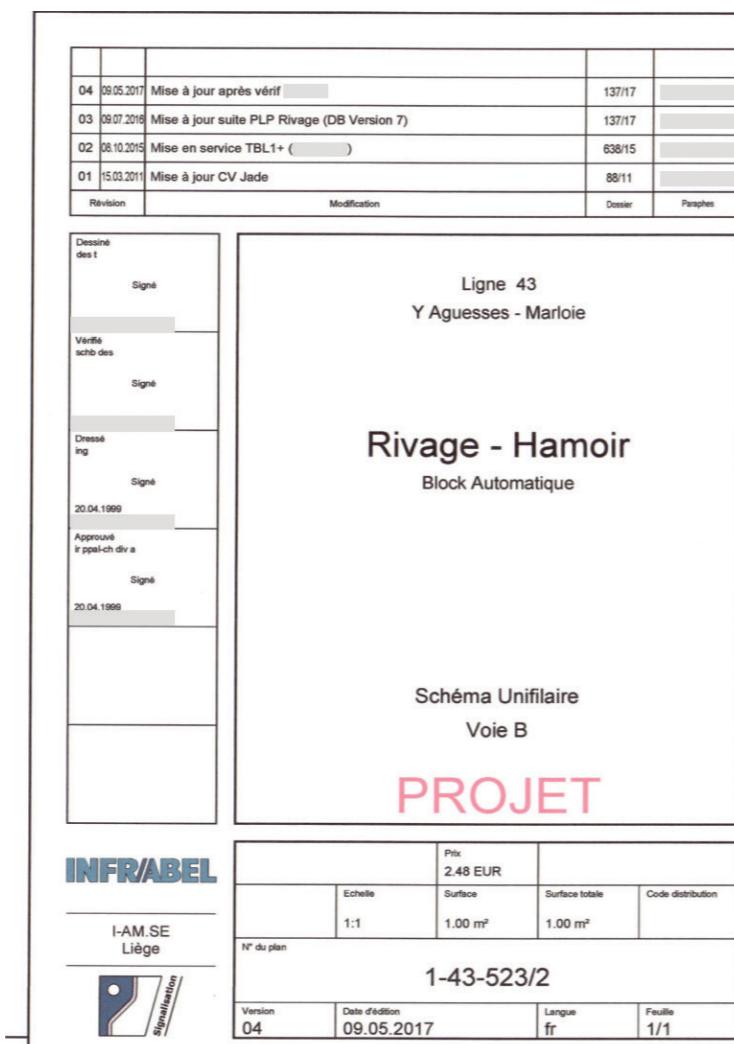
3.4.14. MODIFICATION DES PLANS DE CÂBLAGE

Informations de l'historique des plans de câblage

Les plans de câblage (ou schémas unifilaires) pour l'étude de cette installation de signalisation ont été :

- adaptés à partir des plans établis par l'Equipe 1,
- validés par l'ingénieur de l'Equipe 2.

Sur les plans de câblage, l'historique de la création des plans et des modifications est détaillée dans le cartouche (cf. image ci-dessous).



On y trouve les informations suivantes :

- numéro de version,
- date d'édition,
- noms et grades du personnel ayant dessiné, vérifié, dressé et approuvé le plan initial,
- les révisions/modifications successives (date, nature de la modification, numéro de dossier et paraphe).

Modification des plans initiaux – plans de câblage de l'installation de Rivage

Au cours du projet de l'installation de signalisation de Rivage, plusieurs versions successives des plans ont été établies.

Certaines modifications ont été effectuées manuellement sur les versions papier de ces plans. Ces modifications manuelles devaient ensuite être transférées au bureau de dessin, afin d'être intégrées informatiquement dans une nouvelle version. En fonction des disponibilités du bureau de dessin, cette étape peut nécessiter un certain délai.

Plusieurs modifications successives ont été réalisées, et les constats suivants ont été faits sur base des versions des plans transmises par le gestionnaire d'infrastructure à l'Organisme d'Enquête.

L'étude de l'Equipe 1 prévoyait que la somme des CV (occupation de la section entre les signaux B249 et O-H.45) soit réalisée d'un point de vue informatique (paramétrage PLP) et non par un système de câblages.

C'est ce qui était indiqué sur le plan alors établi.

Sur une version ultérieure du plan de câblage, cette information n'est plus indiquée (voir figure ci-après) :

- sur le plan (1), on peut lire à la ligne 9-10 correspondant à la section entre B249 et O-H.45 l'instruction "*Insérer V(B218) dans paramétrage PLP*".

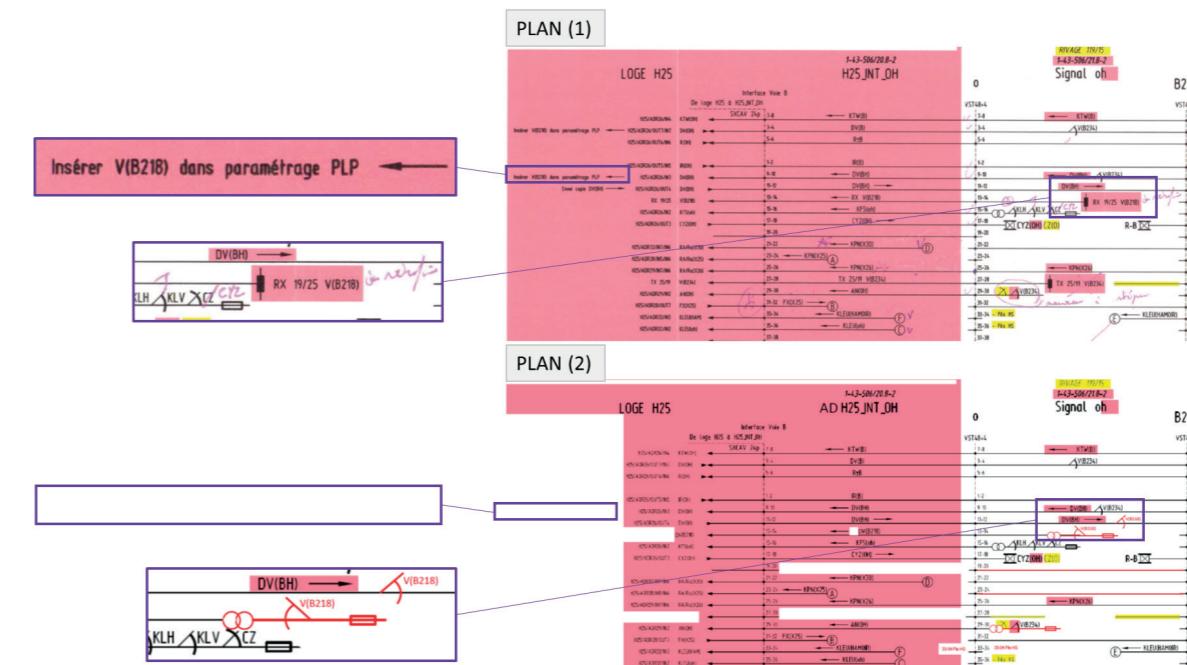
Il n'y a pas de connexion câblée au niveau de la loge du signal o-h.45 avec le 4ème CV.

Sur ce même plan, on peut également voir les modifications établies manuellement.

- sur le plan (2), cette instruction n'est plus lisible : des cadres blancs ont été ajoutés pour masquer ces informations.

De même, d'autres informations ont été ajoutées sur le plan de manière informatique.

Certaines modifications (en rouge sur le plan) sont postérieures à la survenue de l'incident du 06/09/2018 : par exemple, la connexion câblée au niveau de la loge du signal o-h.45 avec le quatrième CV V(B218). Ces modifications ne sont pas datées ou signées, et le numéro de version du plan n'a pas été adapté. Il n'est pas possible d'établir un historique complet de ces modifications.



Des réunions sont organisées entre l'ingénieur responsable du paramétrage informatique et l'ingénieur en charge du projet de mise en service de l'installation.

Selon les informations à notre disposition,

- les réunions ne sont pas formalisées dans une procédure et ne font pas l'objet d'un compte-rendu écrit ;
- il n'y a pas de traçabilité des décisions prises.

Sur base des informations reprises dans les plans (cfr schéma ci-avant), il n'est pas possible d'établir une traçabilité de l'ensemble des modifications établies au cours de l'étude de l'installation de signalisation de la gare de Rivage (pas de signature, numéro de version, etc.).

Au moment de l'incident du 06/09/2018:

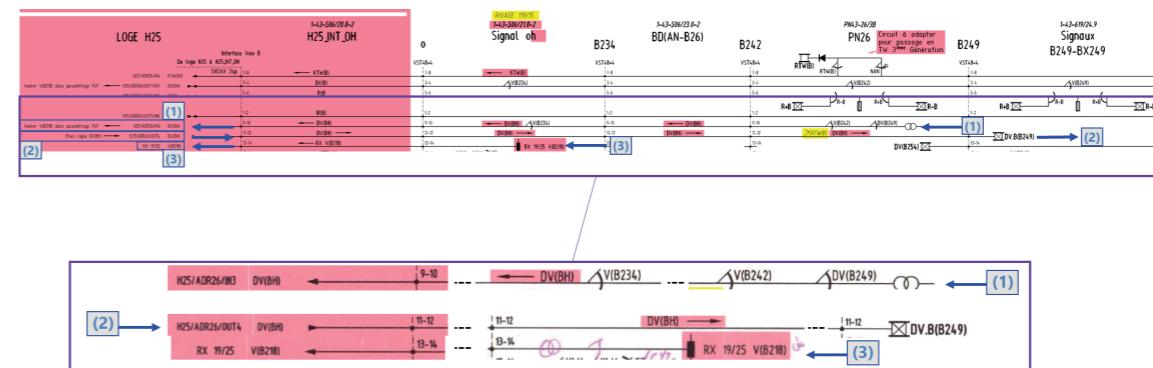
- il n'y avait pas de connexion câblée au niveau de la loge du signal o-h.45 avec le dernier CV ;
- la somme des CV n'était pas réalisée au niveau du paramétrage PLP.

**Constatations : Les documents d'élaboration du plan de câblage transmis à l'OE ne permettent pas d'établir avec certitude la chronologie et la traçabilité des modifications apportées aux plans de câblage de l'installation de signalisation.
Il n'y a pas de traçabilité des décisions prises.**

Schéma unifilaire pour le signal B249

Le jour de l'incident, suite au signalement par le conducteur du E7675 du rattrapage, les techniciens et ingénieurs ont utilisé les schémas techniques afin d'intervenir sur le terrain, et notamment le schéma unifilaire de l'installation.

Le schéma unifilaire suivant reprend entre autres les connexions au niveau de la signalisation pour la ligne 43 voie B entre la loge H25 et les signaux B249 (voie B) et BX249 (voie A).



(1) Sur ce schéma, les lignes 9-10 reprennent les connexions entre les circuits de voie : DV(B249) (correspondant à V(B249), lignes 15-16) + V(B242) + V(B234). Ces trois circuits de voie forment le DV(BH). L'information de l'occupation de la voie (par ces trois circuits de voie) est envoyée dans le paramétrage PLP au niveau de la loge H25 (dans cette version du plan, l'indication "insérer V(B218) dans paramétrage PLP" est toujours présente).

(2) Les lignes 11-12 du schéma reprennent les connexions pour la formation du DV.B(B249) (information d'occupation de la section) dans la loge du signal B249. Sur ce schéma, une seule information est présente : le DV(BH) provenant de la loge H25. Le circuit de voie CV(B218) n'est pas connecté dans ce schéma pour la formation du DV.B(B249).

(3) Aux lignes 13-14 du schéma est reprise la connexion du circuit de voie V(B218) au niveau de la loge du signal o-h.45. L'information est transmise à l'EBP via la loge H25.

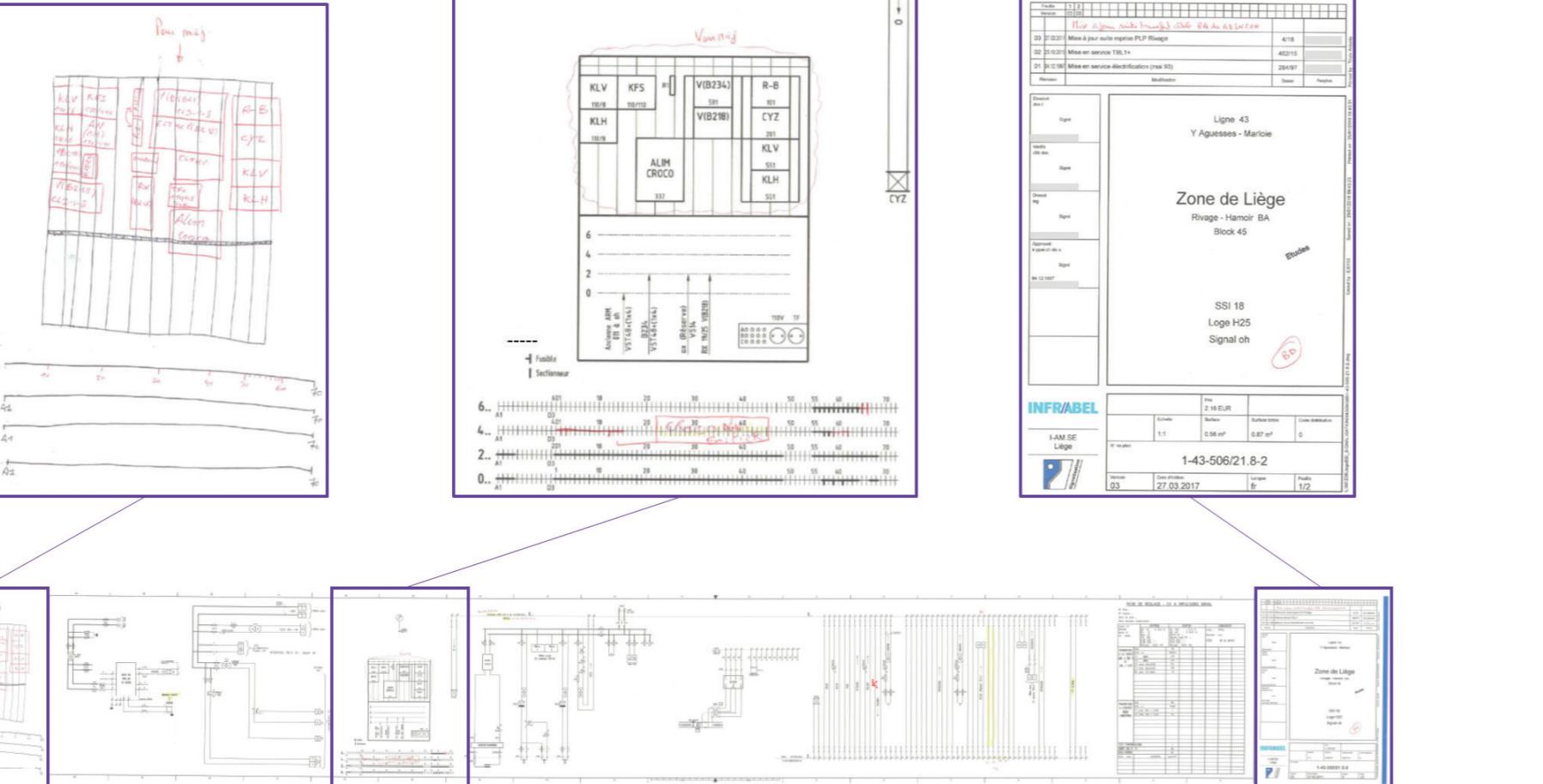
Constatations : La détection de l'occupation de la voie pour la section en aval du signal B249 reprend 3 circuits de voie (CV1, CV2 et CV3) sur les 4 qui constituent la section. L'information d'occupation du 4ème circuit de voie du CV(B218) est bien reprise dans l'EBP-PLP, mais la connexion de ce CV dans l'occupation de la voie pour le signal B249 n'est pas présente : il n'y a pas de somme logique au niveau du câblage.

Il n'y a pas de traçabilité des décisions prises lors des réunions, notamment en ce qui concerne la somme des circuits de voie.

Modification des plans initiaux – plans de la loge du signal o-h.45

La dernière version des plans détaillés de la loge du signal o-h.45 est reprise dans la figure suivante.

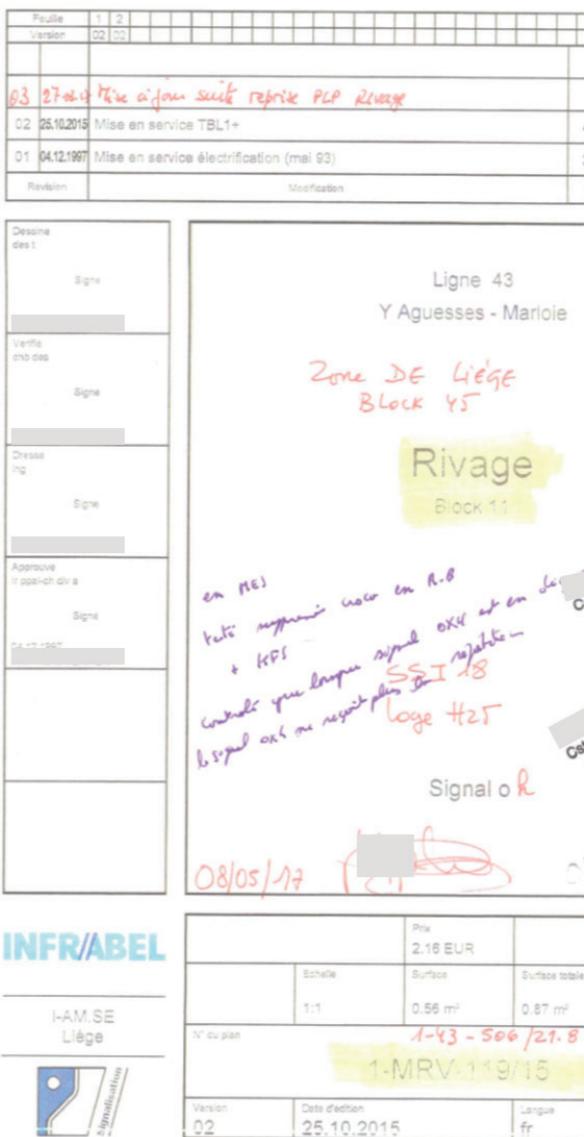
Sur ces plans, des modifications manuelles ont été réalisées, sans possibilité d'établir une traçabilité complète : signature, numéro de version, etc.



Different versions of the detailed plan of the signal box o-h.45 were established during the project to modify the signaling installation of Rivage station.

Sur une version antérieure de ce plan, certaines annotations ont également été réalisées par le chef de secteur technique de l'Equipe 2, sans possibilité de relier ces annotations à des essais ou des modifications réalisées pour la mise en service (cf. annotations en mauve sur la figure ci-contre).

Constatation : Les documents d'élaboration du plan de câblage transmis à l'OE ne permettent pas d'établir avec certitude la chronologie et la traçabilité des modifications apportées aux plans de la loge du signal o-h.45.



3.4.1.5. PARAMÉTRAGE EBP-PLP DE L'INSTALLATION

Le paramétrage EBP-PLP est sous la responsabilité du fonctionnaire dirigeant de l'installation intérieure.

Il s'agit de la réalisation du paramétrage des parties EBP et PLP, de la vérification des fichiers EBP et PLP, ainsi que des essais fonctionnels sur simulateur.

L'ingénieur en charge du projet de l'installation de signalisation transmet les informations concernant la configuration EBP et PLP à un ingénieur en charge de l'élaboration de ces paramètres.

La validation du paramétrage se fait suivant un processus décrit dans la Notice 22.

Il s'agit de :

- vérifier que les principes de paramétrage mis en œuvre sont conformes à ceux établis dans les documents de référence ;
- vérifier, par des méthodes d'essai, que le programme prescrit est obtenu, tant au niveau fonctionnel que sécuritaire.

Au cours du projet, des réunions ont été organisées entre l'ingénieur responsable du paramétrage informatique et l'ingénieur en charge du projet de mise en service de l'installation.

Il n'est pas prévu que des PV de réunion soient rédigés : l'absence de ces PV ne permet pas de retracer les discussions et décisions prises par l'ingénieur responsable du paramétrage informatique et l'ingénieur en charge du projet de mise en service de l'installation.

Constatation : Dans la section précédente, il a été montré qu'une information a été perdue entre différentes versions du plan de câblage concernant la somme des CV dans le paramétrage PLP.

Cette perte d'information n'a pas été détectée par l'ingénieur ou l'équipe en charge du projet.

Sur base des informations transmises à l'OE, il n'est pas possible d'établir si la disparition de cette information est survenue lors d'une retranscription d'une nouvelle version du plan de câblage par le bureau de dessin, ou par l'équipe en charge du paramétrage.

3.4.2. CONTRÔLES POUR LA MISE EN SERVICE DE L'INSTALLATION DE SIGNALISATION

La mise en service d'une installation de signalisation se fait suivant la Notice 22, qui permet d'établir le plan des vérifications et essais à réaliser afin de démontrer le bon fonctionnement et la sécurité de l'ensemble de l'installation, que ce soit pour la première mise en service de cette installation ou suite à des modifications dans une installation existante.

Les essais à mener lors de la mise en service doivent démontrer le bon fonctionnement et la sécurité de l'ensemble. Les essais sont de plusieurs types :

- essais fonctionnels : vérifications que le système testé satisfait au programme d'exploitation demandé ;
- essais de sécurité : vérifications que le système testé satisfait aux principes de sécurité ;
- essais d'intégration : essais ayant pour but de vérifier la cohérence de l'ensemble du poste EBP-PLP depuis le poste de travail EBP jusqu'aux éléments en campagne. Ils visent donc à vérifier la cohérence entre le paramétrage EBP, le paramétrage PLP et l'installation extérieure.

3.4.2.1. VÉRIFICATIONS PRÉALABLES ET ESSAIS FONCTIONNELS ET DE SÉCURITÉ

Partie installation EBP/PLP

Avant la réalisation des essais, des vérifications systématiques sont effectuées, portant sur :

- l'équipement,
- le raccordement,
- les liaisons de communication,
- l'alimentation.

La Notice 22 décrit (pour les modules PLP en campagne, le paramétrage PLP et le paramétrage EBP) :

- les essais préalables,
- les essais fonctionnels,
- les essais de sécurité.

La Notice 22 reprend également les formulaires/tableaux/checklists pour la réalisation de ces essais.

Pour la mise en service de l'installation de signalisation de Rivage, les essais de sécurité¹⁹ ont été réalisés suivant les prescriptions et documents repris dans la Notice 22 et ses annexes (essais relatifs à la partie installation EBP/PLP).

Les fiches pour ces essais ont été complétées conformément à la Notice 22 par le chef de secteur technique signalisation au cours des mois ou semaines précédent la mise en service. Elles ont été validées par la suite par l'ingénieur signalisation dans les jours précédant la mise en service (cfr figure suivante).

Notice 22		Chapitre 5		Vérifications et essais du paramétrage PLP	
				Essais de sécurité des avertisseurs indépendants et des signaux non desservis	
				Scheme: FC ARRIÈRE TRAVERSÉE + ZL vot = 53	
				VIXL/SSI 18	
Conditions d'essai		Installations: FL45 - Rivage		Vérifications et essais du paramétrage PLP	
<ul style="list-style-type: none"> - pas de tracé établi - commandes à partir du XIOSIad ou de l'EBP 		Formalisme 6.3		Essais de sécurité des avertisseurs indépendants et des signaux non desservis	
Nr.	ACTIONS - vérifications des aspects	Appareil	S 1/1P	S 1/1P	OBSERVATIONS
1	Simuler la mise au passage du signal répété non desservi ou le cas échéant, commander un tracé et une sélection au signal répété desservi	Trackside ou EBP	✓	✓	
	- vérifier les bits d'aspects principaux et complémentaires au signal traité	Trackside	✓	✓	
	Simuler la perte du rythme du signal répété (Rem 1)	Trackside	✓	✓	
	- vérifier les bits d'aspects principaux et complémentaires au signal traité	ve	x/xx/xx	x/xx/xx	
	ve	Jaune	✓	✓	
	ve-Jaune-Vert	✓	✓	✓	
	ve-Rouge-Vert	✓	✓	✓	
	ve-Vert	✓	✓	✓	
	ve-2a = Rouge-Jaune-Vert	✓	✓	✓	
	LIM	✓	✓	✓	
	LIM	✓	✓	✓	
	LIM	✓	✓	✓	
Date, nom et visa du délégué aux essais	Date, nom et visa du responsable des essais	Ca signalisation	0 11 2012	29 / 07 / 2012	0 2 NOV. 2012

¹⁹ Fiche de test pour les équipements de comptage d'essieux AC100 & ZPD431. Essais de sécurité des aiguillages ; Essais de sécurité des points de détection (dp) ; Essais de sécurité des zones de comptage (CAT ou ACAT) ; Essais de sécurité des blocages BSP et BSRM ; Essais de sécurité des slots ; Essais de sécurité des routes ; Essais de sécurité de la libération ; Essais de sécurité des PN non équipés du système ZAX-DUO ; Essais de sécurité des avertisseurs indépendants et des signaux non desservis ; Essais de sécurité du démarrage d'un SSI. Délimitation des cas du tableau I et tableau II ; Contrôle des cohérences des fractions

En ce qui concerne les signaux non desservis (*Vérifications et essais du paramétrage PLP - Essais de sécurité des avertisseurs indépendants et des signaux non desservis*), il s'agissait au cours de ces essais de sécurité de vérifier que le paramétrage satisfait aux principes de sécurité.

Dans ce cas, cela consistait à vérifier entre autres :

- que toutes les conditions d'ouverture sont correctement matérialisées, à savoir que le signal se referme lors de l'application de différentes commandes, et notamment par l'occupation de chaque track de la section couverte ;
- tous les aspects possibles (principaux et complémentaires) que le signal doit présenter, ainsi que l'émission des répétitions.

Les essais de sécurité ont été réalisés pour les signaux B198 (L43, voie B) et AX198 (L43, voie A), situés en aval de la gare de Rivage en direction de Liège par le chef de secteur technique (délegué aux essais) et validé par l'ingénieur (responsable des essais) (cfr figure ci-avant).

Partie installation à relais

Le signal B249 est un grand signal d'arrêt non desservi, situé en zone non EBP, fonctionnant en technologie "Tout-Relais".

La Notice 22 décrit les vérifications et les essais fonctionnels et essais de sécurité à réaliser pour la mise en service d'une installation à relais :

- sur les loges et/ou armoires en campagne
- sur les appareils qui leurs sont associés.

Dans le cadre des essais de sécurité des signaux, la procédure prévoit de contrôler l'aspect des signaux (grand signal d'arrêt desservi ou non desservi, signal avertisseur indépendant, petit signal d'arrêt).

Pour les signaux non desservis, on doit notamment vérifier les conditions d'ouverture, à savoir entre autres chaque CV ou ACAT que comporte la section couverte.

Dans le cadre du projet de modification de l'installation de Rivage, alors que cela était prévu dans la Notice 22, le programme d'essai n'a pas intégré d'essai du signal B249.

3.4.2.2. ESSAIS D'INTÉGRATION

Les essais d'intégration constituent la dernière étape avant la mise en service d'une installation. Une partie des essais est réalisée avant la mise en service, et l'autre partie sur le site réel le jour de la mise en service. Le but est de tester la cohérence de l'ensemble de l'installation.

La Notice 22 décrit le scope des essais à réaliser en fonction des technologies présentes, dans le chapitre 8 (pour une installation EBP/PLP) et dans l'appendice B (pour une installation à relais).

Le but étant de tester la cohérence de l'ensemble de l'installation, il est obligatoire notamment que toutes les commandes et contrôles soient exécutés à partir de l'application EBP, et que toutes les actions et contrôles sur l'installation extérieure soient exécutés sur les équipements finaux en campagne (ou à partir de la loge, si mentionné dans les tableaux d'essais).

Scope des essais d'intégration

Le scope des essais d'intégration est déterminé suivant les principes décrits dans la section précédente, à savoir que : les essais d'intégration sont réalisés sur certains éléments qui sont nouveaux, qui ont été modifiés ou déplacés, parmi les éléments repris dans une liste.

Dans cette liste se trouvent entre autres :

- les signaux,
- les CV,
- les signaux gérés par un poste ou par une installation de block automatique voisine, aux limites de la zone touchée par les travaux.

Pour les signaux gérés par un poste ou par une installation de block automatique voisine, aux limites de la zone touchée par les travaux, les essais sont à réaliser pour :

- les répétitions émises et reçues ;
- leur condition d'ouverture et leurs aspects, lorsque des modifications ont été apportées au système de détection des convois.

L'ingénieur responsable de l'équipe 2 a établi le scope des essais d'intégration, c'est-à-dire qu'il a rédigé une liste de l'ensemble des éléments qui devaient être testés.

Cela nécessitait de déterminer l'ensemble des trajets à réaliser par la locomotive utilisée pour la réalisation des essais d'intégration. Cette liste des éléments à tester a ensuite été confrontée à celle établie par le chef de secteur technique, et a été validée. Les essais d'intégration ont été préparés deux semaines avant la date de mise en service.

Bien que le signal B249 remplissait les conditions pour faire partie du scope tel que décrit dans la Notice 22, le signal B249 ne faisait pas partie de la liste des signaux sélectionnés dans le scope des essais d'intégration.

Réalisation des essais d'intégration

Dans le cadre de la mise en service de l'installation de signalisation de Rivage, les essais d'intégration suivants ont été réalisés suivant les prescriptions et documents repris dans les annexes du chapitre 8 de la Notice 22 (Essais d'intégration du système complet EBP/PLP) :

- Essais d'intégration des aiguillages ;
- Essais d'intégration des CV et des zones de comptage ;
- Essais d'intégration des signaux ;
- Essais d'intégration des slots et des blocages ;
- Essais d'intégration des PN (notamment le PN26, situé entre les signaux B249 et O-H.45).

Les essais consistaient à mettre au passage le ou les signaux concernés et à faire circuler un train d'essai sur des parcours prédéfinis, au cours desquels les vérifications suivantes devaient être opérées :

- l'affichage de l'aspect correct en campagne,
- les répétitions correctes émanant d'un autre poste et/ou émises vers un autre poste,
- la continuité de détection de voie libre
- le fonctionnement correct du processus de libération.

Dans le cadre de la mise en service de la gare de Rivage, des sous-routes ont donc été établies préalablement par l'ingénieur en charge des essais.

Lors des essais en campagne, l'aspect des feux de signalisation était alors vérifié en fonction des itinéraires effectués avec le train d'essai.

Sur base du document décrit dans l'annexe 2 du chapitre 8 de la Notice 22, l'ingénieur en charge des essais a élaboré son propre format de fiches d'essais :

- une fiche relative aux parcours a été utilisée pour suivre la chronologie des signaux testés au cours des essais;
- une fiche relative aux aspects des signaux a été établie pour valider les informations présentées durant le parcours des itinéraires. Un extrait de cette seconde fixe est repris dans la figure suivante, pour le signal O-H.45²⁰.

O-H.45						
Littéra	GT	Armoire			Chiffre 46	
N°	Cheminée	Tracé 1	Tracé 2	Tracé 3	Aspect feu	Complémentaire
1					R	
2	>> 382	B198 fermé			2J	6
3		B198 ouvert			V	5
4	>> 383				R	4
5	>> 384				2J	4
6	>> 385				2J	4
7	>> 386				2J	4
8	> 396 (OU-H)				R (couplé)	
9		> 392 (NU-H)			R (couplé)	
10			> 382		BM	
11			> 383		BM	
12			> 384		BM	
13			> 385		BM	
14			> 386		BM	
15			> 387		BM	

Toutefois, ces fiches établies par l'ingénieur ne reprennent pas l'ensemble des informations qui sont demandées dans les *templates* et *checklists* de la Notice 22, et notamment les informations suivantes : date, nom et visa des délégué aux essais et responsable des essais.

Il y a donc une moindre traçabilité des informations avec ces fiches dont le formalisme n'est pas décrit dans la notice.

²⁰ Au cours des parcours réalisés avec une locomotive, les sections sont parcourues à plusieurs reprises, suivant les itinéraires préalablement établis. Les différents aspects des signaux (ex. pour O-H.45 rouge, Double-Jaune et vert) n'ont été testés qu'une seule fois.

Les essais concernant les signaux desservis, non desservis et les avertisseurs indépendants ont été réalisés en campagne le 06/11/2017.

Sur les figures suivantes sont repris les signaux compris dans la section entre les signaux B249 et O-H.45 (voie B) et AX249 et OX-H.45 (voie A) de la ligne 43.

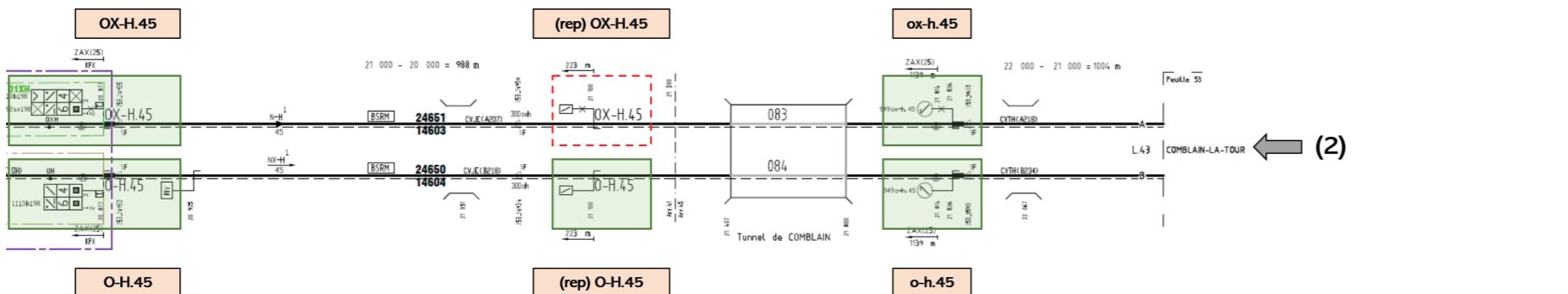
Sur ces figures sont indiqués les signaux sur lesquels les essais ont été réalisés.

En ce qui concerne la voie B, les essais sur les aspects des signaux O-H.45, répétiteur O-H.45 et o-h.45 ont été réalisés.

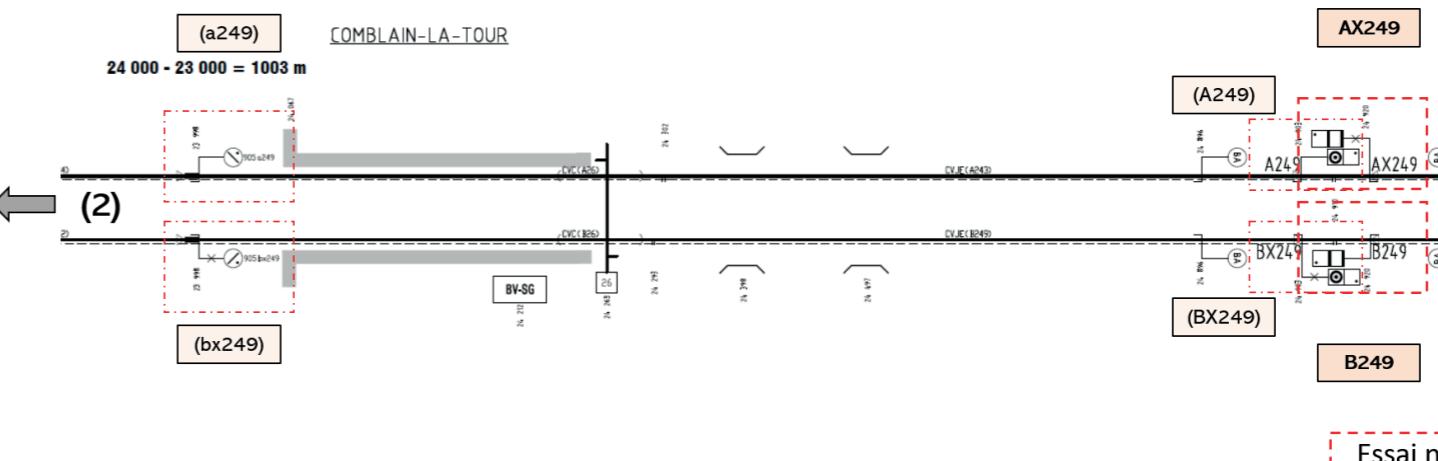
Le signal B249 n'est pas repris dans la liste des signaux qui ont été testés.

En ce qui concerne la voie A, les essais sur aspects des signaux OX-H.45 et ox-h.45 ont été réalisés. Les signaux répétiteur OX-H.45 et AX249 ne sont pas repris dans la liste des signaux qui ont été testés.

Constatation : Les essais d'intégration concernant les signaux desservis, non desservis et les avertisseurs indépendants ont été réalisés en campagne le 06/11/2017. Les essais ont été réalisés suivant un document élaboré par l'ingénieur. Le signal B249 ne faisait pas partie des signaux testés.



74



Essai non-réalisé

Essais d'intégration relatifs aux itinéraires : litteras des signaux des lignes 42 et 43

Les essais relatifs aux itinéraires ont été effectués le 06/11/2017 pour l'installation de signalisation de la gare de Rivage.

Les éléments à tester étaient répartis sur les lignes 42 et 43. Sur ces deux lignes, on retrouve des signaux qui comportent des litteras identiques (par exemple le signal b249).

Sur le document utilisé pour les essais d'intégration relatifs aux itinéraires, le numéro de la ligne n'est pas renseigné pour les signaux testés (voir figure suivante).

b249						
Littera	Cheminée	Tracé 1	Tracé 2	Tracé 3	Aspect feu	Complémentaire
1		B249 fermé			✓	.
2		B249 ouvert			✓	.

Constatation : Sur base du document utilisé pour réaliser les essais d'intégration relatifs aux itinéraires, il n'est pas possible d'identifier de manière univoque les signaux testés étant donné les litteras identiques sur les deux lignes testées.

3.4.2.3. STATUS REPORT OF INSTALLATION (SRI) POUR LA MISE EN SERVICE DE L'INSTALLATION DE RIVAGE

Suivant la Notice 22, les résultats des essais et les anomalies détectées sont consignées dans des fiches d'essais préétablies, et cela constitue le dossier d'essai relatif au projet.

Le fonctionnaire dirigeant de l'installation extérieure est responsable de la création et de la mise à jour du dossier.

Dans le cadre de la mise en service de l'installation de signalisation de Rivage, le SRI n'a pas été réalisé.

Toutefois, comme détaillé dans les sections précédentes, les fiches des différents essais ont été complétées, et les rapports d'anomalie ont été rapportés suivant la procédure dans des SiPR (Signalling Problem Report) et traités avant la mise en service.

3.5. DOCUMENTATION DU SYSTÈME OPÉRATOIRE

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

A 6h55, le conducteur E7675 avise par téléphone le block 45 (surveillant des lignes 42, 43 et 125) d'une anomalie dans la succession des signaux rencontrés. Cette information est ensuite également transmise par le conducteur au Traffic Control.

Aucune alarme GSM-R n'a été lancée par le conducteur E7675.

Aucune alarme n'a été lancée par le block 45 ou le Traffic Control.

A 6h59, le block 45 informe le RACOR (Regional Asset Control and Operations Room) pour demander le rappel d'un technicien (électro).

A 7h14, un dispositif d'attention en EBP (Tableau 4) est placé par le block 45 sur le tronçon entre les gares de Bomal et Rivage avec pour motif "SCr : *espacement train*". Ce dispositif évite la mise au passage prématurée des signaux desservis donnant accès au tronçon concerné.

Il ne peut être levé que par le surveillant (Safety Controller) afin de permettre l'engagement d'un train dans le tronçon après réponse à une question générée par le système EBP.

Cette mesure vise à limiter les circulations à un seul train dans le tronçon concerné, et limiter le risque de rattrapage.

Cette mesure de protection a été confirmée vers 9h40 par le Manager Infrastructure Area SE.

Entre l'émission de l'annonce et la prise de mesures concrètes, 20 minutes se sont écoulées. Cependant, le trafic est très limité sur ce tronçon dans les heures qui suivent le passage de l'E7675 (soit un train par heure et par sens de circulation, avec quelques trains de marchandise (2 ou 3) qui viennent s'intercaler dans les circulations sur la journée).

3.6. INTERFACE HOMME-MACHINE-OPÉRATION

3.6.1. GESTION DES COMPÉTENCES

3.6.1.1. INGÉNIEUR EN CHARGE DU PROJET (EQUIPE 2)

L'ingénieur en charge du projet pour l'Equipe 2 est entré en service en 2009.

A son entrée en service, il a suivi une formation d'une vingtaine de jours portant notamment les installations Tout-Relais et PLP (ainsi que la voie, les aiguillages, les PN, etc.). Il a ensuite pris part à des projets ETCS pendant 6 ans. Il a obtenu sa régularisation en 2011. A cette période, il n'existe pas de formation concernant les projets ETCS.

A partir de 2015, il prend part à des projets différents : travaux de modernisation de passages à niveau, suppression de crocodiles, travaux sur des installations Tout-Relais, etc.

En 2017, il participe à un projet sur la ligne 43 à Bomal (technologie EBP I/O). En avril 2017, ce travail se termine. Il est appelé pour travailler sur le projet de mise en service de la gare de Rivage (technologie EBP/PLP), étant donné la charge importante des équipes en charge du projet à l'époque.

Ce projet constitue sa première expérience de mise en service en technologie EBP/PLP.

Avant 2017, aucune formation à la Notice 22 n'était dispensée. Il s'agissait d'une autoformation à l'utilisation de cette procédure.

Une formation à l'utilisation de la Notice 22 était prévue en 2017. Une première journée a eu lieu en juin et l'ingénieur en charge du projet y a pris part, ainsi que le chef de secteur technique. Cette formation n'a pas compté d'autres journées par la suite.

3.6.2. STRUCTURE ET RESPONSABILITÉS

3.6.2.1. PERSONNEL EN CHARGE DES ESSAIS

Pour les vérifications préalables et les essais fonctionnels et de sécurité :

- le délégué aux essais était le chef de secteur technique signalisation de l'Equipe 2
- le responsable des essais était l'ingénieur signalisation de l'Equipe 2.

Le scope des essais d'intégration a été :

- élaboré par l'ingénieur en charge du projet
- validé par le chef de secteur technique.

Pour les essais d'intégration du système complet EBP/PLP :

- le délégué aux essais était le chef de secteur technique signalisation de l'Equipe 2
- le responsable des essais était l'ingénieur signalisation de l'Equipe 2.

Pour les essais d'intégration sur les signaux :

- la liste des itinéraires à parcourir et des signaux à tester a été établie par l'ingénieur en charge du projet.
- les essais en campagne ont été réalisés par l'ingénieur.

3.6.3. CONTRÔLES

3.6.3.1. AUDITS INTERNES

Des audits concernant l'application de la Notice 22 dans différentes areas (Nord-Est, Centre, Sud-Ouest) ont été réalisés en 2016 dans le cadre du plan d'action "Roadmap incidenten EBP-PLP" par une société externe.

Lors de ces audits, la compréhension de la Notice 22 par le personnel a été vérifiée et plusieurs constatations ont été formulées dans un rapport (10/2016).

Les audits ont révélé plusieurs non-conformités, anomalies et remarques concernant l'application de la Notice 22 dans les areas analysées.

Ces non-conformités, anomalies et remarques portaient sur différents niveaux d'application de la Notice. Les conclusions mentionnent que la Notice 22 est perçue comme la base essentielle pour la mise en service d'une installation mais que, dans certains cas, son application n'est pas correcte.

Ces audits n'ont pas été menés dans l'area Sud-Est, responsable du projet de mise en service de la gare de Rivage. Ces audits n'ont pas été reproduits sur base annuelle.

Les résultats des audits réalisés en 2016 ont été présentés au cours du séminaire annuel "Signalisation" de l'année 2017.

Suite à ces audits, un plan d'action a été mis en place. Les résultats de ce plan d'actions n'ont pas été transmis à l'Organisme d'Enquête.

En avril 2018 un second audit a été réalisé pour étudier la mise en œuvre du plan d'actions suite aux audits de 2016.

3.7. ÉVÉNEMENTS ANTÉRIEURS DE NATURE COMPARABLE

3.7.1. IZEGEM - 26/04/2007

Le 26 avril 2007, le train de voyageurs E818 entre en gare d'Izegem sur le quai 2 pour effectuer un arrêt commercial. Après embarquement des voyageurs, le personnel de bord donne le signal que les opérations sont terminées. Le train E818 démarre en direction de Kortrijk. Immédiatement après le départ du train E818, le train ER8991 vide de tout passager entre en gare à pleine vitesse, également sur la voie 2. Le conducteur du train ER8991 remarque à ce moment qu'un train occupe la même voie et actionne un freinage d'urgence, mais la collision ne peut être évitée. Les conséquences de l'accident sont importantes, avec 53 blessés légers et des dégâts importants à l'infrastructure.

L'enquête²¹ a confirmé que le signal d'entrée de la section présentait un aspect ouvert lors du passage du train ER8991. La cause de cette défaillance était que l'information de détection de la présence du train E818 sur le circuit de voie occupé au moment de la collision n'était pas transmise au signal d'entrée sur la section. Il n'y avait donc pas de lien entre ce CV et le signal protégeant la section.

Quelques jours avant la collision, des travaux de déplacement de certains signaux avaient été effectués sur les lieux de l'évènement. Il est apparu que lors des travaux de transformation, les circuits de voie des quais n'ont pas été connectés à ceux devant assurer l'accès sécurisé à la section (cela s'est avéré le cas pour les deux voies). Un examen plus approfondi a montré que ces connexions n'étaient pas prévues dans le projet de transformation de l'installation de signalisation, et que pour plusieurs raisons ce manque n'est apparu à aucun moment, que ce soit pendant les travaux ou les essais de mise en service.

3.7.2. OTTIGNIES - 08/05/2012

Le 08/05/2012 à 17h10, le conducteur du train 47864 de l'entreprise ferroviaire B-Logistics (Antwerpen- Noord Bundel N - Châtelet-Formation, 2 locomotives type 13 et 20 wagons, 256 mètres, 1528 tonnes) s'engage dans la section en aval du signal A298 (géré par le block 29 de technologie EBP d'Ottignies). Lorsque le train 47864 passe le signal A298, celui-ci présente l'aspect Double-Jaune.

À ce moment, la section est déjà occupée par le train E8757 de l'entreprise ferroviaire SNCB (Bruxelles-Midi - Châtelet, 2 AM classiques), celui-ci étant arrêté en amont du signal C.7 pour appliquer une procédure E370 (Ordre de circulation avec restriction : présence de personnes le long de la voie).

À 17h30, l'erreur de signalisation se produit une seconde fois. Le conducteur du train E4567 de l'entreprise ferroviaire SNCB (Ottignies - Tamines, 3 AM classiques) constate que le signal A298 présente l'aspect Double-Jaune, alors que la section d'aval est encore occupée par le train 47864 immobilisée en amont du signal C.7 afin d'appliquer la procédure E370.

En aval du signal A298 se trouvent quatre CV (circuits de voie). Lors de la reprise en EBP en 2009 du signal A298, le relais du premier CV et le relais DV (reprenant les quatre CV) sont placés dans la loge R6 (loge provenant de l'atelier d'Etterbeek). Les relais des trois autres CV se trouvent dans une autre loge et sont reliés par câbles à la loge R6.

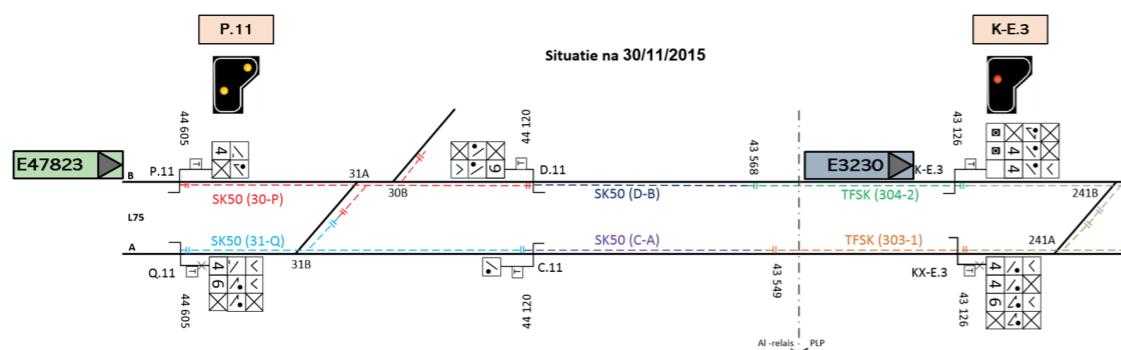
Dans cette loge, les 4 différents CV sont correctement connectés au relais DV. Par contre, le module PLP est uniquement relié au relais du premier circuit de voie (CV A298/1) et pas aux 4 CV comme cela aurait dû être le cas.

Il en résulte que lorsqu'un train franchit le signal A298 et occupe le premier CV, il est correctement détecté par le module PLP. Toutefois, lorsque ce train libère le premier CV, le module PLP reçoit une information de libération de la section, les trois CV suivant n'étant pas connectés au module PLP. Le système EPB remet alors le signal A298 au passage alors que le train se trouve toujours dans la section.

3.7.3. KORTRIJK - 01/12/2015

Le mardi 1er décembre 2015 vers 10h30, le train de marchandises E47823 reliant Mouscron à Courtrai emprunte la voie B de la ligne 75. À l'approche de Courtrai, le conducteur rencontre le grand signal d'arrêt P.11 (BK 44.605) indiquant le Double-Jaune (voir figure ci-dessous). Ce signal sert de signal avertisseur pour le grand signal d'arrêt K-E.3 situé 1481m en aval.

Le train de marchandises passe le signal P.11 vers 10h35 et lorsque qu'il approche du signal K-E.3 (BK 43.126), il voit un train de voyageurs s'éloigner de sa section. Le conducteur signale alors cet incident au Traffic Control.

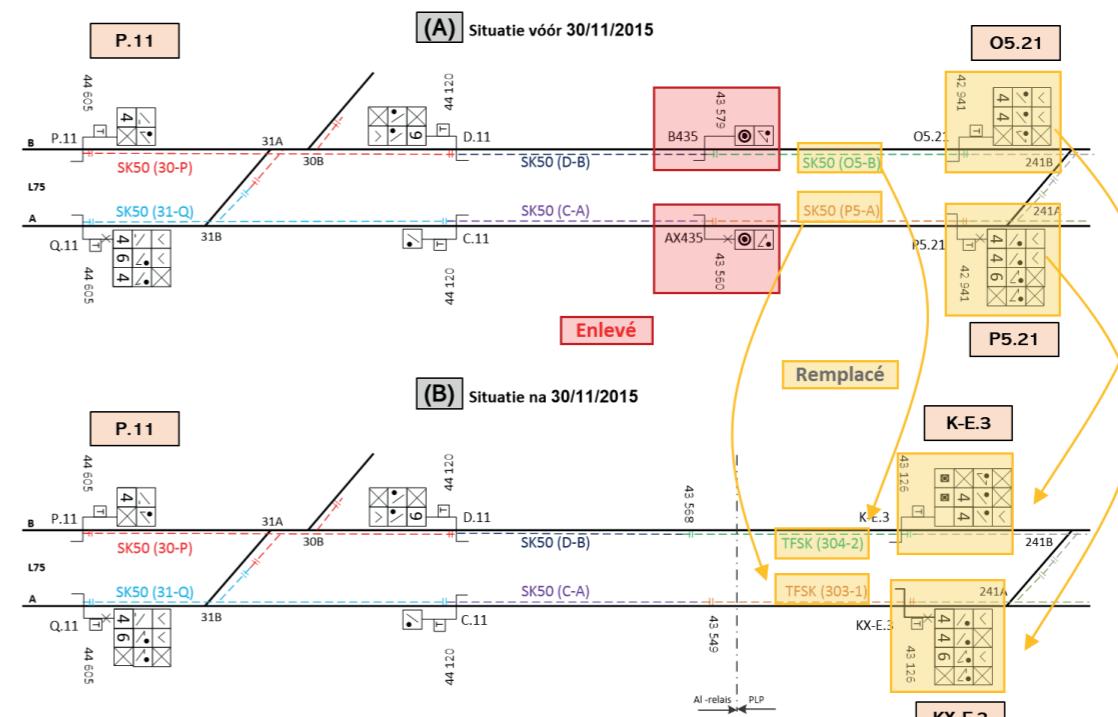


Le week-end du 29-30/11/2015, la signalisation du bloc de signalisation 21, où l'incident a eu lieu, a été renouvelée et reprise en EBP/PLP (voir figure ci-dessous : situation (A) avant reprise EPB-PLP et situation (B) après reprise).

Avant la reprise, il y avait 2 circuits de voie pour la section entre le signal P.11 et le signal B435 et un circuit de voie pour la section entre le signal B435 et le signal O5.21 (situation (A)).

Le signal non desservi B435 (BK 43.579) a été supprimé, et le nouveau signal K-E.3 a remplacé le signal O5.21. Une longue section de 3CV a donc été créée entre les signaux desservis P.11 et K-E.3 (situation (B)).

Après la reprise, la connexion vers le dernier circuit de voie de la nouvelle section créée était manquante. De ce fait, lorsqu'un train se trouvait sur ce circuit de voie, il n'était pas pris en compte dans les conditions d'ouverture du signal P.11, qui pouvait dès lors présenter un aspect ouvert (voir situation présentée sur figure précédente).



4. ANALYSE ET CONCLUSIONS

4.1. COMPTE RENDU FINAL DE LA CHAÎNE D'ÉVÉNEMENTS

Le 06/09/2018 à 4h05, le train de marchandises (Z36410) démarre de la gare de Virton Voyageurs en direction de la gare de Visé-CBR.

A 6h38, le train de marchandises circule sur la ligne 43 (voie B) et dépasse le signal avertisseur o-h.45 qui présente l'aspect Double-Jaune, indiquant que le signal suivant O-H.45 est à considérer comme fermé (aspect Rouge).

Le conducteur du train de marchandises effectue un freinage et immobilise son train à 6h42 au pied du signal O-H.45 qui est fermé (aspect Rouge).

A ce moment, le train de marchandises occupe le dernier circuit de voie (CV4) de la section entre les signaux B249 et O-H.45. Cette section fait partie d'une zone à signalisation automatique : les signaux dans ces parties sont non desservis, c'est-à-dire qu'ils sont commandés par le système de détection des trains dans la section.

Etant donné la présence du train de marchandises dans la section en aval du signal B249, le signal B249 donnant accès à cette section doit être fermé (aspect Rouge).

Le 06/09/2018 à 6h08, le train de voyageurs (E7675) a démarré de la gare de Rochefort-Jemelle en direction de la gare de Liège-Saint-Lambert. Il circule également sur la ligne 43 à partir de Marloie.

Vers 6h38, il quitte la gare de Bomal sur la voie B de la ligne 43 et effectue un arrêt commercial en gare de Hamoir vers 6h45, pour continuer ensuite son trajet.

Le train de marchandises est quant à lui toujours arrêté au pied du signal O-H.45, fermé (aspect Rouge).

Le train de voyageurs poursuit sa progression et rencontre le signal B249. Ce signal présente l'aspect Vert (ouvert) : étant donné la présence du train de marchandises dans la section en aval du signal B249, ce signal aurait dû présenter un aspect Rouge (fermé).

Le train de voyageurs franchit le signal B249, continue son trajet et effectue un arrêt commercial au PANG de Comblain-la-Tour.

Il redémarre ensuite en direction de la gare de Rivage. Il franchit alors le signal avertisseur o-h.45 qui présente l'aspect Double-Jaune, indiquant que le signal suivant O-H.45 est à considérer comme fermé (aspect Rouge).

Le conducteur entame alors un freinage, conformément à la procédure.

A la sortie du tunnel de Comblain-la-Tour, le conducteur du train de voyageurs aperçoit un reflet rouge. Selon son expérience et sa connaissance de la ligne, il déduit que cela ne peut pas être le signal O-H.45 qui se trouve plus de 500 mètres plus loin.

Il effectue un freinage maximum et immobilise son train à environ 100 mètres derrière la queue du train de marchandises (Z36410) dont il avait aperçu le signal de queue rouge par reflet.

A 6h55, le conducteur du train de voyageurs E7675 avise par téléphone le block 45 d'une anomalie dans la succession des signaux rencontrés.

Cette information est ensuite également transmise par le conducteur au Traffic Control (6h59).

4.2. DISCUSSION

4.2.1. ANALYSE DES FACTEURS TECHNIQUES

Sur base des informations obtenues dans le cadre de cette enquête, il apparaît que la signalisation a présenté un aspect moins restrictif qu'attendu : lors du passage du train E7675, le signal B249 présentait l'aspect Vert alors qu'un train occupait alors la section en aval.

Le signal B249 se trouve dans une zone à fonctionnement automatique. Les signaux dans cette partie de la ligne 43 sont non desservis : ils ne sont pas commandés par un opérateur d'un poste de signalisation mais par le système de détection des trains dans la section.

L'information de l'occupation des circuits de voie dans cette zone n'est donc pas répercutée sur l'image EBP du desservant de la zone. Aucune action sur la signalisation n'est réalisable depuis un poste EBP pour cette partie de tronçon. Seule l'information d'occupation du dernier circuit de voie en amont du signal O-H.45 est disponible au niveau de l'EBP.

Dans la section entre les signaux B249 et O-H.45 où l'incident a eu lieu, l'information d'occupation de la section est constituée de 4 circuits de voie. Le principe est que, si au minimum un des CV de la section est occupé, la section complète est considérée comme occupée, et le signal d'accès de la section (le signal B249) doit afficher un aspect Rouge (fermé).

Afin de générer l'information d'occupation de la voie pour la section complète entre les signaux B249 et O-H.45, il est nécessaire d'établir la somme des informations d'occupation individuelles de chaque CV de la section. Deux solutions sont envisagées :

- par paramétrage PLP : réaliser la somme des trois premiers CV (CV1, CV2, CV3) et du dernier CV (CV4) d'un point de vue informatique par le paramétrage PLP ;
- par câblage : réaliser la somme logique entre la somme des trois premiers (CV1+CV2+CV3) et le dernier CV (CV4) via une connexion câblée au niveau d'une loge (loge du signal o-h.45 dans ce cas).

Lors de la modification de l'installation de signalisation de la gare de Rivage, il apparaît que ni la solution du paramétrage PLP ni la solution de la somme logique au niveau du câblage n'a été appliquée : un élément était manquant dans l'information de la détection de l'occupation de la section qui conditionne l'aspect du signal B249.

D'un côté, l'information de la somme des CV au niveau du paramétrage PLP a été supprimée entre deux versions des plans de câblages. Les documents disponibles ne permettent pas d'établir la chronologie et la traçabilité des modifications apportées aux plans de câblage de l'installation de signalisation.

D'un autre côté, la connexion câblée du CV4 au niveau de la loge du signal o-h.45 n'a pas été prévue dans les plans de l'installation de Rivage. L'information d'occupation du CV4 était bien transmise au système EBP-PLP, mais la connexion de ce CV pour le signal B249 n'était pas présente : il n'y avait donc pas de somme logique au niveau du câblage.

La succession des diverses versions des plans n'a pas permis de constater l'erreur.

Selon la Notice 22, des essais sont prévus avant la mise en service de l'installation de signalisation. Ils doivent permettre de démontrer le bon fonctionnement et la sécurité de l'ensemble de l'installation.

Avant la mise en service de l'installation de Rivage, des essais de plusieurs types ont été réalisés :

- essais fonctionnels : vérifications que le système testé satisfait au programme d'exploitation demandé ;
- essais de sécurité : vérifications que le système testé satisfait aux principes de sécurité ;
- essais d'intégration : essais ayant pour but de vérifier la cohérence de l'ensemble du poste EBP-PLP depuis le poste de travail EBP jusqu'aux éléments en campagne.

Lors de l'élaboration du scope des essais d'intégration, le signal B249 donnant accès à la section n'a pas été pris en compte dans la liste des éléments à tester. L'absence du CV4 dans la détection de l'occupation de la voie n'a pas été détectée, que ce soit au niveau du paramétrage EBP-PLP ou des connexions câblées.

Les essais effectués lors de la mise en service n'ont pas permis de déceler l'erreur : l'absence de l'information d'un circuit de voie dans l'occupation de la section, engendrant la situation où le signal B249 pouvait se trouver en position ouverte alors qu'un train occupait la section en aval.

4.2.2. ANALYSE DU SGS

C'est au travers de son système de gestion de la sécurité (SGS) que le gestionnaire d'infrastructure définit l'organisation et les dispositions établies pour assurer la gestion sûre de ses activités. Son SGS doit ainsi refléter le respect de ses obligations en matière de sécurité. C'est dans le cadre du projet de concentration de cabines de signalisation que les travaux ont été effectués sur la signalisation de la gare de Rivage, et ces travaux ont impliqué plusieurs équipes. L'ensemble des tâches et procédures soutenant ces travaux doivent répondre aux exigences définies dans divers chapitres du SGS.

4.2.2.1. PROCESSUS D'AMÉLIORATION

Amélioration continue

Elaborée sur base d'un document reprenant les principes à suivre pour la mise en service d'une installation de signalisation, la première édition de la Notice 22 date de l'année 2000. Depuis, la Notice 22 a subi de nombreuses adaptations et elle a été étoffée de chapitres qui suivent les technologies de signalisation et d'annexes reprenant des modèles de fiches d'essais. Elle constitue un document de référence, décrivant les essais nécessaires pour la mise en service d'une installation de signalisation.

Apprentissage des accidents et incidents

Dans le passé, des cas de signalisation moins restrictive qu'attendu, contraire à la sécurité, sont survenus (à Izegem en 2007, à Ottignies en 2012 et à Kortrijk en 2015).

L'analyse de ces incidents montrent des problèmes similaires. Lors de travaux de modification de la signalisation:

- des circuits de voies ne sont pas connectés entre eux ;
- les connexions ne sont pas prévues sur les plans de transformation ;
- les tests et essais n'ont pas permis de détecter l'anomalie.

La gravité de tels dysfonctionnements a poussé le management d'Infrabel à réagir (discussions d'équipes, information aux membres du personnel, etc.) afin :

- d'augmenter la conscientisation des équipes à l'importance du respect des procédures décrites dans la Notice 22 ;
- de limiter le risque de reproduction de ces erreurs.

Les mesures prises par le gestionnaire de l'infrastructure suite à ces cas similaires et les améliorations apportées au cours des différentes éditions de la Notice 22 n'ont pas permis d'empêcher l'incident de Comblain-la-Tour de survenir.

4.2.2.2. PLANIFICATION

Analyses des risques

Afin de respecter les exigences européennes liées au Règlement 402/2013, l'acceptabilité des risques d'un changement significatif doit être évaluée.

Infrabel prévoit dans son SGS l'application de la méthode "Safety & Interoperability Management Of Change" (SIMOC) pour tout projet de changement de nature technique, opérationnelle ou organisationnelle. Tout dossier ayant fait l'objet d'une analyse "Méthode de Sécurité Commune" (MSC) est transmis au SSICF et présenté à une réunion du Change Desk pour information.

Cependant, le projet de modification de l'installation de signalisation de la ligne 43 à la gare de Rivage fait partie du vaste projet de concentration des postes de signalisation.

Ce projet date d'avant le Règlement 402/2013 : des discussions avaient eu lieu entre le SSICF et Infrabel, dont la conclusion est que les projets qui ne modifient pas les paramètres de base (selon la STI et donc pas seulement lié à la modification de la configuration des aiguillages) sont considérés comme couvert par l'agrément d'Infrabel et ne nécessitent pas un dossier de conception.

Dans ce cadre, les projets liés à la concentration des cabines étaient dispensés de toutes les procédures s'ils ne modifient pas les paramètres de base, ce qui est le cas du projet de modification de l'installation de signalisation de la ligne 43 à la gare de Rivage.

Dans le cadre du projet de modification de l'installation de signalisation de la ligne 43 à la gare de Rivage, le projet a d'abord été élaboré par une première équipe, avant de le transférer à une seconde équipe.

La transition au sein d'une équipe ou entre différentes équipes en charge d'un projet est prévue dans la Notice 22 : il est exigé d'avoir une stabilité dans l'équipe en charge d'un projet ou à défaut de veiller à ce que les changements de composition n'aient pas de répercussion sur la sécurité du projet à réaliser.

Lors de la transition entre équipes pour le projet d'installation de signalisation de Rivage, une concertation a eu lieu entre les deux équipes pour assurer la transmission des informations. Selon les informations mises à disposition de l'OE, il n'existe pas de documents et/ou compte-rendu de réunions à propos de cette concertation.

Il ressort de notre analyse que, dans le cadre du projet de modification de l'installation de signalisation de la ligne 43 à la gare de Rivage, l'application de la Notice 22 n'a pas été respectée au niveau de l'exigence de stabilité.

Dans le cas de la section entre les signaux B249 et O-H.45, deux interprétations étaient possibles, à savoir que les limites de la zone touchée par les travaux se situaient :

1. au niveau du premier signal en dehors du seul circuit de voie modifié (CV4) de la section (c-à-d le signal avertisseur o-h.45),
2. au niveau du signal donnant accès à la section dans laquelle un CV avait été modifié (c-à-d le signal B249).

C'est la première interprétation qui a été suivie dans l'élaboration du scope des essais d'intégration par l'ingénieur en charge du projet et validée en discussion avec le chef de secteur technique.

Suivant cette interprétation, le signal B249 ne fait pas partie des éléments à tester.

La Notice 22 spécifie que la responsabilité des essais d'intégration est attribuée à l'ingénieur tandis que l'exécution est attribuée au chef de secteur technique. Elle ne permet cependant pas d'établir sans ambiguïté l'attribution de la responsabilité de l'élaboration du scope ni de celle de la validation de ce scope.

Dans le cas de l'installation de Rivage, c'est l'ingénieur qui a établi la liste de l'ensemble des éléments à tester, et cette liste a été validée par confrontation avec la liste des éléments à tester réalisée par le chef de secteur technique. Toutefois, cela n'a pas permis de repérer l'absence du signal B249 dans la liste des éléments à tester.

Il ressort de notre analyse que la Notice 22 n'a pas permis de limiter le risque de l'interprétation de la zone couverte par cette mesure, de même que dans "les limites de la zone touchée par les travaux".

4.2.2.3. SUPPORT

Documentation et Information

Lors de l'étude d'une installation de signalisation, les plans de câblage sont élaborés par les agents sous la responsabilité de l'ingénier en charge du projet, et transcrits par le bureau de dessin sous une forme électronique.

Au cours d'un projet, les modifications au niveau des plans de câblage sont courantes. Les modifications peuvent être réalisées dans un premier temps manuellement, directement sur les plans. Elles doivent ensuite être intégrées dans une nouvelle version du plan par le bureau de dessin.

Lors de l'enquête, il est apparu que toutes les informations nécessaires à assurer une traçabilité complète (auteur des modifications, date, version du plan, validation, etc.) n'étaient pas présentes sur des plans dont les plans de câblage de l'installation de signalisation de la gare de Rivage ainsi que les plans de câblages de la loge du signal o-h.45.

Il n'était dès lors pas possible d'établir avec certitude l'historique des modifications apportées à ces plans.

De plus, certaines informations (concernant la somme des informations d'occupation des circuits de voie au niveau du paramétrage PLP) ont été supprimées entre deux versions des plans de câblage. Il n'a pas été possible de déterminer à quel moment cette perte d'information est intervenue.

Le manque de traçabilité dans les plans de modification de la signalisation constitue un risque important de pertes d'information et pouvant amener des interprétations différentes d'un service à l'autre si les versions des plans utilisés diffèrent.

Au niveau du paramétrage EBP-PLP, celui-ci est sous la responsabilité du fonctionnaire dirigeant de l'installation intérieure. L'ingénier en charge du projet de l'installation de signalisation transmet les informations concernant la configuration EBP et PLP à un ingénier en charge de l'élaboration des paramètres. Au cours de l'élaboration du projet, des réunions ont été organisées entre l'ingénier responsable du paramétrage informatique et l'ingénier en charge du projet de mise en service de l'installation. Il est apparu dans l'enquête que ces réunions et les décisions qui y ont été prises n'étaient pas formalisées dans une procédure, et que les discussions n'ont pas fait l'objet d'un compte-rendu.

Il n'y a pas de procédure pour assurer la traçabilité des décisions prises. Il n'y a pas de traçabilité au niveau de la version des plans discutés.

Le manque de traçabilité des informations et décisions prises constitue un risque important pouvant amener des interprétations.

La Notice 22 contient des modèles de fiches d'essais, permettant d'enregistrer les résultats des essais et les anomalies éventuellement constatées au cours des essais.

Ces fiches ainsi que le document SRI (Status Report of Installation) doivent intégrer le dossier d'essais donnant une vue générale du processus à suivre et de l'historique des modifications réalisées. Ce dossier doit être centralisé et accessible.

Le SRI du projet de modifications des installations de signalisation de la gare de Rivage sur la ligne 43 n'a pas été complété : les documents ne sont pas rassemblés tel que prévu par les procédures.

Il ressort également de notre analyse que dans le cadre de certains essais, des fiches non décrites dans la procédure et non standardisées sont utilisées. Ces fiches non standardisées semblent plus pratiques mais ne reprennent pas l'ensemble des informations qui sont demandées dans les *templates* et *checklists* de la Notice 22. Durant l'enquête, nous avons constaté que les fiches d'essai utilisées ne reprenaient pas le numéro de la ligne dans le littéra du signal : ceci constitue une source de confusion lorsque deux signaux aux mêmes littérales mais sur deux lignes doivent être testés.

Les templates utilisés ne reprennent pas toutes les informations et présentent dès lors un risque pour la transmission des informations, entraînant des confusions dans les résultats des essais.

Compétences

Avant 2017, aucune formation à la Notice 22 n'était dispensée. Il s'agissait d'une autoformation à l'utilisation de cette procédure.

Une formation à l'utilisation de la Notice 22 a eu lieu en juin 2017, et elle a été suivie par l'ingénieur en charge du projet ainsi que le chef de secteur technique. Cette formation n'a pas compté d'autres journées par la suite.

Une première journée de formation a été délivrée sur la Notice 22 en 2017. Elle n'a cependant pas permis de maîtriser le risque d'interprétation et de déviation des procédures dans le cadre de l'incident de Comblain-la-Tour.

Ressources

La gestion des compétences du personnel en charge des activités dans le cadre des projets de modification des installations de signalisation n'est pas décrite en détail dans la Notice 22.

Il y est décrit une exigence de qualification, à savoir que pour chaque équipe intervenant dans l'étude, la vérification et la mise en service d'une installation EBP-PLP est composée de personnel qualifié supervisé par un fonctionnaire dirigeant.

En avril 2017, suite à une charge de travail plus importante notamment due à des vols de câbles récurrents, le manager signalisation de l'area Sud-Est décide :

- de déplacer vers un autre projet l'équipe qui gérait le projet de modification de l'installation de signalisation de la gare de Rivage, et
- d'appeler en remplacement une seconde équipe, composée d'un ingénieur et d'un chef de secteur technique d'une autre area.

Le responsable de cette seconde équipe est un ingénieur avec une dizaine d'années d'expérience, mais sans participation antérieure à une mise en service en technologie PLP. Il provient d'une autre area. Le chef de secteur de cette seconde équipe possède une expérience importante dans la technologie ETCS, mais peu d'expérience dans la technologie EBP-PLP et l'interface entre PLP et tout-relais. Il provient également d'une autre area.

Le personnel est certes qualifié mais sans expérience récente dans la mise en service en technologie EBP PLP.

4.2.2.4. ÉVALUATION DES PERFORMANCES

Audits internes

Des audits concernant l'application de la Notice 22 dans les installations de différentes areas (Nord-Est, Centre, Sud-Ouest) ont été réalisés en 2016 par une société externe. Lors de ces audits, la compréhension de la Notice 22 par le personnel de différentes areas a été vérifiée et plusieurs constatations ont été formulées et rassemblées dans un rapport.

Ces audits n'ont pas été réalisés dans l'area Nord-Est, ni dans l'area Sud-Est, responsable du projet de mise en service de la gare de Rivage.

Un plan d'action a été mis en place suite à ces audits et le monitoring du plan d'action a été fait via un second audit réalisé en 2018.

L'aspect ponctuel des audits réalisés tant dans le temps (en 2016) que géographiquement (uniquement les areas Nord-Est, Centre, Sud-Ouest) n'a pas permis d'éviter les anomalies constatées dans la compréhension et l'utilisation de la Notice 22 lors du projet de modification de l'installation de signalisation de la ligne 43 à la gare de Rivage en novembre 2017.

4.3. CONCLUSIONS

4.3.1. CAUSE DIRECTE

La cause directe de la panne de signalisation contraire à la sécurité ayant permis l'entrée d'un train de voyageurs dans une section occupée par un train de marchandises est l'absence d'une connexion d'un circuit de voie permettant de détecter l'occupation de la section.

4.3.2. FACTEURS INDIRECTS

- **Traçabilité**

- Lors de la transition entre deux équipes en charge du projet de modification des installations de signalisation de la gare de Rivage, une concertation a eu lieu entre les deux équipes pour assurer la transmission des informations.
 - Durant la gestion du projet par la deuxième équipe :
 - des réunions ont eu lieu entre le responsable de l'installation extérieure et le responsable du paramétrage informatique (responsable de l'installation intérieure) ;
 - des plans ont été modifiés manuellement à plusieurs reprises et par divers membres de l'équipe.
- Le manque de compte-rendu des diverses réunions n'a pas permis de garder trace des décisions majeures ayant une influence sur la sécurité du projet.
- L'absence d'informations de version et de date sur les plans sont un manque de traçabilité d'informations.
- Les fiches d'essai ainsi que le document "Status Report of Installation" n'ont pas été rassemblés dans le dossier centralisé, ce qui n'a pas permis d'avoir une vue générale du processus à suivre ainsi que de l'historique des modifications réalisées.

L'Organisme d'Enquête recommande que le gestionnaire d'infrastructure prenne les mesures nécessaires afin que la traçabilité de l'ensemble des documents et plans soit assurée à toutes les étapes d'un projet.

4.3.3. FACTEURS SYSTÉMIQUES

4.3.3.1. MONITORING/AUDITING

- Dans le cadre de certains essais, des fiches d'essais utilisées par le personnel ne suivent pas le modèle de la Notice 22. Ces fiches non standardisées ne reprennent pas l'ensemble des informations qui sont demandées dans les *templates* et *checklists* de la Notice 22.
- Lors de la transition entre différentes équipes en charge du projet de la modification de la signalisation de la gare de Rivage sur la ligne 43, l'exigence de stabilité stipulée dans la Notice 22 n'a pas été respectée.
- La règle de la Notice 22 permettant d'établir la liste des signaux à tester lors des essais a laissé une marge d'interprétation, tant dans le projet de la modification de la signalisation de la gare de Rivage que dans des projets antérieurs.
- En 2017, une formation d'une journée sur la Notice 22 a été initiée. Elle attire l'attention sur des erreurs commises auparavant afin d'éviter une reproduction, mais cela semble insuffisant et n'a pas permis d'éviter le cas de Comblain-la-Tour.

Ces déviations par rapport à la Notice 22 font partie des éléments qu'un audit tel que décrit dans le Système de Gestion de la Sécurité du gestionnaire d'infrastructure doit montrer. Au moment de l'incident, un seul audit sur la Notice 22 avait été organisé sur l'utilisation et l'application de la Notice 22 et il n'a pas été effectué dans toutes les areas.

Après l'incident de Comblain-la-Tour, Infrabel a entrepris un audit sur la Notice 22 : **l'Organisme d'Enquête recommande au gestionnaire d'infrastructure de veiller à ce que l'audit de la Notice 22 suive les prescrits de son Système de Gestion de la Sécurité, et qu'il couvre l'ensemble des areas.**

4.3.3.2. RESSOURCES

- La Notice 22 spécifie que le personnel en charge des projets doit être du personnel qualifié.
- Le personnel de l'équipe ayant géré le projet de la modification de la signalisation de la gare de Rivage sur la ligne 43 était qualifié mais dans un domaine d'expertise différent de celui nécessaire pour le projet de modification de l'installation de signalisation de la gare de Rivage.

Le gestionnaire d'infrastructure devrait s'assurer que les responsables des projets mettent en place des équipes dont l'expérience soit en adéquation avec le projet.

4.3.3.3. GESTION DU RISQUE

- L'indépendance entre l'ingénieur ayant établi la liste de l'ensemble des éléments à tester et le chef de secteur technique ayant validé le scope des tests n'a pas permis de limiter le risque d'une interprétation de la zone à tester ni de repérer l'absence du signal B249 dans la liste des éléments à tester.

Le gestionnaire d'infrastructure a entrepris un projet d'adaptation pour un renforcement de la Notice 22 : l'Organisme d'Enquête recommande que le gestionnaire d'infrastructure veille à intégrer dans cette adaptation les éléments identifiés au cours de l'enquête.

4.3.4. AUTRE CONSTATATION

Durant l'enquête, il est apparu que des fiches d'essai qui ne suivent pas les *templates* annexés à la Notice 22 avaient été utilisées durant les essais lors de la mise en service. Ces fiches non standardisées semblent plus pratiques mais ne reprennent pas l'ensemble des informations qui sont demandées dans les *templates* et *checklists* de la Notice 22 et présentent dès lors un risque pour la transmission des informations, entraînant des confusions dans les résultats des essais.

5. MESURES PRISES

5.1. INFRABEL

Diverses mesures ont été prises par le gestionnaire de l'infrastructure :

- L'incident de Comblain-la-Tour a été discuté et analysé au cours du séminaire "Signalisation" organisé par Infrabel en mars 2019 ;
- Un audit sur la Notice 22 est en cours ;
- Un projet d'adaptation pour un renforcement de la Notice 22 est en cours.

6. RECOMMANDATIONS

Bien que déjà énoncées et contextualisées au chapitre 4.3, les recommandations de l'Organisme d'Enquête sont reprises ci-dessous.

Ces recommandations sont adressées à l'Autorité de Sécurité (le SSICF) et rédigées "*goal oriented*". Il appartient au SSICF de réaliser le suivi²² de la mise en œuvre des solutions par le gestionnaire d'infrastructure en rapport avec la recommandation formulée.

N°	Facteur – Constat	Recommandation
1.	<p>Lors de la transition entre deux équipes en charge du projet de modification des installations de signalisation de la gare de Rivage, une concertation a eu lieu entre les deux équipes pour assurer la transmission des informations.</p> <p>Durant la gestion du projet par la deuxième équipe :</p> <ul style="list-style-type: none"> des réunions ont eu lieu entre le responsable de l'installation extérieure et le responsable du paramétrage informatique (responsable de l'installation intérieure) ; des plans ont été modifiés manuellement à plusieurs reprises et par divers membres de l'équipe. <p>Le manque de compte-rendu des diverses réunions n'a pas permis de garder trace des décisions majeures ayant une influence sur la sécurité du projet.</p> <p>L'absence d'informations de version et de date sur les plans sont un manque de traçabilité d'informations.</p> <p>Les fiches d'essai ainsi que le document "Status Report of Installation" n'ont pas été rassemblés dans le dossier centralisé, ce qui n'a pas permis d'avoir une vue générale du processus à suivre ainsi que de l'historique des modifications réalisées.</p>	<p>L'Organisme d'Enquête recommande que le gestionnaire d'infrastructure prenne les mesures nécessaires afin que la traçabilité de l'ensemble des documents et plans soit assurée à toutes les étapes d'un projet.</p>

²² Art. 122 de la loi du 30 août 2013 portant le Code Ferroviaire :

§1er. Les recommandations en matière de sécurité formulées par l'organisme d'enquête sont adressées à l'autorité de sécurité et, si cela est nécessaire en raison du caractère de la recommandation, à d'autres autorités belges ou à d'autres Etats membres. Elles ne constituent en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité.

§ 2. L'autorité de sécurité et les autres autorités ou organismes auxquels des recommandations ont été adressées, font rapport au moins une fois par an, pour le 30 juin au plus tard, à l'organisme d'enquête sur les mesures qui sont prises ou prévues à la suite de ces recommandations.

2	<p>Les déviations par rapport à la Notice 22 font partie des éléments qu'un audit tel que décrit dans le Système de Gestion de la Sécurité du gestionnaire d'infrastructure doit monitorer. Au moment de l'incident, un seul audit sur la Notice 22 avait été organisé sur l'utilisation et l'application de la Notice 22 et il n'a pas été effectué dans toutes les areas.</p> <p>Après l'incident de Comblain-la-Tour, Infrabel a entrepris un audit sur la Notice 22.</p>	<p>L'Organisme d'Enquête recommande au gestionnaire d'infrastructure de veiller à ce que l'audit de la Notice 22 suive les prescrits de son Système de Gestion de la Sécurité, et qu'il couvre l'ensemble des areas.</p>
3	<p>La Notice 22 spécifie que le personnel en charge des projets doit être du personnel qualifié.</p> <p>Le personnel de l'équipe ayant géré le projet de la modification de la signalisation de la gare de Rivage sur la ligne 43 était qualifié mais dans un domaine d'expertise différent de celui nécessaire pour le projet de modification de l'installation de signalisation de la gare de Rivage.</p>	<p>Le gestionnaire d'infrastructure devrait s'assurer que les responsables des projets mettent en place des équipes dont l'expérience soit en adéquation avec le projet.</p>
4	<p>L'indépendance entre l'ingénieur ayant établi la liste de l'ensemble des éléments à tester et le chef de secteur technique ayant validé le scope des tests n'a pas permis de limiter le risque d'une interprétation de la zone à tester ni de repérer l'absence du signal B249 dans la liste des éléments à tester.</p>	<p>Le gestionnaire d'infrastructure a entrepris un projet d'adaptation pour un renforcement de la Notice 22 : l'Organisme d'Enquête recommande que le gestionnaire d'infrastructure veille à intégrer dans cette adaptation les éléments identifiés au cours de l'enquête.</p>

