



Rapport d'Enquête de Sécurité

COLLISION ENTRE UN TRAIN DE VOYAGEURS ET UNE EXCAVATRICE
DUFFEL - 14 JUIN 2012



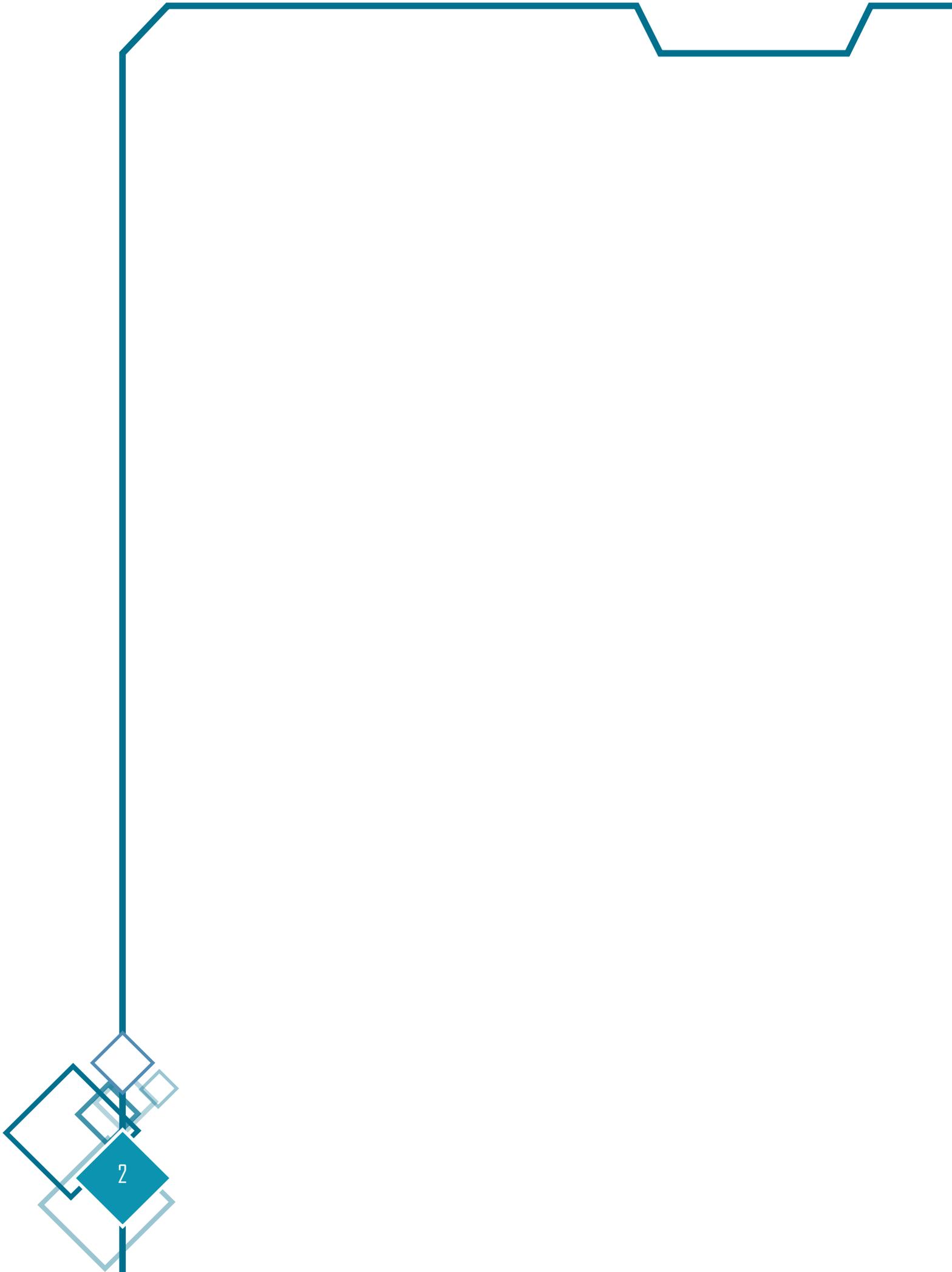
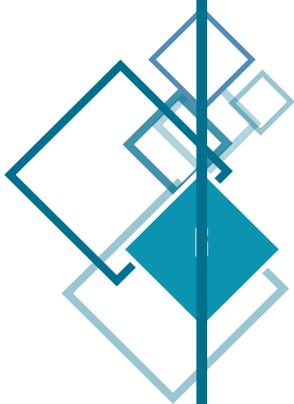


TABLE DES MATIÈRES

1.	RESUME	12
2.	LES FAITS IMMEDIATS	14
2.1.	Les événements	14
2.1.1.	Description des événements	14
2.1.2.	Description du lieu	15
2.1.3.	Les services de secours	16
2.1.4.	La décision d'ouvrir une enquête	16
2.1.5.	La composition de l'équipe chargée de l'enquête	17
2.1.6.	La conduite de l'enquête	17
2.1.6.1.	Généralités	17
2.1.6.2.	Analyse technique	18
2.1.6.3.	Etude des facteurs humains	19
2.1.6.4.	Etude du système de gestion de la sécurité	22
2.1.6.5.	Le rapport	23
2.2.	Les circonstances de l'événement	23
2.2.1.	Acteurs impliqués	23
2.2.2.	Composition des trains	23
2.2.3.	Description de l'infrastructure et des dispositifs de signalisation	24
2.2.4.	Moyens de communication	26
2.2.5.	Travaux effectués à l'endroit ou dans les environs immédiats de l'endroit où a eu lieu l'accident	26
2.2.5.1.	Travaux en cours le jour de l'accident	27
2.2.6.	Annonce du plan d'urgence ferroviaire et sa chaîne d'événements	28
2.2.7.	Annonce du plan d'urgence des services publics de secours, de la police et des services médicaux et sa chaîne d'événements	28
2.3.	Morts, blessés et dégâts matériels	29
2.3.1.	Voyageurs et tiers, personnel, y compris les contractants	29
2.3.2.	Fret, bagages et autres biens	29
2.3.3.	Matériel roulant, infrastructure et environnement	30
2.4.	Circonstances externes	31
2.4.1.	Conditions météorologiques	31
2.4.2.	Données géographiques	31
3.	RESUME DE L'ENQUÊTE	32
3.1.	Résumé des témoignages	32
3.2.	Système de gestion de la sécurité	34
3.2.1.	Organisation, manière dont sont données et exécutées les instructions	34
3.2.1.1.	Généralités	34
3.2.1.2.	En ce qui concerne le projet d'infrastructure	36
3.2.1.3.	En ce qui concerne le travail sur les voies ou le long de celles-ci	39
3.2.2.	Obligations pour le personnel et méthodes pour imposer le respect de ces obligations	40
3.2.3.	Contrôles de routine et suivi des résultats	40

3.2.4.	Interface entre les différents acteurs présents sur l'infrastructure	41
3.2.4.1.	Interface entre le gestionnaire de l'infrastructure et l'adjudicataire et ses sous-traitants	41
3.2.4.2.	Interface entre l'adjudicataire et son personnel	42
3.2.4.3.	Interface entre l'entreprise générale et ses sous-traitants	43
3.2.4.4.	Interface entre le sous-traitant et ses travailleurs	43
3.2.4.5.	Interface entre le sous-traitant et ses collaborateurs indépendants	43
3.3.	Règles et réglementation	44
3.3.1.	Règles et réglementations régionale et fédérale applicables	44
3.3.1.1.	Réglementation ferroviaire	44
3.3.1.2.	Règles relatives à l'adjudication et à la passation des marchés publics	44
3.3.1.3.	Règles relatives au bien-être: prévention et protection au travail (PPT)	45
3.3.2.	Les autres règles, comme par exemple les règles d'exploitation, les règles locales, les obligations du personnel, les prescriptions d'entretien et les normes qui sont d'application	47
3.3.2.1.	Réglementations propres au gestionnaire de l'infrastructure	47
3.3.2.2.	Le cahier spécial des charges : rédigé par le gestionnaire de l'infrastructure	56
3.3.2.3.	Plan de sécurité et de santé du gestionnaire de l'infrastructure joint au cahier spécial des charges	57
3.3.2.4.	Règles propres à l'entrepreneur principal	58
3.3.2.5.	Règles LSC	59
3.4.	Fonctionnement du matériel roulant et des installations techniques	60
3.4.1.	Système de signalisation et système contrôle-instruction, y compris les enregistrements des enregistreurs de données automatiques	60
3.4.2.	Infrastructure	61
3.4.3.	Équipement de communication	62
3.4.4.	Matériel roulant, y compris les enregistrements et les appareils automatiques d'enregistrement	63
3.5.	Documentation relative au système opérationnel	64
3.5.1.	Mesures prises par le personnel pour contrôler la circulation et la signalisation	64
3.5.2.	Échange des messages oraux en rapport avec l'accident, y compris la documentation en provenance des enregistrements	64
3.5.3.	Mesures prises pour protéger et préserver le lieu de l'accident	64
3.6.	Interface homme-machine-opération	65
3.6.1.	Horaire du personnel concerné	65
3.6.1.1.	Le conducteur de train	65
3.6.1.2.	Le conducteur de l'excavatrice	66
3.6.2.	Conditions personnelles et médicales qui ont influencé les événements, y compris la présence de stress physique ou psychologique	66
3.6.3.	Interface Homme-machine-organisation	66
3.6.3.1.	Formation et expérience	66
3.6.3.2.	Procédures	67
3.6.3.3.	Contrôle technique	67
3.6.3.4.	Communication	67
3.6.3.5.	Interface conducteur – excavatrice	67
3.6.3.6.	Interface chef de chantier – conducteur d'excavatrice et assistant	67
3.6.3.7.	Circonstances liées à l'environnement	68
3.7.	Événements antérieurs du même type	69
3.7.1.	Synthèse des événements où de l'équipement de chantier lourd est utilisé lors de l'exécution de travaux à l'infrastructure	69
3.7.2.	Accidents et incidents qui s'étaient déjà produits sur le chantier de Duffel	73
3.7.3.	Autres accidents et incidents avec du matériel de chantier lourd	73

4.	ANALYSE ET CONCLUSIONS	74
4.1.	Compte rendu final de la chaîne d'événements	74
4.1.1.	Ligne du temps des événements entrepreneur et sous-traitant en ce qui concerne les palettes de pierres posées sur le quai 1	74
4.1.2.	Ligne du temps concernant le conducteur de train le jour de l'accident	75
4.1.3.	Ligne du temps travaux d'infrastructure rénovation des quais à Duffel en rapport avec les mesures de sécurité en vigueur pour éviter les empiètements sur la voie	76
4.1.4.	Ligne du temps des trains en passage à la gare de Duffel au début de l'exécution de la mission et au moment de l'accident	77
4.2.	Analyse des événements - facteurs humains	78
4.2.1.	Défaillance active - causes directes	78
4.2.2.	Causes indirectes – au niveau des opérateurs : les conditions préalables (pré-conditions) imposées aux exécutants	80
4.2.3.	Causes indirectes – le cadre opérationnel : la direction et la supervision	82
4.2.4.	Causes indirectes – le processus organisationnel : organisation et stratégie	84
4.3.	Conclusions	86
4.4.	Constatations supplémentaires	88
5.	MESURES PRISES	90
5.1.	Mesures prises par le gestionnaire de l'infrastructure	90
5.2.	Mesures prises par l'adjudicataire	91
5.3.	Mesures prises par le sous-traitant	91
5.4.	Autres mesures – actions	91
5.5.	Brève analyse des mesures déjà prises	91
6.	RECOMMANDATIONS	92
7.	ANNEXES	94
7.1.	Consignes de sécurité	94
7.2.	Réductions temporaires de vitesse et Minimel à Duffel le 14 juin 2012	98
7.3.	Plans de signalisation schématiques sans signalisation temporaire	103

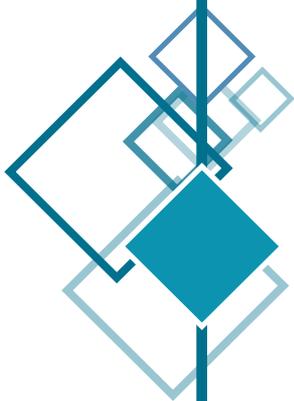


DÉFINITIONS

A-ST	:	Assistant du sous-traitant.
AR	:	« Analyse de risques » : analyse de risques en matière de sécurité avant qu'une instruction soit donnée à celui qui est censé l'exécuter.
ART	:	Avis de Ralentissement Temporaire.
AS-E	:	Ouvrier de l'entrepreneur général (ici l'adjudicataire), formé pour le placement, le contrôle et la mise en service de signalisations et de systèmes automatiques d'annonce de trains.
Béton sec	:	Mélange sec de sable et de ciment, utilisé comme substrat de pavage.
BNX	:	Bericht Notification eXtra.
C-ST	:	Conducteur de l'excavatrice du sous-traitant, impliqué dans l'accident.
CC-E	:	Chef de chantier de l'entrepreneur principal.
Contre-voie	:	Il s'agit de la direction opposée à la direction normale pour la circulation (voie normale).
Coordinateur de sécurité projet (CSP)	:	Coordinateur en matière de sécurité et de santé pendant l'élaboration du projet: toute personne chargée, par le maître de l'ouvrage ou par le chef de projet, de veiller à la coordination en matière de sécurité et de santé pendant l'élaboration du projet.
Coordinateur de sécurité réalisation (CSR)	:	Coordinateur en matière de sécurité et de santé pendant la réalisation du chantier : toute personne chargée, par le maître de l'ouvrage, le chef de projet ou le contremaître, de veiller à la coordination en matière de sécurité et de santé pendant la réalisation du chantier.
CVT	:	Régime de contre-voie : les trains, en Belgique, roulent normalement sur la voie de gauche lorsque la ligne est équipée de deux voies. Rouler à contre-voie signifie rouler à droite, c'est-à-dire dans le sens contraire de ce qui est normal.
Distance de sécurité (DS)	:	Il s'agit de la distance qu'il faut respecter depuis le côté extérieur de la file de rail la plus proche afin de ne pas se retrouver à l'intérieur de la zone dangereuse d'une voie en service.
EF	:	Entreprise ferroviaire.
Entrepreneur principal (EP)	:	Il s'agit de l'entreprise qui a accepté l'ensemble des travaux du maître de l'ouvrage, et qu'on appelle aussi l'adjudicataire.
FD-I	:	Fonctionnaire dirigeant du gestionnaire de l'infrastructure, service infrastructure.
Fonctionnaire dirigeant projet	:	Il s'agit du fonctionnaire dirigeant tel que défini dans le cahier spécial des charges ¹ , qui assure la direction et le contrôle lors de l'élaboration du projet par le gestionnaire de l'infrastructure.

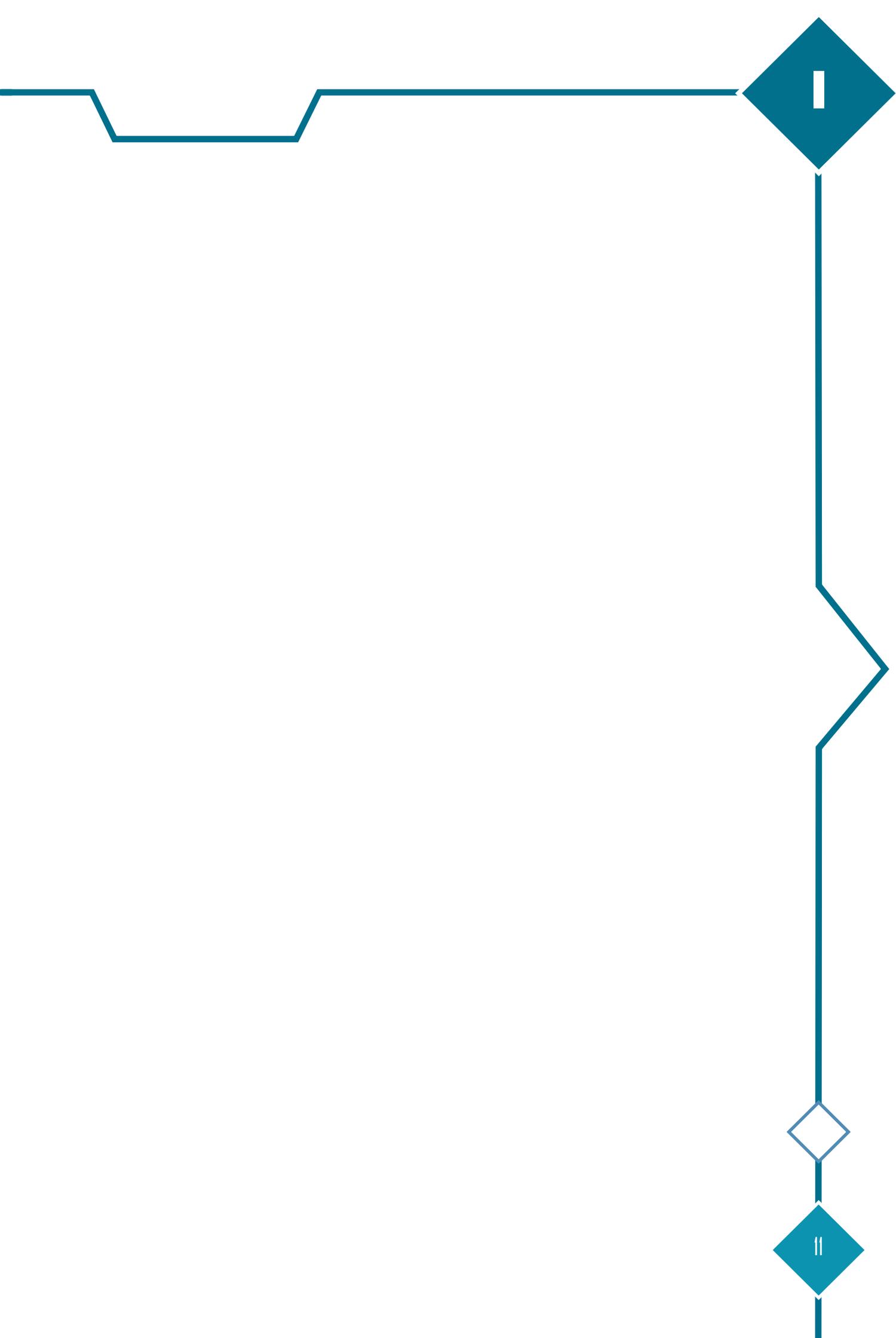
¹ *Cahier général des charges des marchés publics de travaux, de fournitures et de services et des concessions de travaux publics.* 26 septembre 1996, source: Premier Ministre.

² AR 25/01/2001. - Arrêté royal concernant les chantiers temporaires ou mobiles. Art359, Art37-40, Art N1SD.



Fonctionnaire dirigeant réalisation	: Il s'agit du fonctionnaire dirigeant tel que défini dans le cahier spécial des charges ¹ , qui assure la direction et le contrôle lors de la réalisation du projet par le gestionnaire de l'infrastructure.
Fonctionnaire exécutant	: Il s'agit de la délégation du fonctionnaire dirigeant dans le cadre de l'exécution sur le chantier du projet élaboré par le gestionnaire de l'infrastructure. Il surveille l'exécution des travaux.
FS-I	: Fonctionnaire chargé de la surveillance sur le chantier du gestionnaire d'infrastructure, service Infrastructure.
Gabarit des obstacles (GDO)	: Il s'agit de la coupe verticale du train sur les voies, qui comporte l'espace dans lequel aucun obstacle ne peut se trouver.
GI	: Gestionnaire de l'infrastructure.
ICTRA	: Département ICT de la SNCB-Holding.
Indépendant	: Toute personne physique qui exerce une activité professionnelle pour laquelle elle n'est pas liée par un contrat de travail ou pour laquelle son statut n'est pas réglé unilatéralement par l'autorité publique.
ILT	: Instruction locale temporaire.
LMRA	: « Last minute risk analysis » : analyse de dernière minute des risques en matière de sécurité, lorsque les exécutants ou les contremaîtres identifient des risques qui n'ont pas pu être pris en compte à l'avance. Par exemple, l'impossibilité d'exécuter en toute sécurité une instruction en suivant 'une méthode de travail déterminée.
LSC	: Liste de Sécurité Contractants.
Parties sous tension	: Une partie sous tension, dépourvue de protection, de gaine ou d'isolation qui fait partie de la caténaire aérienne.
PSS	: Plan de sécurité et de santé.
Signal TW	: Signal « travaux – werken », qui, une fois qu'il est installé et en service, permet d'arrêter des trains sur la voie en cas d'empiètement sur le « gabarit des obstacles ». La commande se fait à distance par un fonctionnaire.
Sous-traitant (ST)	: Il s'agit de l'entreprise qui exécute la totalité ou une partie des travaux pour le compte du maître d'ouvrage (ici, l'adjudicataire). Le sous-traitant est choisi par le maître d'ouvrage.
SSICF	: Service de Sécurité et Interopérabilité des Chemins de Fer.
Structure de coordination ²	: Organe qui contribue à l'organisation de la coordination en matière de sécurité et de santé sur les chantiers, en particulier : a) en veillant à simplifier la communication et la consultation des informations entre les différentes parties intervenantes; b) en veillant à une concertation efficace entre les parties intervenantes en matière d'application des mesures de prévention sur le chantier; c) en veillant à l'élimination de toute confusion ou de tout conflit en matière de respect des mesures de prévention sur le chantier; d) en donnant des conseils en matière de sécurité et de santé.

TDS	: Traversée de service : il s'agit d'une traversée des voies qui a été installée temporairement pour permettre aux engins de chantier de traverser les voies, comme à Duffel par exemple, pour acheminer du matériel vers le quai central.
Traffic Control (TC)	: Dispatching central qui assure le suivi de tous les mouvements de train sur le réseau ferroviaire belge.
Travailleurs:	: Les personnes qui, en vertu d'un contrat de travail, fournissent des prestations de travail sous l'autorité d'une autre personne.
Vitesse de référence	: Il s'agit de la vitesse maximale qui ne peut pas être dépassée sur la ligne, sauf autres limitations de vitesse liées au matériel ou à la combinaison de matériel.
Voie normale	: Il s'agit de la direction normale pour la circulation des trains, c'est-à-dire à gauche sur le réseau ferroviaire belge.
Zone dangereuse	: Il s'agit de la zone où des personnes et du matériel sont exposés aux risques occasionnés par des véhicules ferroviaires en mouvement.



1. RÉSUMÉ

Le 14 juin 2013 à 14h47, sur la quai I de la voie A de la ligne 25, le train Benelux E9233, parti de Bruxelles-Midi et se dirigeant vers Amsterdam Central, entre en collision avec le bras d'une excavatrice exécutant des travaux à proximité de la voie empruntée. Le bras de l'excavatrice, emporté par l'impact, tourne de 270° et heurte un assistant, qui décède sur place.

Le conducteur de l'excavatrice est blessé au pied et est emmené en état de choc à l'hôpital le plus proche de Duffel.

L'accident s'est produit sur le chantier visant entre autres le renouvellement des ponts sur la Nèthe et des quais en gare de Duffel. Ce projet d'infrastructure ferroviaire s'étale sur plusieurs années.

Des palettes de pavés entreposées sur le quai I de la gare de Duffel doivent être déplacées. Les palettes sont disposées en deux rangées à l'extrémité du quai (direction Anvers) et doivent être dédoublées en préparation des travaux de pavement pour achever le quai I (direction Anvers). Les travaux sont prévus pour le weekend des 23 et 24 juin.

La méthode prévue par la direction du chantier pour déplacer ces palettes est d'utiliser une excavatrice et des élingues. Dans ce cas, un assistant doit aider à manipuler les charges et donner des indications au conducteur de l'excavatrice. En utilisant cette méthode, la direction du chantier estime que le bras de l'excavatrice n'empiétera pas dans le gabarit (GDO : gabarit des obstacles, espace de la voie dans lequel aucun obstacle ne peut se trouver) et qu'il n'est dès lors pas nécessaire de prévoir un système d'annonce (Minimel) avec ART (avis de ralentissement temporaire) ou une mise hors service de la voie.

Ce travail de déplacement des palettes n'a pas été signalé à l'avance au fonctionnaire dirigeant du gestionnaire d'infrastructure. Un briefing à propos de la méthode a été donné oralement le matin au conducteur de l'excavatrice et à un assistant. Cependant, c'est un autre assistant qui est finalement envoyé pour accompagner le conducteur. Celui-ci n'était probablement pas au courant de la méthode prévue par la direction du chantier.

Les exécutants estiment que les palettes sont instables et que le travail avec un système de fourche serait plus efficace et donnerait un meilleur appui aux palettes à déplacer.

Le chef de chantier est présent sur le chantier mais ne peut pas être à l'endroit où les palettes doivent être déplacées. Les exécutants ne l'informent pas du changement de méthode.

Le conducteur de l'excavatrice n'a pas une bonne vision de la position du bras par rapport au gabarit des obstacles, ni sur l'arrivée éventuelle de trains sur la voie A.

Le bras de l'excavatrice entrave la vue de l'assistant sur l'arrivée éventuelle de trains mais celui-ci garde un contact visuel avec le conducteur de l'excavatrice.

Deux reconstitutions du déplacement des palettes ont été effectuées sur le lieu de l'accident en présence des différents intervenants; l'une à l'aide d'élingues et l'autre à l'aide d'un système de fourche. Lors de l'utilisation du système de fourche, le bras de l'excavatrice pénètre inévitablement dans le GDO. L'assistant doit se positionner derrière le bras de l'excavatrice pour avoir vue sur le conducteur de l'excavatrice, en conséquence il n'a aucune vue sur l'arrivée éventuelle de trains sur la voie A.



En cas de déplacement des palettes à l'aide de sangles de levage, l'assistant n'a aucune vue sur le conducteur de l'excavatrice et sur les trains arrivant sur la voie A, au moment où il doit placer les élingues sous les palettes. Durant cette opération, il se trouve à l'intérieur de la distance de sécurité (DS = 1,5 m : distance mesurée à partir du bord extérieur du rail le plus proche, dans laquelle aucun obstacle ne peut se trouver). De plus, pour disposer les élingues en dessous des palettes, l'assistant doit utiliser un outil (une barre en fer). Il a été constaté lors de cette reconstitution que le bras de l'excavatrice n'empiète pas dans le GDO. En revanche, il est à noter que la barre en fer utilisée par l'assistant pénètre, quant à elle, dans le GDO. Ce risque n'avait pas été identifié.

Les exécutants, c.-à-d. l'assistant et le conducteur de l'excavatrice, ont tous deux été chargés d'effectuer ces travaux en sous-traitance sur le chantier à Duffel. Ils ne sont pas continuellement à l'œuvre sur ce chantier et sont amenés à travailler sur les différents chantiers où ils sont envoyés. Ils ont notamment reçu :

- les informations générales relatives à la sécurité d'application sur le chantier de la part de l'entrepreneur principal mais la formation générale des exécutants du sous-traitant est plus limitée que celle dispensée au personnel de l'entrepreneur principal.
- les règles d'utilisation d'excavatrices à proximité de voies en service qui sont reprises dans quelques notions de base et dans les consignes de sécurité sur le chantier.

Les différences entre les systèmes de protection, installés sur les différentes voies, n'ont pas été formellement et clairement communiquées à l'assistant et au conducteur de l'excavatrice.

L'assistant, envoyé avec le conducteur de l'excavatrice, avait effectué, plus tôt dans la matinée, des travaux avec une mini excavatrice sur le quai 2/3. Sur les deux voies adjacentes, un système d'annonce automatique (Minimel) était en service, l'arrivée des trains était annoncée par une sirène et des gyrophares.

Peu avant l'accident, selon les témoignages recueillis et les images de l'EBP (poste de commande électronique), le Minimel s'est déclenché à deux reprises au passage de trains. Il est possible que l'assistant pensait qu'un Minimel était également en service sur la voie A afin de protéger la zone de travail.

La concertation qui vise à promouvoir la sécurité du travail a lieu à différents niveaux hiérarchiques grâce à des réunions de chantier et des réunions entre les coordinateurs des divers intervenants. Toutefois, tous les sous-traitants ne sont pas toujours représentés aux différentes réunions. Les opérateurs des sous-traitants sont envoyés sur plusieurs chantiers différents. A la lumière des circonstances changeantes (dangers et protections), il est important de les informer de façon régulière, claire et précise des aspects relatifs à la sécurité sur le chantier.

2. LES FAITS IMMÉDIATS

2.1. LES ÉVÉNEMENTS

2.1.1. DESCRIPTION DES ÉVÉNEMENTS

Le jeudi 14 juin 2012 à 14h48, le train Benelux E9233, parti de Bruxelles-Midi et se dirigeant vers Amsterdam Central, entre en collision avec le bras d'une excavatrice qui est en train d'exécuter des travaux à proximité de la voie utilisée. Le train circule dans le sens normal sur la voie A de la ligne 25.

La collision se produit à la hauteur de la borne kilométrique 28,900, au niveau du quai I de la gare de Duffel. À cet endroit, le quai n'est pas terminé, des travaux étant encore en cours d'exécution.

Lors de la collision, le bras de l'excavatrice, est projeté à gauche par la locomotive et heurte dans son mouvement un travailleur qui décède sur place. Le conducteur de l'excavatrice est blessé au pied et est emmené en état de choc à l'hôpital le plus proche de Duffel.

Le train, après avoir effectué un freinage d'urgence, s'arrête à la borne kilométrique 29,900, soit à un kilomètre de l'impact.

Le conducteur procède immédiatement à un appel d'urgence via le système GSM-R, qui arrive au Traffic Control. Le nécessaire est alors fait pour fermer au trafic ferroviaire les deux voies, A et B, des lignes 25 et 27.

La locomotive du type 2802 est endommagée à l'avant, là où s'est produit l'impact avec le bras de l'excavatrice.

Les voyageurs du train E9233 sont évacués du train et amenés à la gare de Duffel.

En raison de cet accident, des retards sont enregistrés sur les lignes 25 et 27 Anvers – Bruxelles, entraînant des retards sur tout le réseau.

2.1.2. DESCRIPTION DU LIEU

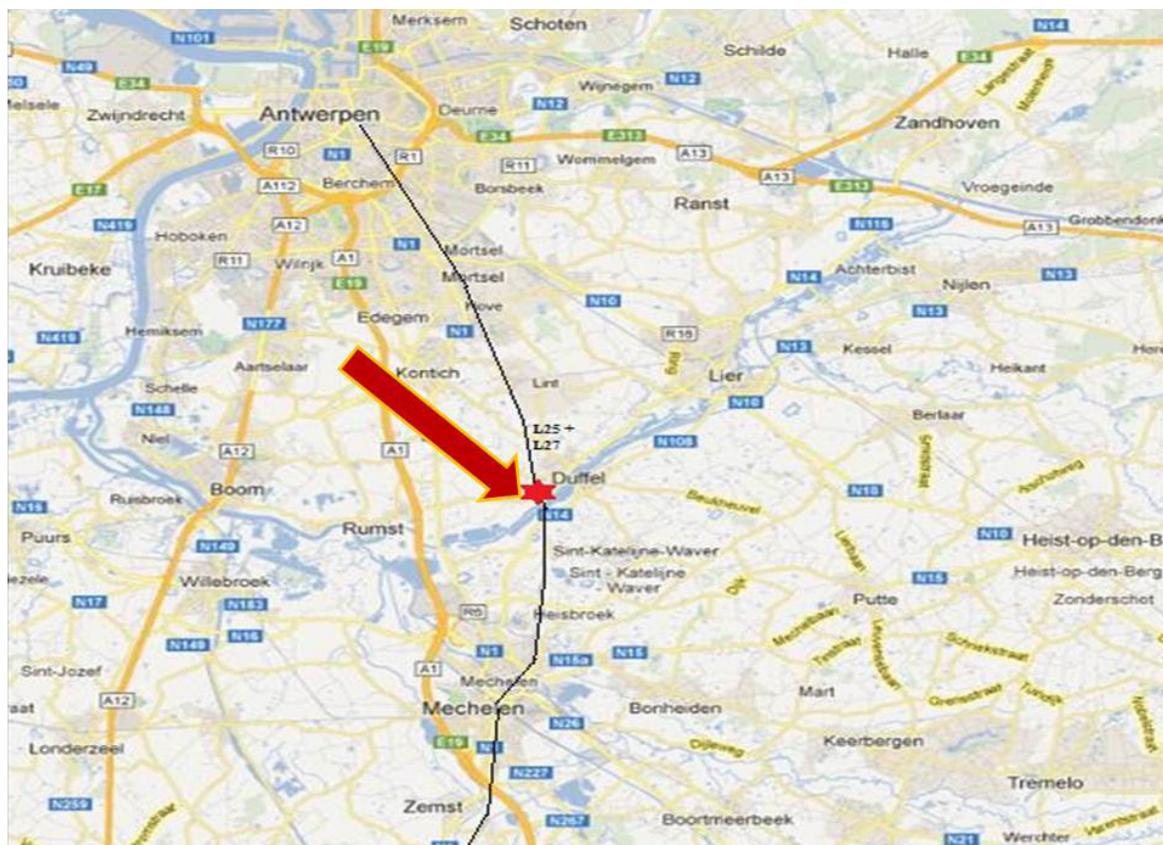


Illustration 1 : Localisation géographique du lieu de l'accident.

La collision a eu lieu à hauteur de la borne kilométrique 28900 à l'extrémité aval du quai I de la gare de Duffel, dont les coordonnées sont : 51°09'31" de latitude nord et 4°49'23" de longitude est. L'extrémité aval du quai I est située en direction d'Anvers et fait environ 100 mètres de long. Cette partie du quai est encore en cours d'aménagement et n'est pas accessible aux voyageurs. Les travaux aux quais de la gare de Duffel, dont les travaux sur le quai I font également partie, s'inscrivent dans les grands travaux d'infrastructure connus sous le projet «Renouvellement des ponts sur la Nèthe, lignes 25 et 27 Bruxelles-Anvers».

Le projet a été adjugé le 18/02/2009 et la date de fin initialement prévue était le 15 avril 2013.

2.1.3. LES SERVICES DE SECOURS

14:47 Le train entre en collision avec le bras de l'excavatrice.

L'appel au service 100 a lieu presque immédiatement par un riverain qui a vu l'accident se produire.

14:52 Le service 100 d'Anvers prend contact avec le Traffic Control et signale que l'on lui a signalé deux ouvriers blessés. Le service 100 confirme qu'il est déjà en route vers le lieu de l'accident. Le service 100 s'informe auprès du Traffic Control pour savoir si la circulation est déjà interrompue. Le Traffic Control confirme.

14:58 Le SMUR arrive sur place.

15:10 Les pompiers arrivent sur place.

15:14 Le commandant des pompiers demande via le service 100 > Traffic Control > au répartiteur ES, la mise hors service de la caténaire à l'endroit de l'accident.

15:15 L'équipe du SMUR emmène un ouvrier blessé à l'hôpital de Duffel, l'autre ouvrier est décédé sur place.

15:20 Le commandant des pompiers fait savoir par l'intermédiaire du service 100 > Traffic Control > au répartiteur ES que la mise hors service de la caténaire n'est plus nécessaire. La caténaire n'a pas été hors service.

15:25 La police des chemins de fer arrive sur place.

16:25 Les pompiers quittent l'endroit.

16:45 Arrivée du parquet de Malines, section Duffel.

17:38 Arrivée de l'entrepreneur des pompes funèbres.

17:55 Départ de l'entrepreneur des pompes funèbres avec la dépouille de l'ouvrier décédé.

2.1.4. LA DÉCISION D'OUVRIRE UNE ENQUÊTE

L'accident répond aux critères d'« accident grave »³ conformément à l'article 44⁴ de la loi du 19 décembre 2006.

L'organisme d'enquête a pris la décision d'ouvrir une enquête le 14 juin 2012.

Cette décision a été confirmée aux parties concernées dans un courrier du 20 juin 2012.

L'accident a été notifié à l'ERA le 27 juin 2012.

Étant donné qu'une entreprise ferroviaire néerlandaise est impliquée dans l'accident, l'organisme d'enquête néerlandais, représenté dans le Conseil d'enquête, en est informé⁵ et a aidé à contacter l'entreprise ferroviaire néerlandaise. Le train Benelux roulait sous licence SNCB en Belgique. L'organisme d'enquête belge a finalement conduit l'enquête.

³ Loi du 19 décembre 2006 art. 5 §18: «accident grave»: toute collision de trains ou tout déraillement de train faisant au moins un mort ou au moins cinq blessés graves ou causant d'importants dommages au matériel roulant, à l'infrastructure ou à l'environnement, et tout autre accident similaire ayant des conséquences évidentes sur la réglementation ou la gestion de la sécurité ferroviaire;...

⁴ Loi du 19 décembre 2006 art. 44: L'organisme d'enquête effectue une enquête après chaque accident grave survenu sur le système ferroviaire.

⁵ Loi du 19 décembre 2006 art 48: Les organismes homologues d'un autre Etat membre de l'Union européenne sont invités à participer à une enquête chaque fois qu'une entreprise ferroviaire établie et agréée dans cet Etat membre est impliquée dans l'accident ou l'incident.

2.1.5. LA COMPOSITION DE L'ÉQUIPE CHARGÉE DE L'ENQUÊTE

Fonction	Organisation
Enquêteur principal	SPF Mobilité et Transports / Organisme d'Enquête
Enquêteur chargé de l'enquête	SPF Mobilité et Transports / Organisme d'Enquête
Enquêteurs en appui pour l'enquête	SPF Mobilité et Transports / Organisme d'Enquête
Expertise technique et inspections complémentaires	ICTRA
Documentation, assistance logistique et technique	Divers services du gestionnaire de l'infrastructure
	Divers services entrepreneur, sous-traitant, organisme d'inspection excavatrices, fabricant d'excavatrice
Expertise réglementaire	SSICF

2.1.6. LA CONDUITE DE L'ENQUÊTE

2.1.6.1. GÉNÉRALITÉS

Le 14 juin 2012, vers 16h25, le Traffic control contacte l'Organisme d'Enquête, via l'enquêteur principal, à propos de l'accident.

L'enquêteur principal informe le Traffic Control qu'un enquêteur se rendra sur place.

L'enquêteur principal envoie immédiatement deux enquêteurs sur place.

Les enquêteurs arrivent sur place vers 17h35.

Sur place, ils s'entretiennent avec différentes personnes concernées et des informations sont collectées auprès:

- du « Leader » du gestionnaire de l'Infrastructure;
- des dirigeants du GI chargés du projet « Renouvellement des ponts sur la Nèthe, lignes 25 et 27 Bruxelles-Anvers »;
- de l'entrepreneur principal;
- du sous-traitant.

En outre, des informations complémentaires ont été demandées aux différents services du gestionnaire d'infrastructure, à la division TIC du réseau ferroviaire belge, à l'entreprise ferroviaire néerlandaise, à l'autorité nationale belge de sécurité, à l'entrepreneur, au sous-traitant, à l'organisme d'inspection engins de levage...

La méthode d'enquête comprend :

- La collecte d'informations sur le terrain par les enquêteurs ainsi que la comparaison des rapports, des déclarations rédigées à la suite à l'accident par les différentes parties concernées, avec leurs propres constatations. Les constatations qui en découlent, donnent souvent lieu à d'autres devoirs d'enquête ou interviews et déterminent ainsi la direction de l'enquête. Chaque information est contrôlée quant à son exactitude et sa pertinence.
- L'analyse des informations qui peuvent conduire aux causes directes ou indirectes de l'accident. L'analyse ne vise pas uniquement à déterminer les causes. En effet, elle vérifie également si tous les systèmes de gestion de la sécurité ont fonctionné au moment de l'accident et immédiatement après.
- A la suite des analyses, il peut être éventuellement nécessaire de collecter un certain nombre d'informations supplémentaires ou de dicter des devoirs d'enquête complémentaires.
- Tirer des conclusions adéquates.
- Informer les parties concernées des constatations qui ont émergé au cours de l'analyse.
- Permettre aux parties concernées de communiquer à l'Organisme d'Enquête les mesures qu'elles ont déjà prises à la suite de l'accident.
- Lorsque c'est possible et nécessaire, l'Organisme d'Enquête émet un certain nombre de recommandations de sécurité qui peuvent être formulées à la suite de l'accident. Les recommandations que l'Organisme d'Enquête formule sont «goal oriented» et ont pour objectif d'améliorer la sécurité.
- Les recommandations de sécurité destinées aux parties concernées sont transmises au SSCIF qui surveille les actions que les parties concernées ont entreprises en vue de donner suite aux recommandations qui ont été formulées.
- Avant de publier le rapport définitif, toutes les parties impliquées dans l'accident reçoivent un rapport provisoire en vue de leur permettre de formuler leurs éventuels commentaires à son sujet. Ces commentaires sont communiqués à l'Organisme d'Enquête qui peut en toute autonomie décider d'en tenir compte ou non, dans son rapport final.
- Rédaction du rapport final et publication.

2.1.6.2. ANALYSE TECHNIQUE

On travaille sur la base :

- des rapports des premières auditions et interviews menées,
- des prescriptions techniques, documents, consignes, instructions qui étaient d'application le jour de l'accident,
- des inspections des engins,
- des demandes d'informations en rapport avec les analyses des enquêtes reçues du gestionnaire de l'infrastructure, du SSCIF, d'ICTRA, de NS Highspeed, de l'entrepreneur principal et du sous-traitant,
- des données techniques de l'excavatrice.

L'enquête technique a pour objectif d'élaborer le scénario le plus plausible sur la base des éléments dont dispose l'Organisme d'Enquête.

2.1.6.3. ETUDE DES FACTEURS HUMAINS

L'étude des facteurs humains envisagée vise à découvrir l'ensemble des facteurs relatifs aux individus (psychologie, éducation et formation, vigilance...) et à leur organisation collective (organisation du travail, aspects sociaux,...) qui peuvent influencer les comportements et les réponses du système d'une manière qui peut compromettre la sécurité.

L'analyse d'un accident sous l'angle des facteurs humains et organisationnels, consiste alors, après en avoir soigneusement établi le scénario, à :

- expliciter la composante humaine du modèle de sécurité associé à l'événement initiateur, c'est-à-dire reconstituer les principes de sécurité faisant appel à des comportements spécifiques, attendus des acteurs de première ligne, et censés successivement empêcher sa survenue, permettre sa récupération avant l'accident, et d'atténuer les conséquences de l'accident.
- identifier parmi ces principes de sécurité, celui ou ceux qui n'ont pas correctement fonctionné le jour de l'accident.

Un accident peut malgré tout survenir alors même que le système en fonctionnement se conformait à ses spécifications: on parle alors d'accident «normal». Dans ce cas, soit il s'agit de l'apparition d'un accident dont on avait accepté la possibilité parce qu'elle paraissait suffisamment improbable, soit l'accident révèle une faille dans le modèle de sécurité lui-même, c'est-à-dire une situation d'accident potentiel qui n'a pas été correctement évaluée.

Mais le plus souvent, la genèse d'un accident est associée de façon plus ou moins complexe à l'effet d'écart entre d'une part les spécifications, les prescriptions et les attentes de comportement du système et, d'autre part, son comportement réel. Ceci vaut tant pour les composantes techniques (pannes) que pour les composantes humaines du système (comportements inattendus, erreurs, déviations) qui nous intéressent ici. Ces écarts entraînent alors des défaillances dans les principes de sécurité sur lesquels on fondait la sécurité du système.

L'Organisme d'Enquête s'intéresse tant aux 'écarts' entre les comportements constatés et les comportements attendus des acteurs de première ligne qu'aux conditions pour la sécurité.

Dans des cas plutôt rares, ces écarts peuvent constituer une exception aux pratiques courantes non anticipée et non prise en compte et dont le caractère exceptionnel suffit pour considérer les protections prévues comme insuffisantes. L'Organisme d'Enquête peut alors chercher à comprendre cette exception, à la fois dans le but de découvrir des moyens d'en diminuer la probabilité du risque et dans le but de renforcer les protections amont et aval.

Cette compréhension s'acquiert en confrontant les modèles comportementaux en conditions perturbées et les contextes particuliers de l'activité «ce jour-là». Mais le plus souvent, il est difficile de garantir que cette exception, ou une autre exception, ne se reproduira pas et, le plus efficace est de renforcer les autres protections.

Dans la plupart des cas, les écarts constituent une partie essentielle des pratiques courantes. Ils traduisent notamment des ajustements des prescriptions au caractère variable des conditions réelles. Il s'agit d'ajustements «efficaces» voire nécessaires à l'accomplissement des tâches opérationnelles. Ils peuvent également résulter d'une adaptation progressive des pratiques moyennes pour des raisons d'utilité perçue (p.ex. : abandon d'une vérification qui d'expérience n'est «jamais» utile) ou des raisons de confort (p.ex.: gain de temps). Le point faible de ces pratiques est qu'elles sont basées sur une expérience limitée, c.-à-d. le repérage implicite dans l'expérience locale d'un certain nombre d'invariants qui peuvent très bien s'avérer faux dans certaines circonstances parti-

culières ou exceptionnelles, non anticipées par les acteurs. L'accident résulte alors de la résonance entre cette variabilité des pratiques et ces circonstances particulières.

En règle générale, une bonne compréhension de ces écarts est requise pour identifier des mesures correctrices efficaces pour les points faibles que l'accident a démontrés dans le modèle de sécurité. Cette explication doit se faire à deux niveaux : le niveau de causalité directe et le niveau de causalité indirecte. La causalité directe consiste à chercher ce qui dans l'environnement et le contexte, dans les caractéristiques des opérateurs ou dans la situation ce jour-là, peut expliquer la défaillance en question. La causalité indirecte consiste à chercher ce qui dans les modalités d'organisation, de management, les formations, la culture professionnelle, etc. peut expliquer les causes directes. On se réfère dans ce cadre au modèle général de l'accident «organisationnel» de J. Reason (illustration 2).

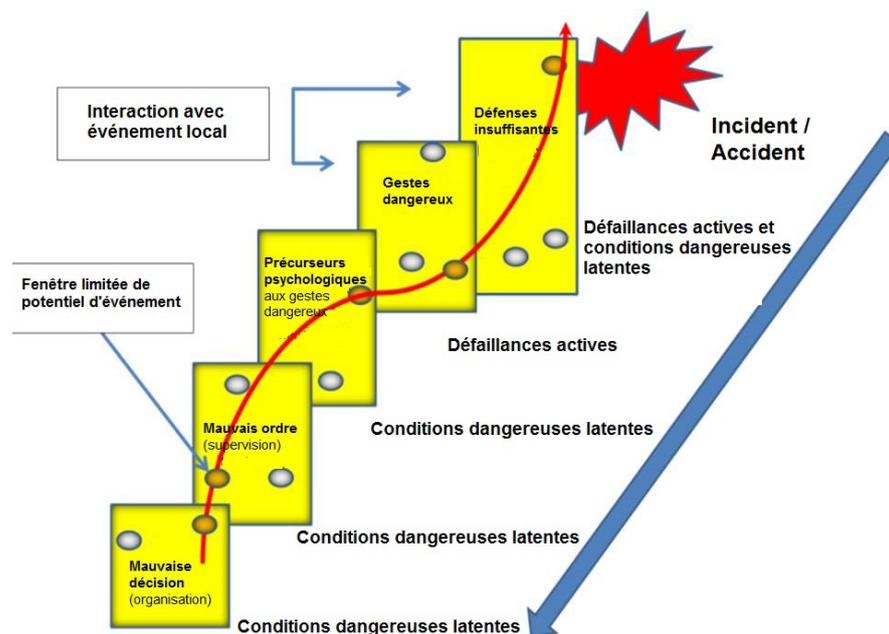


Illustration 2 : Modèle général de l'accident de James Reason.

Ce modèle repose sur le constat qu'il est impossible de supprimer l'erreur d'opérateurs humains et qu'il revient à l'organisation d'intégrer dans ses processus des mécanismes de gestion de l'erreur, qu'ils soient destinés à diminuer la fréquence des erreurs ou à en empêcher les conséquences indésirables.

En résumé, ce modèle postule qu'un système sûr est un système qui se protège lui-même par une série successive de mécanismes de défense approfondie visant à éviter la survenue d'accident grâce à l'efficacité d'un vrai système de gestion de la sécurité intégré en son sein. Enfin, l'analyse devra également apporter une réponse à la question suivante : «Comment le système de gestion de la sécurité du système considéré (ici le système ferroviaire belge, l'entrepreneur et le sous-traitant) a-t-il pris en compte et traité au cours de la période précédant l'accident, les questions de sécurité mis en lumière suite à l'accident ? En fait, c'est la réponse à cette question qui permettra de véritablement tirer les leçons de sécurité de l'accident.

Méthodologie pratique pour l'analyse des facteurs humains

Comme indiqué précédemment, l'Organisme d'Enquête est parti d'une part du scénario d'accident établi par l'enquête, d'autre part des principes de sécurité et de l'ensemble des actions (procédures, etc.) qui sont censés protéger de ce type d'accident.

De cette façon, l'Organisme d'Enquête a pu détecter les défaillances dans les principes de sécurité ou dans leur application qui ont permis l'accident.

Ceci a orienté l'Organisme d'Enquête vers les documents à examiner, le contenu des grilles d'entretien à définir ainsi que la nature des données et informations à recueillir.

En effet, pour conduire cette étude, un certain nombre d'entretiens et d'interviews ont été menés dans le cadre d'une collaboration volontaire des personnes concernées. Dans plusieurs entreprises, ces entretiens visaient :

- les supérieurs hiérarchiques;
- les opérateurs impliqués le jour de l'accident;
- les responsables des organismes officiels concernés par la sécurité ferroviaire;
- les techniciens impliqués dans la construction des engins de construction.

Entretiens avec les supérieurs hiérarchiques.

Nous avons mené des entretiens avec différents responsables. Les objectifs de ces entretiens étaient notamment d'étudier :

- l'organisation du travail (les rôles attendus et effectivement tenus, contraintes de production, gestion hiérarchique de la sécurité,);
- la définition des procédures de travail (connaissance, compréhension, adaptations et «vision du terrain» au travail, le savoir-faire, les règles autonomes éventuelles, le rattrapage de situations);
- l'utilisation du retour d'expérience;
- la formation des supérieurs.

Dans ce cadre, nous nous sommes entretenus avec les personnes suivantes :

- les fonctionnaires dirigeants du GI des travaux;
- les fonctionnaires exécutants du GI des travaux;
- le conseiller en prévention de l'EP;
- le gérant de l'entreprise sous-traitante;
- le coordinateur de la sécurité du chantier (travaille pour le compte du GI);
- le chef de projet de l'EP.

Interviews des acteurs impliqués dans l'accident

Conditions de l'interview :

Comme pour les autres entretiens, les interviews des personnes impliquées ont été menées sur une base volontaire.

Les conditions de cette interview étaient :

- la possibilité pour les personnes de se faire accompagner pendant l'interview;
- la garantie de la stricte confidentialité de l'interview,
- la garantie que les transcriptions des interviews ne soient ni reprises dans le rapport officiel et ni jointes sous forme d'annexe au rapport.

Grille d'entretien :

L'objectif de l'interview était d'obtenir une description la plus détaillée possible du déroulement du travail le jour de l'accident ainsi que de l'organisation pratique, de la communication, des ordres de missions, etc.

Personnes interviewées :

- le conducteur de l'excavatrice impliquée dans l'accident;
- le chef de chantier de l'entrepreneur principal;
- les fonctionnaires exécutants du GI qui suivaient sur place le chantier de Duffel;
- le conducteur de train de l'EF.

2.1.6.4. ETUDE DU SYSTÈME DE GESTION DE LA SÉCURITÉ

L'accident de Duffel est une collision entre un train et le bras d'une excavatrice qui a pénétré dans le gabarit des obstacles. Un certain nombre de faits observés à l'occasion de l'accident grave de Duffel ont donné lieu à l'examen des dimensions organisationnelles de l'accident et donc du fonctionnement du système formel et informel de gestion de la sécurité tant :

- du gestionnaire de l'infrastructure;
- de l'entrepreneur principal;
- du sous-traitant;
- de l'entreprise ferroviaire.

L'objectif n'est pas de faire un audit complet du système de gestion de la sécurité des parties mais de vérifier comment la sécurité d'exploitation peut être garantie pendant les travaux d'infrastructure ferroviaire.

Par sécurité d'exploitation lors de travaux d'infrastructure ferroviaire, on entend la sécurité :

- des voyageurs, des marchandises, du personnel du GI et de l'EF;
- des travailleurs et des indépendants travaillant pour le compte des entrepreneurs et des sous-traitants;
- des tiers

présents sur les voies ou dans les environs de ces voies, et à bord des trains qui roulent sur ces voies.

Il convient de remarquer que la sécurité du personnel relève en premier lieu de la sécurité au travail. Dans le cadre de travaux d'infrastructure ferroviaire, il peut y avoir un dénominateur commun avec la sécurité d'exploitation.

Il est vérifié quelles règles, quelles formations, et quelles prescriptions sont d'application à quels niveaux et comment celles-ci peuvent être implémentées et soutenues par l'ensemble des personnes concernées.

2.1.6.5. LE RAPPORT

Structure du rapport

La structure du rapport est conforme aux directives européennes et est basée sur le format préconisé par l'ERA.

Publication du rapport

Dans un premier temps, le projet de rapport est soumis à l'EF et GI concernés, à l'autorité de sécurité, à l'entrepreneur principal et aux sous-traitants pour leur permettre de formuler leurs éventuelles remarques.

Cette consultation n'a pas pour objectif de modifier le rapport rédigé par l'Organisme d'Enquête mais de permettre aux parties concernées de réagir et de commenter le projet de rapport, notamment en relevant des inexactitudes ou des erreurs matérielles.

Les parties sont donc informées que certaines de leurs observations pourraient être acceptées et intégrées dans le rapport tandis que d'autres, jugées importantes mais en contradiction avec la position de l'Organisme d'Enquête, pourraient être jointes en annexe au rapport.

2.2. LES CIRCONSTANCES DE L'ÉVÉNEMENT

2.2.1. ACTEURS IMPLIQUÉS

D'un point de vue général, on peut voir que les différents acteurs sont :

- les opérateurs : ceux qui sont impliqués dans l'accident dans le cadre de l'exécution des instructions le 14 juin 2012.
- le cadre opérationnel : détails élaborés pour mettre en œuvre les personnes, les règles et les moyens matériels souhaités en temps voulu en tenant compte du contexte social adapté afin que le projet soit réalisé en toute sécurité et dans les délais.
- les organisations : veillent à ce que des personnes, des règles et des moyens soient disponibles.

Les organisations créent la culture d'entreprise appropriée en motivant et déterminent le cadre qui permettra de mesurer, de lister et de corriger les problèmes.

Les organisations suivantes sont impliquées dans l'accident :

- le gestionnaire de l'infrastructure, division travaux d'infrastructure, qui outre la gestion de l'infrastructure, des voies, des quais, agit comme donneur d'ordre- maître d'œuvre des travaux à Duffel et désigne le coordinateur de sécurité;
- l'entrepreneur principal;
- le sous-traitant;
- l'entreprise ferroviaire du train Benelux;
- l'organisation qui est responsable de l'ICT sur le réseau ferroviaire du gestionnaire d'infrastructure.

2.2.2. COMPOSITION DES TRAINS

Le train Benelux E9233 impliqué dans la collision était composé de 7 voitures et d'une locomotrice de traction de type 2802.

2.2.3. DESCRIPTION DE L'INFRASTRUCTURE ET DES DISPOSITIFS DE SIGNALISATION

En gare de Duffel, il y a quatre voies principales. D'une part la ligne 25, voies A et B, et d'autre part la ligne 27, voies A et B.

Sur la ligne 25, les voies A et B sont normalement utilisées pour les trains intercity et internationaux et ont une vitesse de référence de 140 km/h à Duffel. Les trains sur cette ligne ne s'arrêtent normalement pas à Duffel. Le passage des trains sur la voie A peut se faire à cette vitesse de référence.

Sur la ligne 25, des arrêts se font uniquement à Duffel lorsque la ligne 27 est mise hors service ou dans des cas exceptionnels lorsque le service ou les circonstances l'exigent, par exemple comme arrêt occasionnel.

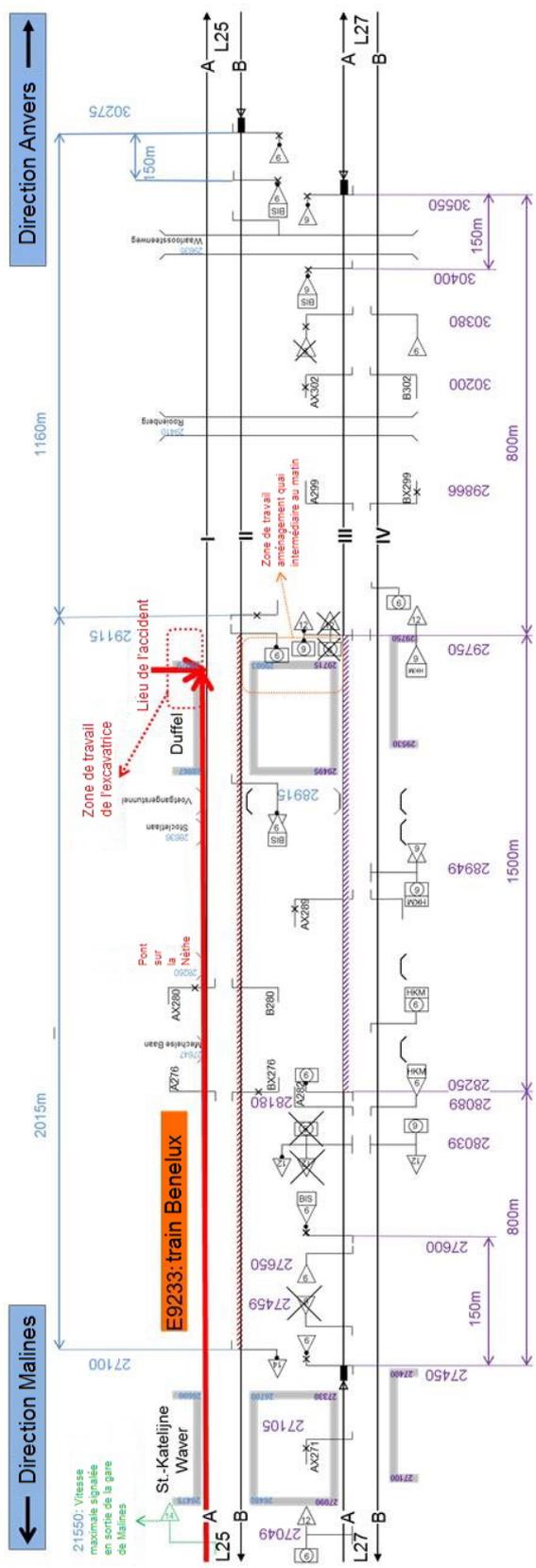
Sur la ligne 27, les voies A et B sont normalement utilisées pour les trains interrégionaux ou locaux et les trains de marchandises. La vitesse de référence sur cette ligne est de 120 km/h. Les trains de voyageurs sur cette ligne s'arrêtent en règle générale à Duffel. Les trains intercity et internationaux font exceptionnellement usage de cette ligne, par exemple pendant les mises hors service de la ligne 25.

Le jour de l'accident, 3 quais étaient en service à Duffel :

- Le quai I: pour les trains de ligne 25, voie A, sur la longueur qui était accessible aux voyageurs. L'accident a eu lieu à l'extrémité aval du quai; cette partie n'était pas accessible aux voyageurs parce qu'elle était en cours d'aménagement.
- Les quais II/III ou quai intermédiaire: le quai II pour les trains de la ligne 25, voie B, et le quai III pour les trains de la ligne 27, voie A. Le quai n'étant que partiellement accessible aux voyageurs; les voyageurs sont canalisés. Une partie du quai, direction Anvers, était encore en cours d'aménagement.
- Le quai IV (situé du côté du bâtiment de la gare): pour les trains de la ligne 27, voie B.

Le jour de l'accident pendant les travaux aux quais à Duffel, les mesures de sécurité temporaires suivantes étaient en vigueur et en application :

- Ligne 25 voie B :
 - ART de 90 km/h, sur la voie normale;
 - un système automatique d'annonce de trains (Minimel), pour mouvement sur la voie normale;
 - la circulation à contre-voie était bloquée.
- Ligne 27 voie A :
 - ART de 60 km/h, tant sur la voie normale que sur la contre-voie;
 - un système automatique d'annonce de trains (Minimel), pour mouvement sur la voie normale et la contre-voie;
 - la circulation à contre-voie était bloquée.
- Sur les lignes 25, voie A et 27, voie B, il n'y a pas de mesures temporaires en vigueur à hauteur des travaux sur les quais à Duffel.



Explication symboles

- '27100' : Indication km en m sur la ligne 25 (note : km ligne 25 = km ligne 27 - 609 m)
- '27450' : Indication km en m sur la ligne 27 (note : km ligne 27 = km ligne 25 + 609 m)
- Panneau temporaire de signalisation équipé avec des feux clignotants
- Panneau de signalisation supprimé
- Panneau temporaire de signalisation : 1) annonce limitation de vitesse, 2) vitesse maximale de la limitation de vitesse (sans feux clignotants), 9 = 90 km/h, 6 = 60 km/h
- Système automatique d'annonce Minimal avec indication sens de la marche
- Indication du sens de la marche en voie normale
- Signal lumineux permanent en contre-voie (note : les signaux lumineux dans le schéma sont des signaux lumineux automatiques non-desservis)
- Signal lumineux permanent en voie normale (note : les signaux lumineux dans le schéma sont des signaux lumineux automatiques non-desservis)
- Indication uniquement pour des trains de marchandises
- Répétition panneau de signalisation
- Zone sur la voie B ligne 25 gardé par Minimal uniquement en voie normale
- Zone sur la voie A ligne 27 gardé par Minimal en voie normale et en contre-voie
- Répétition vitesse maximale de la limitation de vitesse 9 = 90 km/h (panneau temporaire de signalisation)

Illustration 3 : Plan schématique de signalisation : signalisation permanente et temporaire à Duffel le 14-06-2012⁶.

6 Les détails de chaque voie : voir annexes 7.2. et 7.3.

2.2.4. MOYENS DE COMMUNICATION

Un système de communication GSM-R se trouve à bord du train Benelux E9233. Ce système permet au conducteur de communiquer notamment avec le Traffic Control et les trains voisins, il permet également d'envoyer des appels d'urgence.

GSM R

Le "GSM for Railways" (GSM-R) est une norme internationale pour le réseau de radiocommunication numérique paneuropéen. Le GSM-R prend en charge les services vocaux et data et assurera le soutien radio au système de signalisation ERTMS (European Rail Traffic Management System) / ETCS (European Train Control System).

Le réseau de radiocommunication numérique GSM-R fonctionne sur des bandes de fréquences identiques en Europe qui ont été attribuées par la Commission européenne.

Cela permet d'effectuer des appels de groupes, de gérer l'ordre de priorité des appels et d'enregistrer toutes les communications.

Le réseau ferroviaire est entièrement équipé du réseau GSM-R.

Le matériel ferroviaire en est également obligatoirement équipé.

Les conversations du réseau GSM-R sont enregistrées grâce au système ETRALI.

2.2.5. TRAVAUX EFFECTUÉS À L'ENDROIT OU DANS LES ENVIRONS IMMÉDIATS DE L'ENDROIT OÙ A EU LIEU L'ACCIDENT

L'emplacement de l'accident se trouve sur le chantier du projet «Renouvellement des ponts sur la Nèthe, lignes 25 et 27 Bruxelles-Anvers à Duffel», la mise en œuvre de ce projet a débuté le 16 avril 2009 et avait comme date initiale de fin, le 15 avril 2013.

Le projet comprend les travaux suivants :

- renouvellement et réaménagement des 4 quais de la gare de Duffel,
- travaux aux voies :
 - aménagement de tracés de voie temporaires
 - aménagement de nouveaux tracés des lignes 25 et 27,
 - travaux de caténaires : adaptation et placement de nouvelles caténaires,
 - pose de travaux de câblage, dispositifs de signalisation et de câble à fibre optique ICT,
 - remblayage temporaire et pont temporaire au-dessus de l'avenue Stoclet pour l'aménagement des tracés de voie temporaires,
 - remblais de terre et amélioration du sol sur les deux rives de la Nèthe,
 - construction de deux nouveaux ponts de chemin de fer en acier sur la rivière Nèthe,
 - démolition des ponts de chemin de fer existants sur la rivière Nèthe,
 - démolition et reconstruction du pont de chemin de fer sur l'avenue Stoclet : semelle coulée sur place, culées, dalle de couverture et murs de soutènement,
 - démolition et reconstruction du pont de chemin de fer sur la Mechelbaan : semelle coulée sur place, culées, dalle de couverture et murs de soutènement,
 - nouveau mur de soutènement le long de la firme LPC et le long du Geleweg,
- travaux de voirie :
 - réaménagement de la Mechelbaan à hauteur du pont de chemin de fer,
 - nouvelle piste cyclable à côté de la nouvelle voie 27B,
 - réaménagement de l'avenue Stoclet à hauteur du pont de chemin de fer.

La collision entre le train Benelux E9233 et l'excavatrice a eu lieu lors de l'exécution des travaux liés au renouvellement des quais de la gare de Duffel.

L'excavatrice a été mise en œuvre pour dédoubler des palettes de pavés entreposées sur le quai I en cours d'aménagement et destinées à son extension. Durant le déplacement des palettes, le bras de l'excavatrice a pénétré dans le gabarit des obstacles du train Benelux qui arrivait sur la voie A de la ligne 25, entraînant une collision.

2.2.5.1. TRAVAUX EN COURS LE JOUR DE L'ACCIDENT

A l'extrémité du quai central II/III, direction Anvers, des travaux étaient en cours d'exécution à Duffel le 14 juin 2012; du béton sec avait été déposé pour réaliser le pavement de ce côté du quai. Ces travaux ont eu lieu avec les mesures de sécurité applicables à la voie comme décrites au point 2.2.3. Ces travaux ont été exécutés par l'entrepreneur principal à l'aide d'une mini excavatrice louée, avec opérateur indépendant, par le sous-traitant (A-ST).

Le 14 juin 2012, une excavatrice sur pneus était louée avec opérateur (C-ST) auprès du même sous-traitant afin d'accomplir un certain nombre de tâches logistiques - transport de matériel, de coffrages... - sur le chantier.

Dans l'après-midi du 14 juin 2012, mission a été donnée au C-ST de dédoubler les palettes entreposées en deux rangées sur le quai I à l'aide de son excavatrice et d'élingues.

Sur la voie A de la ligne 25, il n'y avait ni système automatique d'annonce de trains «Minimel» ni d'ART d'application.

Le déplacement des palettes a été effectué avec un système de fourche monté sur l'extrémité du bras de l'excavatrice.

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

Le conducteur du train Benelux E9233 a effectué un freinage d'urgence et a immédiatement envoyé un appel d'urgence par le GSM-R qui a été reçu par les trains des environs et le Traffic Control. Le service 100 a immédiatement été averti par un riverain.

La succession des événements par ordre chronologique est présentée ci-dessous :

- 14:47:48** le conducteur de train envoie un appel d'urgence par le GSM-R qui est directement reçu par le Traffic Control et les trains se trouvant à proximité dans la zone.
- 14: 48** le Traffic Control appelle l'EBP, bloc 5, Malines afin d'interrompre la circulation sur les lignes 25 et 27.
- 15:06** circulation interrompue ligne 27, procédure modifiée en circulation prudente avec limitations, ligne 25 reste bloquée.
- 15:30** arrivée du personnel B-Mobility et commencement de la distribution de nourriture et de boissons aux voyageurs du train E9233.
- 15:34** début de l'évacuation de quelques 180 voyageurs du train de Benelux E9233 impliqué dans la collision, par la voie publique vers la gare de Duffel.
- 15:55** fin de l'évacuation des voyageurs du train E9233.
- 16:45** arrivée à Duffel des services du parquet.
- 17:30** L27, voies A et B, peut à nouveau être empruntée sans limitation, comme avant l'accident. On peut à nouveau rouler sur la L25 voie B, procédure circulation lente; L25, voie A reste bloquée.
- 17:44** le parquet libère le matériel du E9233.
- 17:50** le matériel du E9233 part en tant que E17935 vers Anvers-Schijnpoort.
- 17:50** ligne 25, voies A et B sont complètement libérées et peuvent à nouveau être empruntées sans limitations, comme avant l'accident.

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

Aucun plan d'urgence des services publics de secours n'est déclenché.

2.3. MORTS, BLESSÉS ET DÉGÂTS MATÉRIELS

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

Il y a une victime mortelle: le collaborateur indépendant du sous-traitant (A-ST) qui assistait le conducteur lors du déplacement des palettes avec l'excavatrice, décède sur place.

Le conducteur de l'excavatrice (C-ST) a été blessé et transporté en état de choc à l'hôpital de Duffel qu'il a pu quitter le jour même.

Il n'y avait pas de personnes blessées parmi les voyageurs ou le personnel du train.

2.3.2. FRET, BAGAGES ET AUTRES BIENS

Sous le choc, le bras de l'excavatrice tourne de 270°. Entraînant une torsion du bras préhenseur, un forçage de la couronne de rotation et des dégâts à la cabine de conduite.

L'excavatrice :

- marque JCB;
- excavatrice sur pneus type JS145W;
- bras : bras construit en trois parties.



Illustration 4 : Excavatrice endommagée.

2.3.3. MATÉRIEL ROULANT, INFRASTRUCTURE ET ENVIRONNEMENT

L'infrastructure et l'environnement n'ont subi aucun dommage.

Les dégâts matériels au train sont limités à l'endroit de l'impact de la collision du bras de l'excavatrice sur la locomotive.



Illustration 5 : Dégât à la locomotive après la collision avec le bras de l'excavatrice.

2.4. CIRCONSTANCES EXTERNES

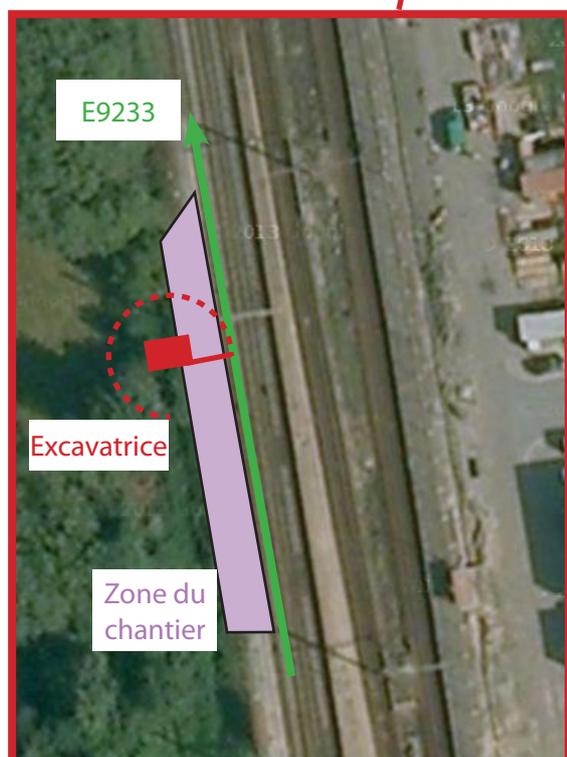
2.4.1. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Les conditions météorologiques étaient de 20°C, sans vent, visibilité à plus de 200 m, temps sec et lumineux, le soleil était haut dans le ciel.

2.4.2. DONNÉES GÉOGRAPHIQUES



Illustration 6 : Image aérienne + détail lieu de l'accident.



Les trains sur la voie A, ligne 25, qui roulent en voie normale direction Anvers arrivent par le nouveau pont sur la Nèthe et descendent vers la gare de Duffel. Le tracé, après le pont, présente un léger virage vers la gauche et ensuite revient vers la droite et traverse la gare de Duffel le long du quai I. (voir page de couverture)

3. RÉSUMÉ DE L'ENQUÊTE

3.1. RÉSUMÉ DES TÉMOIGNAGES

L'Organisme d'Enquête, comme mentionné au point 2.1.6.3, a mené des discussions avec toutes les parties impliquées lorsqu'il est descendu sur les lieux le jour de l'accident, les jours suivants et lors de la reconstitution de l'accident.

Par la suite l'Organisme d'Enquête a procédé à l'interview des personnes concernées suivantes :

- le conducteur de l'excavatrice impliquée dans l'accident;
- le chef de chantier de l'entrepreneur principal (adjudicataire);
- les fonctionnaires chargés de la surveillance sur le chantier du gestionnaire de l'infrastructure;
- le conducteur du train Benelux E9233.

De ces interviews, il est ressorti que :

- Des discussions préalables sur la méthode de travail ont été menées le matin par le chef de chantier (CC-E) avec :
 - le conducteur de l'excavatrice (C-ST);
 - un salarié travaillant pour l'adjudicataire (AS-A), habilité à placer, mettre en service et contrôler le bon fonctionnement du système automatique d'annonce de trains (Mimimel), utilisé sur le chantier, et de la signalisation ferroviaire temporaire pour les travaux.
- La méthode de travail consistait à déplacer des palettes chargées de pavés avec l'excavatrice sur pneus du type JCB JS145W et de les soulever au moyen d'élingues.
- L'heure de l'exécution n'était pas encore connue le matin. Il était prévu d'exécuter ces instructions quand on en aurait le temps.
- Les travaux sur le quai intermédiaire II/III s'étaient déroulés sans problèmes.
- L'instruction pour le dédoublement des palettes sur le quai I a été donné à environ 13h45 par le chef de chantier de l'adjudicataire (CC-A) au conducteur de l'excavatrice du sous-traitant (C-ST).
- L'instruction a été donnée oralement par téléphone : il s'agissait d'une communication entre le chef de chantier de l'adjudicataire (CC-A) et le conducteur de l'excavatrice du sous-traitant (C-ST).
- Au moment où l'instruction a été donnée, le travailleur de l'adjudicataire (AS-A), qui était censé prêter son assistance pour ce travail, n'était pas disponible.
- Il a été décidé de demander au conducteur indépendant de l'excavatrice du sous-traitant (C-ST), qui était occupé à actionner l'excavatrice sur le quai intermédiaire II/III, d'aider au déplacement des palettes sur la quai I.
- Il n'y a pas eu de communication écrite, adressée au GI et reprenant l'instruction et l'heure de l'exécution de l'adjudicataire ou du sous-traitant.
- Depuis la voie A, en descendant la ligne 25, la vue qu'on a sur la gare de Duffel depuis le pont de la Nèthe est temporairement entravée par une baraque blanche située le long de la voie A de la ligne 25. Les conducteurs des trains qui circulent dans le sens normal (en direction d'Anvers) sur la voie A de la ligne 25 ne peuvent voir le quai I de Duffel qu'en dernière minute, après avoir franchi la légère courbe en S précédant la gare.

- Pendant toute la durée du projet, des systèmes automatiques d'annonce de trains sont installés sur deux voies, variant de place selon l'endroit où les travaux doivent être réalisés avec un risque d'empiètement sur le GDO.
- Le chantier de Duffel faisait partie de l'un des premiers projets où le système automatique d'annonce de trains (Minimel) a été utilisé.
- D'autres systèmes d'annonce de train, avec des factionnaires et des signaux TW, ont été utilisés au début des travaux de démolition et de reconstruction des quais à Duffel.
- La démolition des anciens quais à Duffel et la construction des nouveaux n'a pas pu se faire comme prévu un quai après l'autre, d'une part puisque les tracés ont également dû être modifiés (comme prévu dans le cahier des charges), d'autre part à cause du phasage des travaux caténaires. Pour cette raison, le réaménagement du quai I et du quai intermédiaire II/III du côté pour Anvers n'ont pas encore pu être terminés. Une zone, en amont et en aval de chaque quai, a pour cette raison été omise lors de la réalisation du réaménagement.
- Lors de la première étape des travaux aux quais, les systèmes de protection prévus dans le cahier des charges ont été utilisés (Minimel, ART, signaux TW) et dans une phase ultérieure, les signaux TW n'ont plus été utilisés.
- Le conducteur indépendant de l'excavatrice du sous-traitant (C-ST) était son premier jour de retour après une longue absence sur le chantier de Duffel. Le matin, un nouvel accueil a été organisé pour lui, avec la transmission des consignes et signature d'un accusé de réception.
- Au moment de l'accident, il n'y avait pas d'autres personnes en train de travailler sur le chantier dans les environs de l'accident.
- L'assistant (A-ST) qui accompagnait n'a pas été invité aux discussions sur la méthode de travail.
- L'assistant, AS-E au début et C-ST à la fin, n'a pas reçu de consignes pour surveiller en tant que vigie ou factionnaire l'arrivée de trains sur la voie A de la ligne 25, à côté du quai I. La fonction de factionnaire ne peut être exercé que par du personnel du GI ; un employé de l'entrepreneur peut être désigné comme vigie.
- Le coordinateur de sécurité réalisation est désigné par le maître d'ouvrage à chaque fois pour une période d'environ un an.
- Plusieurs sous-traitants étaient actifs sur le chantier.
- L'adjudicataire et le GI ne peuvent pas connaître tous les sous-traitants au début d'un projet.
- Vu la taille du chantier, il est tout aussi impossible, tant pour le fonctionnaire du GI chargé de la surveillance (FS-I) que pour le chef de chantier (CC-E), d'exercer un contrôle ou d'être physiquement présent à chaque poste de travail.

3.2. SYSTÈME DE GESTION DE LA SÉCURITÉ

La Directive 2004/49 européen sur la sécurité d'exploitation ferroviaires prévoit que chaque gestionnaire d'infrastructure ferroviaire et chaque utilisateur d'infrastructure ferroviaire doivent établir un système de gestion de sécurité (SGS) qui garantisse que tous les risques de ses activités sont gérées.

Le SGS est particulièrement axé sur la compréhension et évaluation en permanence de la situation, l'évolution des risques et la sécurité sur le terrain, afin de prendre des mesures préventives pour éviter des accidents. L'enquête du fonctionnement du SGS est donc un élément essentiel de chaque analyse d'accidents : chaque accident dans un sens constitue l'expression d'un échec du SGS.

En plus de la Directive 2004/49 européenne sur la sécurité d'exploitation ferroviaire, la réglementation belge pour le bien-être, la protection et la prévention au travail s'appliquent à chaque employé, indépendant, maître de ouvrage, superviseur de projet, coordinateur de la sécurité, adjudicataire et sous-traitant.

Cependant, notre intention n'est pas de faire un audit des SGS du gestionnaire de l'infrastructure, de l'entreprise ferroviaire, de l'adjudicataire ou de son sous-traitant. Nous voulons seulement déterminer si des dysfonctionnements ou des défauts éventuels de ceux-ci peuvent être liés à la cause de l'accident. Les exigences et les éléments essentiels du système de gestion de la sécurité sont décrits dans l'annexe 3 de la Directive 2004/49 européenne.

3.2.1. ORGANISATION, MANIÈRE DONT SONT DONNÉES ET EXÉCUTÉES LES INSTRUCTIONS

3.2.1.1. GÉNÉRALITÉS

Le gestionnaire de l'infrastructure

Le gestionnaire de l'infrastructure, Infrabel est organisé comme présenté en illustration 7.

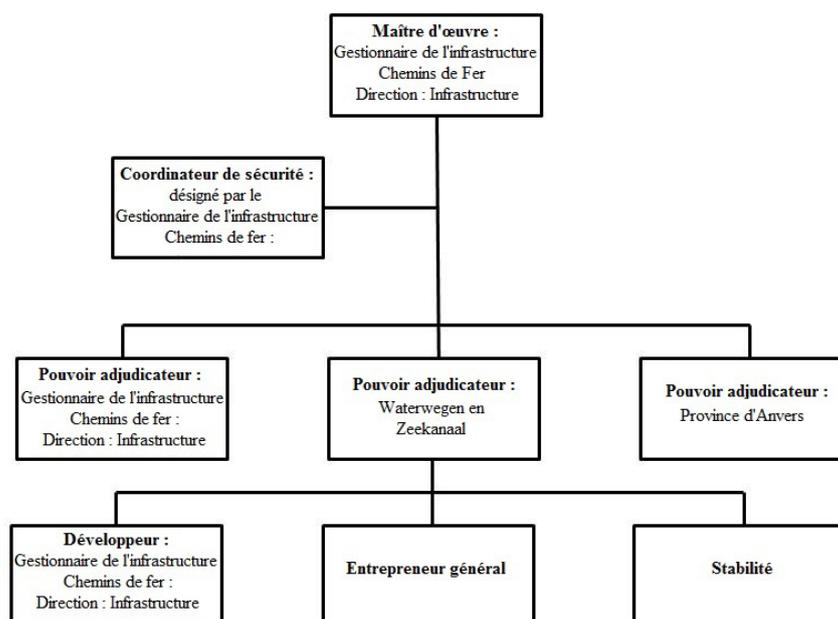


Illustration 7 : Organigramme du gestionnaire de l'infrastructure.

Les unités opérationnelles du gestionnaire de l'infrastructure sont les suivantes :

• **L'Accès au réseau (I-AR) :**

Il veille, entre autres à :

- la gestion de la sécurité (sécurité d'exploitation);
- la proposition de normes techniques et de réglementation en matière de sécurité;
- l'élaboration et l'adaptation du système de gestion de la sécurité du gestionnaire de l'infrastructure;
- la gestion des risques et des modifications ayant un impact sur la sécurité;
- l'organisation de plateformes et de concertations concernant la sécurité;
- la direction des travaux d'investissement pour les augmentations de capacité.

• **Le Réseau (I-R) :**

Les activités principales sont les suivantes :

- la coordination des travaux et du trafic ferroviaire afin de ne pas trop perturber celui avec des ART et des déviations. La déviation des trains vers une autre ligne ne doit se faire qu'en cas de nécessité;
- la fourniture d'informations sur le trafic aux voyageurs;
- le suivi du trafic ferroviaire en temps réel;
- la maintenance des points d'arrêt non gardés.

L'organisation de ces activités se fait :

- au niveau central par Traffic Control;
- au niveau local par les cabines de signalisation.

• **L'Infrastructure (I-I):**

Cette unité a comme mission principale de concevoir, de construire, de renouveler et d'entretenir les installations de l'infrastructure ferroviaire.

Elle est active dans les domaines suivants :

- les plateformes ferroviaires et les voies;
- les ouvrages d'art et les bâtiments;
- les installations de signalisation;
- les passages à niveau;
- les installations fixes pour la traction électrique;
- les installations d'éclairage, de chauffage et de force motrice,

L'organisation se fait :

- au niveau central avec 2 postes de travail et services;
- au niveau régional par zones, subdivisées en arrondissements.

L'entreprise ferroviaire

Le train Benelux de l'entreprise ferroviaire assure la liaison entre Bruxelles et Amsterdam. Ce service train est géré en collaboration par la division Highspeed de la NS Néerlandaise et la SNCB Europe. Il peut être assuré tant par des conducteurs et accompagnateurs néerlandais que belges. Tous les conducteurs de train, en plus de leur licence ou de leur permis général, doivent démontrer leur connaissance du matériel et de la ligne pour la totalité du trajet Bruxelles-Midi – Amsterdam Centraal Station.

L'adjudicataire (entreprise générale)

L'adjudicataire, l'entreprise CEI – De Meyer, a mis en place au sein de son organisation un certain nombre de mesures pour la gestion de la sécurité. Celles-ci ont été coordonnées par les conseillers en préventions internes et externes du service de sécurité. L'adjudicataire élabore une structure par grand projet d'infrastructure adaptée aux besoins du projet concerné. Un certain nombre d'actions générales pour la sécurité au sein de son organisation seront discutées sous le point 3.2.4.2, tout comme la formation LSC.

Le sous-traitant

Le service de sécurité du sous-traitant, Grondverzet Rental, est géré par une société externe. Les travailleurs (conducteurs d'excavatrice) des sous-traitants sont titulaires :

- d'un certificat LSC;
- d'une déclaration délivrée par le sous-traitant, certifiant les compétences pour manœuvrer une excavatrice.

Les indépendants, qui travaillent pour le sous-traitant, ne sont pas tenus de disposer d'un LSC, ni d'une déclaration certifiant les compétences pour manœuvrer une excavatrice.

3.2.1.2. EN CE QUI CONCERNE LE PROJET D'INFRASTRUCTURE

L'organisation du projet de renouvellement de l'infrastructure est repise sur l'illustration 8. Dans le cadre de son travail, l'Organisme d'Enquête n'intervient que dans le volet concernant l'infrastructure ferroviaire.

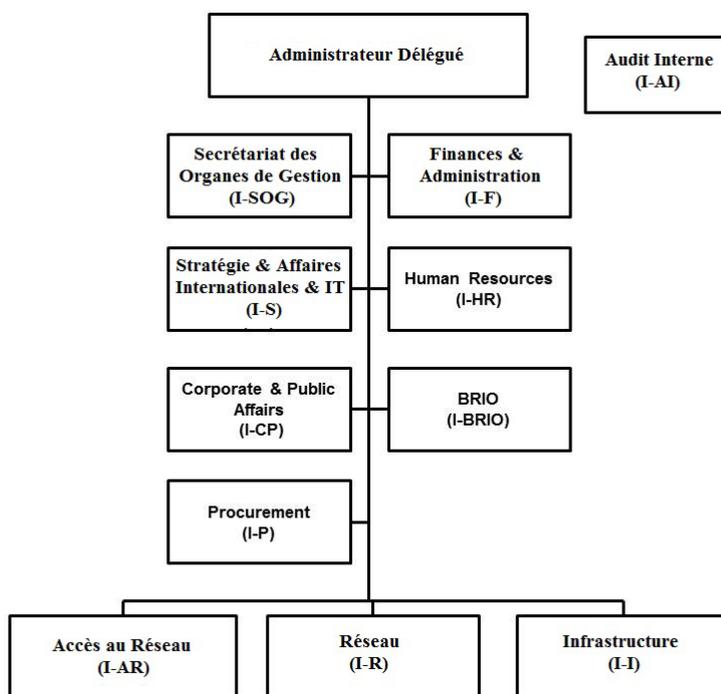


Illustration 8 : Organigramme du projet.

La **division Infrastructure du gestionnaire de l'infrastructure** est maître d'ouvrage, maître d'œuvre et pouvoir adjudicateur. Elle agit en tant que maître d'œuvre lors de l'élaboration et le contrôle du projet.

Elle s'entoure des acteurs de terrain suivants lors de l'exécution du projet :

- des fonctionnaires dirigeants⁷ :

L'identité des personnes chargées de la direction du marché et agissant en tant que fonctionnaire dirigeant sont indiquées dans le cahier spécial des charges. Les compétences des fonctionnaires dirigeants s'étendent à la direction et au contrôle de l'exécution des travaux, des fournitures ou des services tels qu'ils sont décrits dans les documents d'adjudication. Toute décision relative à une dérogation aux dispositions contractuelles fait l'objet d'une approbation préalable par leur hiérarchie, conformément aux délégations de pouvoirs en vigueur chez le gestionnaire de l'infrastructure.

⁷ Définition du Fascicule 61, Version 2 : « Dispositions complémentaires au cahier général des charges des marchés publics de travaux, de fournitures et de services » et conformément à l'article 1er du « cahier général des charges des marchés publics de travaux, de fournitures et de services et des concessions de travaux publics » du 26 septembre 1996.

- des fonctionnaires chargés de la surveillance :
Ils sont placés sous la direction des fonctionnaires dirigeants et surveillent, sur le chantier, la bonne exécution et la sécurité des travaux, en particulier la sécurité ferroviaire. Ils sont les points de contact sur le chantier pour les adjudicataires, les sous-traitants et les autres gestionnaires concernés par le chantier. D'éventuelles mises hors service ou autres mesures de sécurité collectives doivent leur être adressées.
- un coordinateur en matière de sécurité et de santé⁸ : nommé ci-après coordinateur de sécurité. Celui-ci est indépendant et est désigné par le maître d'ouvrage, c'est-à-dire par le gestionnaire de l'infrastructure.
Il faut faire la distinction entre deux types de coordinateurs :
 - un coordinateur sécurité et santé pour la phase d'élaboration du projet;
 - un coordinateur sécurité et santé pour la phase de réalisation du chantier.
 L'actuel coordinateur de sécurité réalisation est désigné pour ce chantier depuis juin 2011.

L'**adjudicataire** agit en tant que maître d'œuvre chargé de l'exécution du projet. Son organigramme est repris sur l'illustration 9.

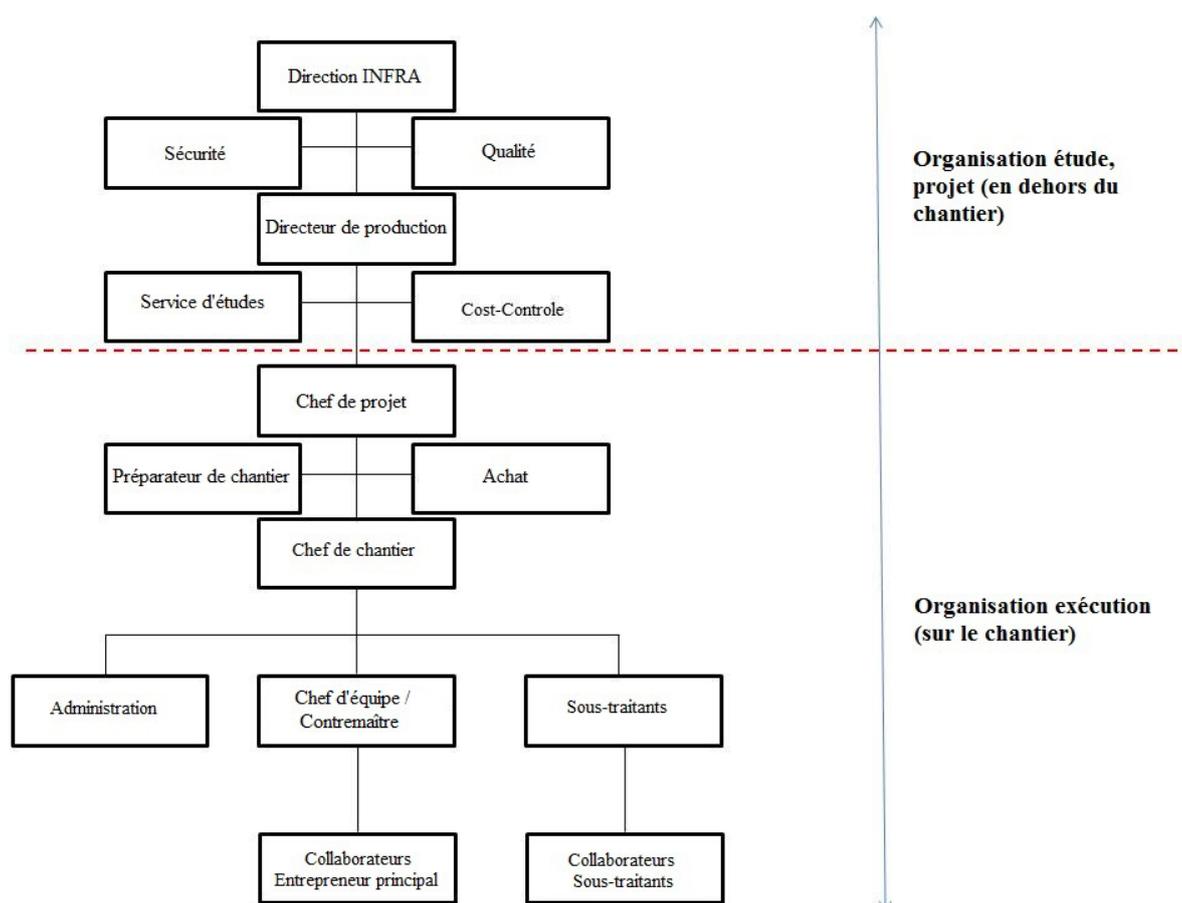


Illustration 9 : Organigramme de l'équipe d'exécution de l'entrepreneur principal.

⁸ Définitions selon l'article 3 §12, §13 de la loi du 4 août 1996 : « Loi relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail », dénommée la loi du bien-être.

Le chef de projet dirige les opérations sur le terrain. Il est aidé par le chef de chantier, un préparateur et un acheteur.

Le préparateur fournit, pour les travaux prévus, le personnel, les matériaux et les matériaux auxiliaires sur le chantier. Il prépare les travaux, demande d'éventuelles mises hors service des voies auprès du fonctionnaire dirigeant du GI et travaille en étroite collaboration avec l'acheteur et le chef de chantier. Il fait le briefing pour le chef de projet.

Pour les travaux à court terme ou les modifications dans le planning, le chef de chantier fait appel au préparateur.

Le chef de chantier prend en charge la direction du chantier au quotidien, il dirige les équipes. Par diriger, on entend donner des instructions pour l'exécution du travail, donner la méthode et l'analyser afin de préciser comment le travail doit être réalisé, suivre les travaux et les contrôles par la suite. Le terme diriger est plus adéquat que coordonner car il sous-entend que ce sont uniquement des instructions qui sont données quant à l'endroit et au moment où la travail doit être effectué, sans indication sur la méthode.

Des instructions sont données par la direction du chantier aux personnes qui sont chargées de l'exécution des travaux. Cela se fait :

- soit au début de la journée;
- soit au début de la tâche;
- si la tâche doit être exécutée dans le courant de la semaine, les instructions se donneront dans le courant de la semaine aussi.

La communication sur le début, le déroulement et la fin d'une tâche déterminée se fait oralement, éventuellement par téléphone. Le chef de chantier décide de la tâche qui devra être exécutée par la suite. Les instructions adéquates sont le plus souvent données à l'avance. Le chef de chantier reste accessible, pour ses subordonnés, soit en personne, soit par téléphone en cas de problèmes liés, par exemple, à l'exécution des travaux.

Les ouvriers sur le chantier sont dirigés par un contremaître ou par un chef d'équipe qui eux dépendent du chef de chantier.

Le sous-traitant agit en tant que tel pour des travaux bien définis pour le compte de l'adjudicataire. Le sous-traitant impliqué dans l'accident loue des excavatrices, avec leurs conducteurs, à l'adjudicataire. Les conducteurs d'excavatrice travaillent en tant que salariés ou en tant qu'indépendants pour le sous-traitant. Ils sont envoyés pour un jour ou plus sur différents chantiers en sous-traitance. L'envoi sur le chantier est décidé par l'adjudicataire. Lorsque le sous-traitant reçoit une demande de location d'une excavatrice, il indique à l'adjudicataire les noms des personnes qui vont se rendre sur chantier ainsi que leurs dates et heures d'arrivées.

3.2.1.3. EN CE QUI CONCERNE LE TRAVAIL SUR LES VOIES OU LE LONG DE CELLES-CI

Des mesures de sécurité ont été prises sur le chantier de Duffel lors des différentes phases et pour les différents lots de travaux sur les voies ou le long de celles-ci. Dans le cadre de cette enquête, nous nous limiterons principalement aux travaux sur les quais.

Gestionnaire de l'infrastructure :

ILT

Le gestionnaire de l'infrastructure met en place des instructions locales temporaires (ILT) lors de travaux sur les voies ou à proximité de celles-ci. Ces ILT comportent des mesures de sécurité collectives qui seront imposées à l'adjudicataire et à son ou ses sous-traitants. Elles ont une date initiale et une date finale estimée et définissent succinctement les travaux auxquels elles s'appliquent. Elles résument les mesures de sécurité qui doivent être prises dans le cadre des travaux.

Elles sont basées sur des règles, des circulaires et mesures de sécurité reprises dans le cahier spécial des charges établi par le gestionnaire de l'infrastructure. Elles décrivent comment les mesures de sécurité doivent être appliquées, pour quels travaux, à quelles heures et à quels endroits. Le gestionnaire de l'infrastructure peut compléter les ILT par des addenda en fonction des situations ou des besoins qui se présentent pendant le déroulement des travaux. Des addenda peuvent aussi être annulés s'il s'avère qu'ils ne sont plus d'application.

Les documents suivants, entre autres, sont attachés aux ILT :

- des consignes pour la sécurisation du personnel et du trafic ferroviaire, qui décrètent entre autres une mesure de sécurité collective déterminée, comme par exemple l'utilisation d'une signalisation TW lors de travaux le long de la voie ;
- des BNX, qui sont des bulletins d'exploitation adressés au préalable aux conducteurs de train, par exemple lorsqu'une voie est hors service à une certaine distance et qu'il faut alors rouler à contrevoie, ou alors s'il y a des particularités sur les voies qu'ils emprunteront ;
- les bulletins quotidiens et hebdomadaires SEMES, que doivent consulter les conducteurs de train dans les gares, indiquent par exemple si, en raison de travaux, il y a à certains endroits de la ligne :
 - un risque d'avoir un drapeau rouge ;
 - un ART et/ou un système d'annonce de trains, avec ou sans signaux TW ou factionnaires.

Dans les ILT en vigueur à Duffel, entre la date du début des travaux et la date de l'accident, les systèmes de protection collectives suivants ont été d'application pour les travaux sur les voies ou à proximité de celles-ci :

- ART : avis de ralentissement temporaire : 60 km/h le jour et 40 km/h la nuit;
- le système automatique d'annonce de trains Minime : il s'agit d'un système d'annonce de trains qui, lorsqu'un train s'approche, envoie un signal d'alarme vers la zone du chantier;
- des signaux TW (= travaux werken) lumineux : il s'agit d'une signalisation avec des signaux lumineux à l'attention des trains qui s'approchent du chantier et qui doivent s'arrêter.

Le type de système de protection collective qui est utilisé dépend du lieu des travaux et du type d'empiètement dans la zone dangereuse.

Au point 3.4.1, ces systèmes seront décrits de façon plus précise.

L'adjudicataire:

L'adjudicataire est chargé de donner les consignes de sécurité sur le chantier et de les expliquer aux travailleurs. Ces consignes sont rédigées en collaboration avec le gestionnaire de l'infrastructure. Un accueil avec transmission des consignes est organisé le premier jour pour toute personne engagée sur un chantier, avant qu'il ou elle ne commence les travaux. En pratique, les consignes de sécurité sont données tant oralement que par écrit par les dirigeants de l'adjudicataire sur le chantier. Chaque personne doit signer un accusé de réception pour acceptation des règles de sécurité qui lui sont imposées.

Nous faisons entre autres la distinction entre les consignes de sécurité suivantes :

- les consignes pour chaque personne sur le chantier;
- les consignes pour chaque personne sur le chantier qui vont travailler à proximité de voies maintenues en service;
- les consignes pour les conducteurs d'engins lors de l'exécution d'un travail à proximité d'une voie en service utilisant Minimel mais sans factionnaires;
- les consignes pour chaque personne présente sur le chantier lors de l'exécution d'un travail à proximité d'une voie maintenue en service utilisant Minimel mais sans factionnaires;
- les consignes pour l'installation et l'utilisation du système Minimel.

L'organisation de l'accueil et la transmission des consignes doivent se faire tant pour le personnel interne que pour celui travaillant en sous-traitance ou sous contrat de location sur le chantier, en tant qu'indépendant ou en tant que salarié.

3.2.2. OBLIGATIONS POUR LE PERSONNEL ET MÉTHODES POUR IMPOSER LE RESPECT DE CES OBLIGATIONS

Aucune personne ne peut pénétrer sur le chantier sans avoir été accueillie sur celui-ci et sans avoir reçu les consignes de sécurité relatives au type de travail à y réaliser.

Les personnes occupées sur le chantier sont tenues de suivre les directives qui leur ont été données. En cas d'infraction, le gestionnaire de l'infrastructure ou les dirigeants de l'adjudicataire ou du ou des sous-traitants peuvent donner des réprimandes, voire prononcer une interdiction d'accès au chantier.

Le respect des consignes est surveillé lors des contrôles, effectués par les dirigeants de l'adjudicataire et les fonctionnaires exécutants et dirigeants du gestionnaire de l'infrastructure.

Des infractions graves aux règles en vigueur sur le chantier, qui peuvent constituer un danger pour le trafic ferroviaire, sont punies d'une amende imposée par le gestionnaire de l'infrastructure à l'adjudicataire qui, le cas échéant, répercutera les coûts sur un éventuel sous-traitant qui aurait commis l'infraction.

3.2.3. CONTRÔLES DE ROUTINE ET SUIVI DES RÉSULTATS

Les contrôles de routine sur le chantier sont effectués lors des visites sur le chantier par :

- les fonctionnaires exécutants et dirigeants du GI;
- les dirigeants de l'adjudicataire;
- le coordinateur de sécurité exécution qui a été désigné.

Les contrôles de routine sont effectués quotidiennement par l'adjudicataire et le GI, et au moins une fois par mois par le coordinateur de sécurité exécution.

Les problèmes de sécurité, les points d'attention et les incidents sont tenus à jour dans le journal de coordination. Ils font l'objet, au moins une fois par mois, d'une discussion au niveau de la coordination.

Si des points particuliers en matière de sécurité doivent être discutés concernant un travail déterminé ou à la suite d'incidents graves, cela peut aussi se faire lors de la réunion hebdomadaire entre le GI et le ou les adjudicataires.

Contrôles, évaluation du ou des sous-traitants par l'entrepreneur :

- les sous-traitants sont évalués tous les trois mois par l'entreprise générale ou par l'adjudicataire suivant la pondération suivante:
 - 8% pour le plan de sécurité;
 - 8% pour les EPI, EPC & matériel;
 - 12% pour l'ordre et la propreté;
 - 12% pour l'attention portée aux remarques (tant au niveau de la qualité que de la sécurité).
- ceci montre que l'aspect sécurité représente 40% de l'évaluation d'un sous-traitant.

3.2.4. INTERFACE ENTRE LES DIFFÉRENTS ACTEURS PRÉSENTS SUR L'INFRASTRUCTURE

On entend, par interfaces entre les différents acteurs présents au niveau de l'infrastructure, la communication entre le gestionnaire de l'infrastructure (maître d'ouvrage), l'adjudicataire, les sous-traitants et l'entreprise ferroviaire dans le cadre de l'accident.

3.2.4.1. INTERFACE ENTRE LE GESTIONNAIRE DE L'INFRASTRUCTURE ET L'ADJUDICATAIRE ET SES SOUS-TRAITANTS

Structure de coordination :

C'est l'organe de concertation sur le chantier, qui se réunit normalement une fois par mois. Il est composé de représentants du GI, de l'adjudicataire et des éventuels sous-traitants concernés, qui discutent des mesures de sécurité déjà prises ou encore à prendre sur le chantier. En outre, un suivi est assuré pour les enregistrements dans le journal de coordination et pour les éventuelles sanctions prises par le GI à la suite d'infractions aux règles de sécurité. La structure de coordination est présidée par le coordinateur de sécurité exécution désigné par le GI.

Les représentants permanents dans la structure de coordination sur le chantier sont :

- le coordinateur de sécurité exécution;
- les fonctionnaires exécutants et dirigeants du GI;
- le chef de chantier et le chef de projet de l'adjudicataire.

Si nécessaire, des représentants sont également présents pour :

- les principaux sous-traitants;
- la commune de Duffel;
- des subdivisions du GI, comme par exemple les responsables pour les caténaires;
- ...

Dans les remarques des rapports des réunions de la structure de coordination précédant l'accident mentionnent pour mémoire les points d'attention suivants :

- la demande d'un enregistrement quotidien des travailleurs présents, occupés par l'adjudicataire et les sous-traitants et pour un contrôle précis portant sur la connaissance des consignes avant le début des activités;
- le nombre de personnes dont la présence est prévue doit être communiqué au GI une semaine à l'avance;
- la constatation que des travailleurs d'autres entreprises, qui n'ont rien à voir avec les travaux de l'adjudicataire, se rendent également sur le chantier.

Il a aussi été constaté que le sous-traitant n'a pas été directement impliqué dans les réunions de la structure de coordination durant la première moitié de 2012.

Réunions sur le chantier :

Sur le chantier, des réunions sont organisées tous les quinze jours pour discuter de l'état d'avancement des travaux et du planning dans un avenir proche.. Lors de ces réunions, les éventuels problèmes de qualité, de sécurité et les mesures à prendre sont signalés et discutés. Ces réunions permettent principalement la rencontre du gestionnaire de l'infrastructure service infrastructure (les fonctionnaires dirigeants et exécutants) et de l'adjudicataire (le chef de projet avec, éventuellement, le chef de chantier) et, le cas échéant, avec les sous-traitants pour des activités importantes.

Les dernières semaines précédant l'accident, les choses suivantes ont été communiquées ou discutées lors des réunions de chantier :

- le GI demande à l'adjudicataire, de lui indiquer chaque jour avant de commencer les travaux précisément les travaux à exécuter ce jour-là;
- les filets de protection le long de la L25 (il n'a pas été spécifié de quel côté) ont été temporairement enlevés par l'équipe chargée du ballast et auraient dû être remis en place. Cela n'était pas encore fait le jour de l'accident.

Communications journalières :

Chaque jour, l'adjudicataire est tenu d'indiquer aux fonctionnaires exécutants quels sont les travaux qui seront exécutés dans la journée. L'enquête de l'Organisme d'Enquête a révélé que cette communication ne s'est pas faite par écrit le jour de l'accident.

3.2.4.2. INTERFACE ENTRE L'ADJUDICATAIRE ET SON PERSONNEL

L'adjudicataire informe son personnel de la manière suivante :

- Remise d'une brochure d'accueil lors de l'entrée en service dans laquelle le chapitre Sécurité, Santé et Environnement est repris et, fait partie des conditions de travail.
- Le responsable du personnel donne une présentation d'accueil détaillée lors de l'entrée en service.
- Une journée de la sécurité est organisée chaque année; lors de l'édition 2012, le thème «Travailler en toute sécurité de long de voies en service» figurait entre autres au programme.
- Organisation de toolbox par le chef direct (chef d'équipe, contremaître) sur un point spécifique en matière de sécurité. La documentation de ces toolbox peut provenir du service de sécurité. Ils sont organisés sur le chantier pendant les moments de pause. Chaque collaborateur est censé recevoir un toolbox tous les mois.

- Communication sur le chantier à l'occasion du Safety Day international qui a lieu chaque année.
- Communication relative à la sécurité envoyée avec la fiche de paie.
- Parution d'articles périodiques relatifs à la sécurité dans une revue mensuelle interne.
- Formations LSC organisées pour les collaborateurs (voir point 3.3.2.5).

3.2.4.3. INTERFACE ENTRE L'ENTREPRISE GÉNÉRALE ET SES SOUS-TRAITANTS

Lors de la conclusion d'un contrat, l'entreprise générale remet une brochure d'accueil au sous-traitant et celui-ci présente son plan de santé et sécurité pour analyse.

Lors de leur première journée, tous les travailleurs reçoivent des explications sur les règles et les consignes de sécurité spécifiques au chantier. Ils signent ensuite un accusé de réception de celles-ci. L'entrepreneur général et ses sous-traitants organisent chaque année, ou à l'occasion d'un grand projet, une réunion d'échange concernant la sécurité. Ces réunions abordent les accidents et les incidents de travail les plus fréquents ou les plus graves ainsi que des mesures préventives souhaitées par l'entreprise générale afin que de les prévenir.

L'attention a déjà été attirée par le passé, dans le cadre d'autres projets, sur différents accidents pouvant se produire à proximité des voies et sur les façons de les éviter. On citera notamment :

- un accident où une excavatrice mobile s'est renversée et s'est retrouvée sur les voies;
- la prévention des accidents en améliorant l'ordre et la propreté sur les chantiers.

Les informations dont dispose l'Organisme d'Enquête n'indiquent pas qu'une telle réunion ait eu lieu spécifiquement pour le projet « Rénovation des ponts sur la Nèthe et réaménagement des quais à Duffel ».

3.2.4.4. INTERFACE ENTRE LE SOUS-TRAITANT ET SES TRAVAILLEURS

La communication entre les dirigeants d'un sous-traitant et ses travailleurs concerne surtout le planning, c'est-à-dire sur quels chantiers les ouvriers sont envoyés.

Les conducteurs d'excavatrice qui ont un statut de salarié chez un sous-traitant bénéficient des formations suivantes :

- une formation interne au maniement d'une excavatrice, suivie d'une évaluation interne sur l'aptitude à effectuer un tel travail;
- une formation LSC (voir 3.3.2.5).

3.2.4.5. INTERFACE ENTRE LE SOUS-TRAITANT ET SES COLLABORATEURS INDÉPENDANTS

Les travailleurs ayants le statut d'indépendant, qui exécutent des travaux pour le compte du sous-traitant, sont dirigés de la même façon que les salariés. Bien qu'ils soient sélectionnés sur base de leurs compétences et de leur expérience, ils doivent eux-mêmes s'organiser pour suivre leurs formations.

La victime de l'accident avait un statut d'indépendant, il n'a ainsi reçu ni la formation LSC, ni la formation interne du sous-traitant sur le maniement des excavatrices. Il était cependant un conducteur d'excavatrice expérimenté, reconnu comme ponctuel et méticuleux.

3.3. RÈGLES ET RÉGLEMENTATION

Dans le cadre de cette enquête, nous examinerons les règles et la réglementation relatives aux points suivants :

- l'accident et les circonstances dans lesquelles il a eu lieu;
- la sécurité sur le chantier temporaire;
- les relations entre le gestionnaire de l'infrastructure, l'utilisateur de l'infrastructure, l'entrepreneur et les sous-traitants.

3.3.1. RÈGLES ET RÉGLEMENTATIONS RÉGIONALE ET FÉDÉRALE APPLICABLES

Nous ferons référence à la réglementation qui était applicable en date du 20 octobre 2008, soit la date d'adjudication du projet.

Vu que l'accident est survenu à un endroit où d'importants travaux d'infrastructure sont en cours, il faut tenir compte des réglementations suivantes :

- la réglementation ferroviaire;
- les règles d'adjudication et de passation des marchés publics;
- les règles relatives au bien-être liées à la prévention et à la protection au travail.

3.3.1.1. RÉGLEMENTATION FERROVIAIRE

Réglementation européenne :

- Directive 2001/16/CE du 19 mars 2001 relative à l'interopérabilité du système ferroviaire transeuropéen conventionnel :
 - Art. 2 point e : "exigences essentielles";
 - Annexe III, points 1.1.1., 2.1.1., 2.3.1..
- Directive 2004/49/CE du 29 avril 2004 concernant la sécurité des chemins de fer communautaires :
 - Art. 2 §1;
 - Annexe III, systèmes de gestion de la sécurité.

Réglementation belge :

- Loi du 19 décembre 2006 relative à la sécurité d'exploitation ferroviaire :
 - Chapitre III - Systèmes de gestion de la sécurité : Art. 17, 19 et 21;
 - Annexe II Art N2 système de gestion de la sécurité.
- AM du 09 juin 2009 portant adoption du cahier des charges du personnel de sécurité, Annexe, Art. N.

3.3.1.2. RÈGLES RELATIVES À L'ADJUDICATION ET À LA PASSATION DES MARCHÉS PUBLICS

Réglementation belge :

- Cahier général des charges des marchés publics de travaux, de fournitures et de services et des concessions de travaux publics du 26 septembre 1996 de la Chancellerie du Premier ministre :
 - Art. 1 et 2 définition de fonctionnaire dirigeant et de contrôle par le pouvoir adjudicateur;
 - Art. 10 position des sous-traitants par rapport à l'entrepreneur et au pouvoir adjudicateur;
 - Art. 26 direction et contrôle des travaux;
 - Art. 27§4 réception technique et surveillance de l'entrepreneur et des sous-traitants par le pouvoir adjudicateur;

- Art. 30 organisation générale du chantier: l'entrepreneur prend toutes les mesures nécessaires, notamment pour garantir la sécurité sur le chantier; il veille notamment à ce que le trafic ferroviaire ne soit pas entravé;
- Art. 36 §1 toutes les lois et règles concernant la sécurité s'appliquent à l'ensemble du personnel sur le chantier;
- Art. 36 §4 l'entrepreneur veille à ce que toute personne présente quotidiennement sur le chantier soit renseignée, qu'il s'agisse du propre personnel ou de celui des sous-traitants;
- Art.41 l'entrepreneur répond des travaux exécutés par les sous-traitants.

3.3.1.3. RÈGLES RELATIVES AU BIEN-ÊTRE: PRÉVENTION ET PROTECTION AU TRAVAIL (PPT)

Réglementation européenne :

Directive européenne 89/391/CEE du 12 juin 1989 concernant la mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail.

- Cette directive vise à mettre en œuvre des mesures de promotion de l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail.
- Elle détermine les obligations des employeurs et des travailleurs concernant entre autres la formation et les instructions à donner sur les risques susceptibles d'apparaître pendant le travail.
- La Résolution du Conseil (caractère non contraignant) du 25 juin 2007 relative à une nouvelle stratégie communautaire pour la santé et la sécurité au travail demande aux Etats membres de poursuivre une série d'objectifs pour parvenir à une réduction continue, durable et homogène des accidents du travail et des maladies professionnelles.
- Un de ces objectifs est:
 - la création d'une culture générale qui met l'accent sur la prévention sécurité et santé, en encourageant des changements de comportement chez les travailleurs ainsi que les approches favorables chez les employeurs.
 - la mise au point des méthodes pour l'identification et l'évaluation des nouveaux risques potentiels.

Réglementation belge :



Illustration 10 : Piliers de la réglementation belge en matière de bien-être, de prévention et de protection au travail.

Le bien-être, la prévention et la protection au travail, en abrégé PPT, se compose de 4 piliers :

- RGPT : règlement général pour la protection du travail. Il s'agit du pilier le plus ancien. Il rassemble une série d'arrêtés d'exécution et de règlements en matière de PPT jusqu'en 1993. Une partie d'entre eux sont encore d'application. Une autre partie a déjà été transposée dans le Code. Dans le cadre de cette enquête :
 - l'article 281 exprime l'importance du contrôle des appareils de levage et les opérations de levage exécutées avec une excavatrice;
 - article 54ter : travailleurs occupés isolément. Tout travailleur occupé isolément dispose de moyens d'alarme appropriés aux circonstances. Aucun travail à effectuer dans des conditions dangereuses ne peut être confié à un travailleur isolé. La présence d'une autre personne susceptible de donner rapidement l'alarme est nécessaire.
- RGIE : le règlement général sur les installations électriques contient une série de prescriptions auxquelles le matériel électrique belge et les installations électriques doivent répondre. Il s'applique aussi bien aux installations ménagères qu'aux installations industrielles. Toutefois, il ne s'applique pas aux installations électriques des chemins de fer belges.
- La loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail s'applique à tous les travailleurs et employeurs. Elle comprend également, pour les chantiers temporaires et mobiles⁹ les obligations et conditions auxquelles doivent se conformer toutes les personnes concernées et présentes sur le chantier. On entend par personnes concernées :
 - le maître d'ouvrage;
 - le maître d'œuvre chargé de la conception et les personnes auxquelles il a confié certaines missions en sous-traitance;
 - le maître d'œuvre chargé de l'exécution;
 - le maître d'œuvre chargé du contrôle de l'exécution et les personnes auxquelles il a confié certaines missions en sous-traitance;
 - l'entrepreneur : dans le cadre de la loi art 3 §11 entrepreneur : toute personne physique ou morale qui exerce des activités pendant la phase d'exécution de la réalisation de l'ouvrage, qu'il soit un employeur, un indépendant ou un employeur qui travaille avec ses travailleurs sur le chantier,
 - le coordinateur en matière de sécurité et de santé pendant l'élaboration du projet de l'ouvrage,
 - le coordinateur en matière de sécurité et de santé pendant la réalisation de l'ouvrage,
 - le travailleur.

L'accident est survenu sur un chantier temporaire.

- Le code sur le bien-être au travail contient les mesures d'exécution et règlements qui ont été promulgués depuis 1993. L'objectif est qu'à terme, le RGPT soit abrogé et que tous les arrêtés encore en vigueur soient transférés du RGPT vers le code.

⁹ Loi de 04 août 1996 Chapitre V Art. 14-32 "Dispositions spécifiques concernant les chantiers temporaires ou mobiles" et liè l'AR du 25 janvier 2001 "Arrêté royal concernant les chantiers temporaires ou mobiles".

3.3.2. LES AUTRES RÈGLES, COMME PAR EXEMPLE LES RÈGLES D'EXPLOITATION, LES RÈGLES LOCALES, LES OBLIGATIONS DU PERSONNEL, LES PRESCRIPTIONS D'ENTRETIEN ET LES NORMES QUI SONT D'APPLICATION

Les règles qui sont d'application sur le chantier et auxquelles doivent se tenir l'adjudicataire et les sous-traitants sont définies et décrites dans le cahier spécial des charges de l'adjudicataire et concernent :

- le site ou le chantier;
- l'exploitation des voies ferroviaires.

Le cahier spécial des charges respecte les règles en vigueur au moment où il est établi et peut bien sûr préciser celles qui sont spécifiques au projet.

Les règles pour la sécurité et la surveillance reprises dans le cahier spécial des charges proviennent :

- de réglementations propres au gestionnaire d'infrastructure en matière d'exploitation et de travaux sur les voies ou à proximité de celles-ci, auxquelles les personnes concernées par le chantier et les utilisateurs de l'infrastructure doivent se conformer;
- de réglementations légales telles que décrites ci-dessus au point 3.3.1.

En plus des règles mentionnées dans le cahier spécial des charges, il existe encore des règles de sécurité propres à l'adjudicataire, auxquelles son personnel doit se conformer. Celles-ci sont reprises dans son plan sécurité, santé et environnement.

3.3.2.1. RÉGLEMENTATIONS PROPRES AU GESTIONNAIRE DE L'INFRASTRUCTURE

La réglementation suivante est propre au gestionnaire de l'infrastructure et concerne la sécurité lors de travaux importants sur l'infrastructure. Elle revêt toute son importance dans la présente enquête :

- le Fascicule 61, version 1 : Dispositions complémentaires au cahier général des charges des marchés publics de travaux, de fournitures et de services et des concessions de travaux publics;
- le Fascicule 63 : Mesures de sécurité et de santé lors de l'exécution de travaux gérés par Infrabel;
- la brochure « Travailler et circuler en sécurité à la SNCB »;
- le RST Fascicule 576, Partie III, Titre IV : Travaux dans et à proximité des voies.
Ce fascicule est utilisé par le gestionnaire de l'infrastructure. Des règles du fascicule 63 sont basés sur ce fascicule. Cette réglementation ne fait pas directement partie du cahier spécial des charges;
- le Fascicule 52 : Prescriptions techniques relatives aux entreprises de travaux de voie;
- la Circulaire 5 I 94 : Prescriptions en matière de sécurité dans le cadre de l'exécution de travaux par des entrepreneurs privés à proximité d'une voie en service. Cette circulaire est utilisée par le gestionnaire de l'infrastructure. Des règles du fascicule 63 sont basés sur cette circulaire. Cette réglementation ne fait pas directement partie du cahier spécial des charges.

Le Fascicule 61 version 1¹⁰

Ce fascicule définit les responsabilités et la répartition des coûts quant au placement des installations de sécurité lors de travaux dans les voies ou à proximité de celles-ci.

Il détermine les mesures à prendre lorsqu'un adjudicataire effectue des travaux à proximité de voies en service et que les opérations conduisent à un empiètement ou à un risque d'empiètement même temporaire dans la zone dangereuse afin d'assurer la sécurité du personnel et du trafic ferroviaire. Ces mesures sont complémentaires aux mesures déjà prises par le personnel du gestionnaire de l'infrastructure.

Certaines activités de l'adjudicataire ne présentent pas de risque pour la sécurité du trafic ferroviaire mais exposent néanmoins son personnel aux risques liés à la circulation des véhicules ferroviaire. C'est le cas lors d'opération ou de travaux à proximité ou dans des voies en service mais ne nécessitant l'usage que d'un outillage léger. Dans ce cas, l'adjudicataire doit mettre en place lui-même les mesures de protection nécessaires pour son personnel et en supporter le coût.

Le système de protection mis en place par l'adjudicataire doit satisfaire au minimum aux prescriptions édictées par le GI pour la protection de son propre personnel (voir annexe 1 du Fascicule 63). Sous réserve de disponibilité du personnel et de la présence de l'équipement nécessaire, le GI peut être amené à placer lui-même un système d'annonce, que ce soit en raison de circonstances exceptionnelles ou sur demande expresse de l'adjudicataire, ou encore pour compenser les manquements de ce dernier.

Lorsque les activités de l'adjudicataire présentent un risque pour le trafic ferroviaire, le gestionnaire de l'infrastructure met en place un dispositif d'annonce pour assurer la sécurité du trafic ferroviaire sur la (les) voie(s) restée(s) en service.

Le cahier spécial des charges spécifie les intervalles de mise hors service des voies dont l'adjudicataire peut disposer pour exécuter ses travaux. Ces mises hors service peuvent être limitées en nombre. Les mises hors service des voies sont effectuées par le GI, l'adjudicataire doit en faire la demande auprès de lui. La mise hors service d'une ou de plusieurs voies ne dispense pas l'adjudicataire de prendre les mesures pour assurer la sécurité de son personnel vis-à-vis de la circulation ferroviaire sur les voies restées en service.

Lors de la mise hors service d'une voie, toute circulation est arrêtée sur celle-ci, à l'exception des trains de travaux desservant le chantier.

L'adjudicataire prend toutes les dispositions pour terminer ses travaux afin de permettre la remise en service de la voie à l'heure prévue.

La vitesse normale des voies en service concernées par les travaux ou des voies avoisinantes est indiquée dans le cahier spécial des charges. Les indications de réduction de vitesse (panneaux de signalisation et crocodiles) seront placés par l'adjudicataire suivant les instructions données par le fonctionnaire dirigeant.

Il est interdit d'exécuter des travaux à proximité de caténaires sous tension sans observer des mesures de sécurité supplémentaires.

S'il s'avère nécessaire de mettre hors tension (couper la tension et placer des dispositifs de mise aux rails) une installation de traction électrique pour effectuer en sécurité les travaux, l'adjudicataire doit en faire la demande au GI.

Aucune partie d'un engin de l'adjudicataire ou aucune charge manipulée par celui-ci ne peut empiéter dans la zone dangereuse d'une des voies maintenues en service. La zone dangereuse commence à 1,5 mètre du plan perpendiculaire au rail le plus proche.

Si un tel empiètement ne peut être évité, l'adjudicataire devra demander au fonctionnaire dirigeant l'application de mesures réglementaires supplémentaires.

Si le cahier spécial des charges le prévoit, l'entrepreneur devra matérialiser la zone dans laquelle une voie en service peut être approchée par les engins, à l'aide de piquets et de treillis plastic orange ou de tout autre dispositif adéquat. L'Organisme d'Enquête a constaté que sur les lieux de l'accident, aucun treillis plastic orange n'était présent. La partie du quai déjà terminée était équipée de dalles avertissant le début de la distance de sécurité.

L'entrepreneur doit fournir la preuve au fonctionnaire dirigeant que tous les équipements de levage utilisés, y compris une excavatrice lorsqu'elle est utilisée comme un engin de levage, ont satisfait aux contrôles périodiques prévu par la loi.

L'outillage, le matériel et les matériaux ne peuvent ni constituer des obstacles là où ils sont déposés, ni être abandonnés en position instable.

L'adjudicataire doit prendre toutes les mesures raisonnables afin d'éviter que de l'outillage ou des matériaux restants sur le chantier puissent être utilisés pour perpétrer des actes de malveillance à l'encontre de la sécurité des biens et des personnes...

Le Fascicule 63 version 1¹¹

Ce fascicule décrit les prescriptions d'usage relatives à la préservation de la sécurité et de la santé lors de l'exécution des tâches gérées par le GI.

Définitions et mesures de sécurité en cas de travaux dans ou à proximité des voies.

La zone dangereuse est définie comme la zone dans laquelle un travailleur est exposé aux risques que présentent les véhicules ferroviaires en mouvement. Par risques, on entend la possibilité :

- d'être heurté;
- d'être déstabilisé par l'effet de souffle ou d'aspiration provoqué lors du passage des véhicules ferroviaires.

La zone dangereuse est l'espace compris entre deux plans parallèles à l'axe de la voie et perpendiculaire au plan de roulement. Ils sont situés de part et d'autre de l'axe de la voie et à une distance appelée distance de sécurité « DS ». Cette distance est mesurée depuis le bord extérieur de chaque rail (voir illustration 12). Le plan de roulement est le plan formé par les points les plus élevés des faces de roulement des rails.

La DS est de :

- 1,5 m, si la vitesse de circulation maximum ne dépasse pas 160 km/h;
- 2 m, si la vitesse de circulation maximum dépasse 160 km/h;
- 1,2 m pour les engins de chantier sur rails ou sur wagon.

Lors du passage d'un véhicule ferroviaire, les travailleurs doivent se tenir en dehors de toute zone dangereuse, en un lieu sûr appelé « espace de dégagement ». L'espace de dégagement peut être, par exemple, une partie de quai se situant en dehors de la zone dangereuse.

¹¹ Fascicule 63 version 1 : Chapitre 3 Mesures de sécurité en cas de travaux dans ou à proximité des voies – et Chapitre 4 – Mesures de sécurité pour travaux à proximité d'installations de traction électrique et d'autres installations électriques.

Une distinction est faite entre deux types d'empiètement dans la zone dangereuse :

- l'empiètement de type I : il s'agit d'un empiètement temporaire ou permanent susceptible d'être provoqué par le personnel et/ou par l'outillage et/ou par des matériaux pouvant se retirer ou être retirés rapidement .
- l'empiètement de type II : il s'agit d'un empiètement temporaire ou permanent susceptible d'être provoqué par :
 - un engin opérant à proximité, peu importe que cet engin se trouve à proximité de la voie ou sur une voie adjacente;
 - de l'outillage et/ou des matériaux qui ne peuvent être retirés rapidement en raison de leur masse, de leur volume ou pour toute autre raison.

Le cahier spécial des charges ou tout autre document contractuel en tenant lieu reprendra les éventuelles mesures à prendre en cas d'empiètement(s) de Type I et/ou Type II. Le cahier spécial des charges ou tout autre document contractuel en tenant lieu peut prescrire si nécessaire des mesures complémentaires plus strictes.

L'adjudicataire met lui-même en place un système de protection qui assure la sécurité de son personnel et qui satisfait aux prescriptions du GI.

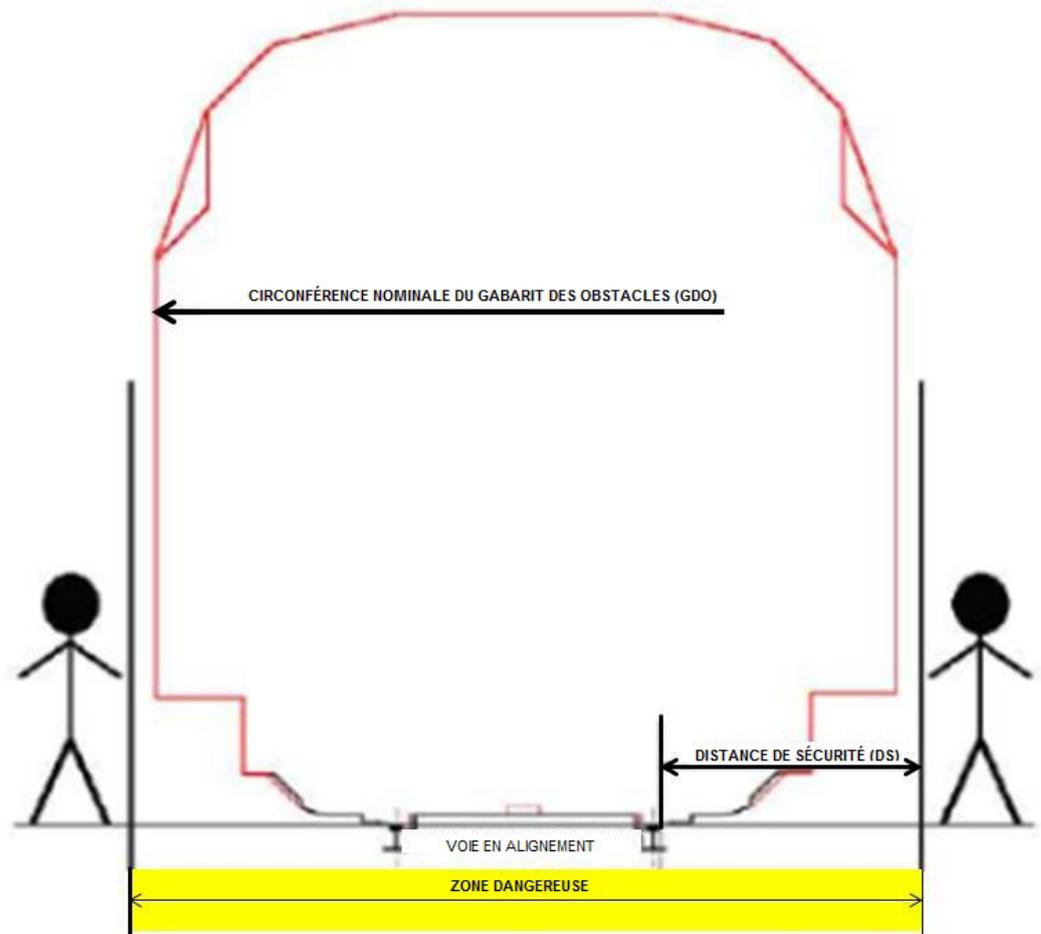
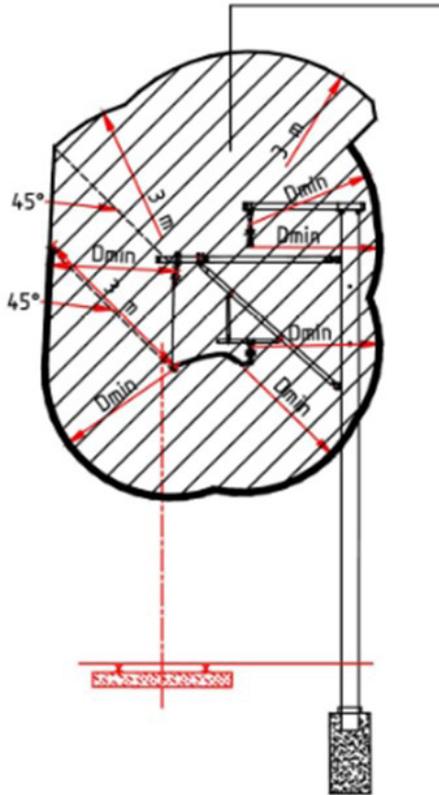


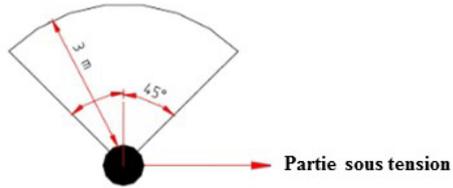
Illustration 11 : Présentation des concepts de gabarit des obstacles, de distance de sécurité et de zone dangereuse.

Zone interdite pour objets longs, grues, engins de levage, charges ...



Caténaire 3 kV

Les parties du véhicule ou sa charge ne peuvent pas entrer dans la zone suivante à 3m au-dessus de la tension



Catégorie du conducteur du véhicule	3kV DC	
	D _{min} Sans limiteur de mouvement	D _{min} Avec limiteur de mouvement
Personne ordinaire	1,5 m + 25% de "Z" et au maximum 3 m	1,5 m
Personne avertie	1,0 m + 25% de "Z" et au maximum 3 m	1,0 m
Personne spécialisée	0,5 m + 25% de "Z" et au maximum 3 m	0,7 m

Si le véhicule est équipé d'un limiteur de mouvement à l'égard des parties sous tension, le "supplément 25%" peut être réduit, dépendant de la charge déplacée, le limiteur, ...
 Z = la distance entre le visage du conducteur du véhicule et les parties sous tension approchées
Les catégories sont classifiées selon le NBN-EN 50110
D_{min} = distance minimale à respecter à l'égard des parties sous tension
Parties sous tension: sont des parties, câbles, sous tension et exposé à l'air

Illustration 12 : Travailler à proximité des caténaies pièces nues sous tension, distances de sécurité à respecter.

Mesures de sécurité lors de travaux à proximité d'installations de traction électrique ou d'autres installations électriques

Comme l'accident s'est produit à proximité d'une caténaire, l'Organisme d'Enquête a vérifié quelles sont les mesures de sécurité d'application pour ce type de travail. La détermination des distances à respecter vis-à-vis des caténaires sous tension est expliquée à l'illustration 12. Selon les informations obtenues par l'Organisme d'Enquête sur le conducteur de l'excavatrice, il s'agit ici d'une « personne ordinaire ». Dans les nouvelles brochures d'accueil du gestionnaire de l'infrastructure, l'opérateur de l'excavatrice est considéré comme une « personne avertie » car il a été suffisamment informé par des personnes compétentes et spécialisées afin d'être en mesure d'éviter les dangers liés à la caténaire. L'excavatrice n'était pas équipée d'un limiteur de mouvement, et le conducteur, dans son habitacle, se trouvait à plus de 8 mètres des parties sous tension.



La brochure « Travailler et circuler en sécurité à la SNCB »

Cette brochure publiée par le groupe SNCB n'est pas un règlement. Elle s'adresse aux personnels des entreprises extérieures travaillant sur le domaine des chemins de fer et elle contient des informations générales et pratiques concernant la sécurité et la santé. Les responsables des entreprises externes doivent en communiquer les directives à tous leurs travailleurs, s'assurer que ceux-ci les ont bien comprises et veiller à ce qu'ils les respectent aussi longtemps qu'ils sont présents sur le domaine du chemin de fer. Les risques spécifiques à chaque installation locale sont :

- soit décrits dans les documents d'adjudication;
- soit communiqués par le responsable de l'installation aux travailleurs des entreprises extérieures.

Dans cette brochure, l'attention est attirée sur :

- la distance de sécurité de 1,5 mètre;
- la zone dangereuse;
- la distance de 3 mètres à respecter par rapport aux caténaires.

Cette brochure est en d'autres termes une vulgarisation des risques généraux et des mesures à prendre pour les éviter, par exemple lorsqu'on travaille à proximité des voies.

Le RST Fascicule 576, Partie III, Titre IV¹² - Travaux dans les voies et à leurs abords:

Ces dispositions décrivent, entre autres, la protection d'un ou deux agents travaillant dans les voies ou à leurs abords. Il est cependant surprenant qu'on n'évoque, ici, que le travail dans ou à proximité du GDO, et pas la zone dangereuse ni les distances de sécurité.

Il faut faire la distinction entre un certain nombre de systèmes de protection qui peuvent être appliqués séparément ou combinés l'un à l'autre :

- la voie est mise hors service;
- les mouvements sont bloqués;
- un agent veille à la sécurité.

L'agent qui est chargé de veiller à la sécurité doit être apte à cette tâche. Il a les mêmes obligations qu'un factionnaire dans le cadre de travaux réalisés en équipe¹³ mais il ne doit pas être pourvu du même équipement réglementaire. Cependant, il doit être en possession du matériel adéquat pour pouvoir exécuter sa tâche convenablement. Suivant les circonstances et le travail effectué, les cas suivants peuvent se présenter :

- un agent veille à la sécurité de son collègue qui exécute le travail;
- un des deux agents au travail veille à sa propre sécurité et à la sécurité de son collègue;
- un troisième agent veille à la sécurité des deux agents occupés.

¹² RST Fascicule 576 partie III titre IV chapitre 1er rubrique 1re : Dispositions supplémentaires, propres au groupe SNCB : travaux dans les voies et à leurs abords ; élimination des conditions dangereuses résultant de la présence de véhicules en mouvement ; protection d'un ou de deux agents au travail.

¹³ RST Fascicule 576 partie III titre IV chapitre 1er rubrique 2 D.

Le délai de dégagement est le temps nécessaire pour libérer la voie et la rendre parcourable ainsi que pour que les agents se retirent dans un endroit sûr, en tenant compte d'une marge de sécurité suffisante. Le délai total de dégagement est constitué par la somme :

- du délai de dégagement proprement dit;
- d'une marge de sécurité;
- du délai de perception.

Le délai de dégagement ne peut jamais être inférieur à :

- **8 secondes:** pour les travaux à l'extérieur de la voie, avec un outillage ou des instruments très légers, lorsque l'endroit pour se retirer lors du passage d'un train est contigu à l'emplacement des travaux.
- **12 secondes:** pour les travaux dans la voie ou avec un outillage plus lourd, ou lorsque l'endroit pour se retirer lors du passage d'un train ne se trouve pas immédiatement à côté de l'emplacement des travaux.

L'illustration 14 donne les distances en fonction de la vitesse autorisée et du temps de dégagement.

Temps de dégagement (en sec)	Distances d'avertissement en mètres pour les vitesses en km/h de :											
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	160
8	100	120	140	160	190	200	230	250	280	300	320	360
10	120	140	170	200	230	250	280	310	340	370	390	450
12	150	170	210	240	280	300	340	380	410	450	470	540
15	180	210	260	300	350	380	420	470	510	560	590	680
18	220	260	310	360	420	450	510	560	620	670	710	810
21	260	300	360	420	490	530	590	660	720	780	820	950
24	290	340	410	480	560	600	680	750	820	890	940	1080
25	300	350	430	500	580	630	700	780	850	930	980	1130
27	330	380	460	540	630	680	760	840	920	1000	1060	1220
30	360	420	510	600	690	750	840	930	1020	1110	1170	1350
33	400	470	570	660	760	830	930	1030	1130	1230	1290	1490
35	420	490	600	700	810	880	980	1090	1200	1300	1370	1580

Illustration 14 : Distances d'avertissement calculées en fonction de la vitesse et du temps de dégagement.

Le Fascicule 52 : Prescriptions techniques relatives aux entreprises de travaux de voie

Ce fascicule décrit les prescriptions techniques destinées à l'adjudicataire, lui indiquant comment les travaux doivent être exécutés. Il décrit entre autres dans l'article 13.1.1. les exigences auxquelles doit répondre une excavatrice hydraulique sur pneus pour l'exécution des travaux logistique. Un certain nombre d'exigences sont décrites ci-dessous :

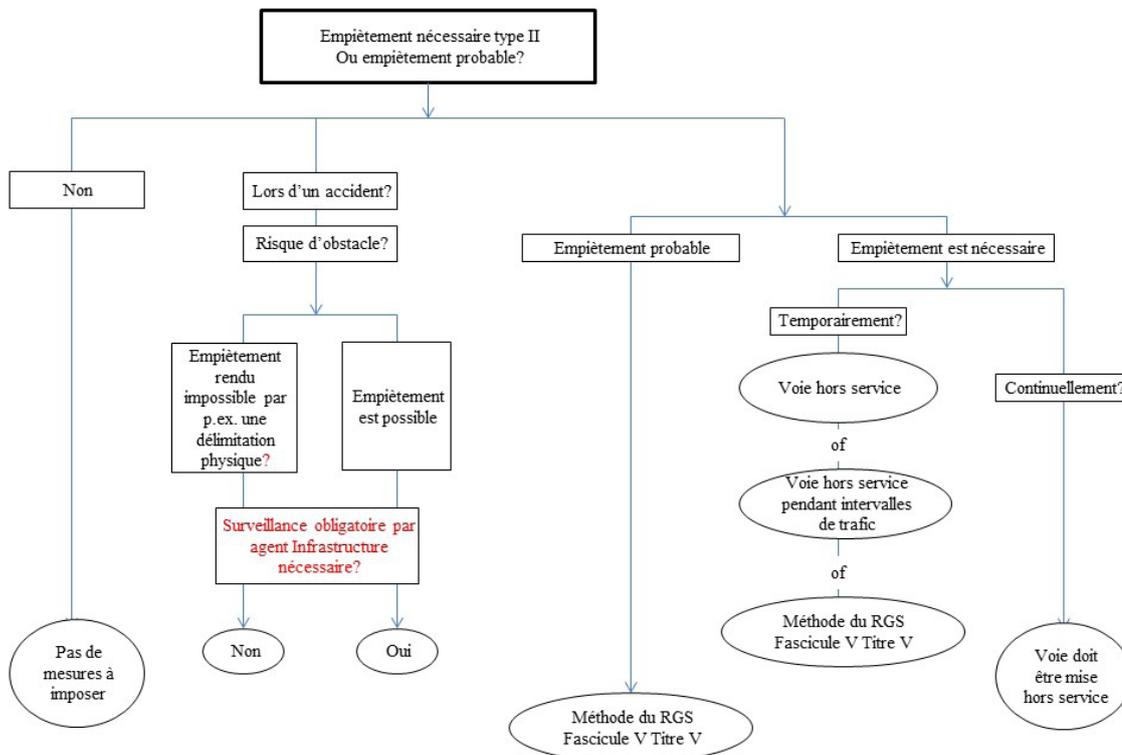
- l'excavatrice doit pouvoir pivoter à 360°;
- l'excavatrice doit être équipée d'un gyrophare jaune qui fonctionne pendant le travail;
- l'excavatrice doit être munie de l'équipement nécessaire pour limiter les mouvements de giration et en hauteur;
- les accessoires doivent répondre aux exigences réglementaires.

En plus de cela, le fascicule décrit aussi la procédure concernant le déroulement des travaux. Le début, la nature et la durée des prestations, doivent être précisés au moins 3 jours calendrier avant de commencer des travaux.

Enfin, il reprend aussi un certain nombre d'exigences¹⁴ relatives au déchargement de matériaux de voie le long de la voie, qui doit se faire en dehors des gabarits d'obstacles. Toutefois, rien n'y est précisé pour la construction de quais et la fourniture de palettes avec pavés, vu qu'il ne s'agit pas ici de travaux de voie au sens strict.

La Circulaire 5 I 94 : Prescriptions en matière de sécurité dans le cadre de l'exécution de travaux par des entrepreneurs privés à proximité d'une voie en service.

La circulaire définit les circonstances et les mesures de sécurité qui doivent être prises en cas d'empiètement de type I ou II. Elle s'adresse plus particulièrement aux entrepreneurs privés qui effectuent des travaux à proximité de voies en service. Les mesures doivent être imposées par le fonctionnaire dirigeant du GI et au minimum figurer dans les cahiers des charges. L'illustration 15 vous donne une vue d'ensemble des mesures à imposer en cas d'empiètement de type II.



RGS Fascicule V Titre V : Règlement général de la signalisation, fascicule: mesures de sécurité à prendre lors de travaux, titre: travaux à proximité d'une voie avec engagement possible de son gabarit

Illustration 15 : Schéma Circulaire 5I 94.

Les méthodes décrites dans le RGS, fascicule V, titre V concernent les empiètements possibles dans le GDO et les mesures de sécurité à prendre. Elles font la distinction entre les voies en service équipées ou non d'ART et les voies hors service où il est possible d'empiéter dans le GDO.

Pour les voies en service (équipées d'ART ou non), il existe des méthodes avec :

- des signaux mobiles d'arrêt et des factionnaires;
- de grands signaux d'arrêt et des factionnaires;
- une combinaison des 2 méthodes susmentionnées.

3.3.2.2. LE CAHIER SPÉCIAL DES CHARGES : RÉDIGÉ PAR LE GESTIONNAIRE DE L'INFRASTRUCTURE

Comme indiqué ci-dessus, il est fait référence, dans le cahier spécial des charges, aux règles reprises au point 3.3.2.1, et le GI (fonctionnaire dirigeant en charge du projet) peut éventuellement imposer à l'adjudicataire des conditions de sécurité supplémentaires spécifiques au chantier.

Ainsi, une distinction est faite, en cas de travaux sur des voies en service ou à proximité de celles-ci, entre :

- **La protection du personnel de l'adjudicataire contre les risques de véhicules ferroviaires en mouvement.**

À cette fin et à titre de mesure de protection collective, l'adjudicataire doit obligatoirement prévoir un système automatique d'annonce de trains (Minimel).

- L'empiètement de type 0 :

comprend les travaux immédiatement en dehors du GDO des voies en service, où il n'existe pas de risque d'empiètement dans le GDO par le personnel et/ou les engins. Lorsque le Minimel annonce l'approche d'un train dans une zone de travail, les conducteurs d'engins qui se trouvent à proximité des voies doivent immédiatement immobiliser leur engin parallèlement à la voie.

L'adjudicataire place à minimum 1,50 m de l'extrémité du rail une clôture et ce, sur toute la longueur du chantier.

Cette clôture, dont la hauteur est de 1 mètre au minimum, doit être composée d'un treillis. Elle peut uniquement être enlevée temporairement pour l'exécution des travaux pour lesquels une mise hors service des voies est nécessaire. Le placement ainsi que l'enlèvement de cette clôture se font durant une mise hors service de la voie concernée.

- L'empiètement de type 1 :

comprend les travaux où seuls le personnel (maximum 16 personnes) et le matériel mobile léger pourraient empiéter dans le GDO. Il n'y a pas de risque d'empiètement dans le GDO par des engins et/ou du matériel lourd. Lorsque le Minimel annonce l'approche d'un train dans la zone de travail,

- les conducteurs doivent immédiatement positionner et ensuite immobiliser leur engin parallèlement à la voie;
- les personnes et leur matériel mobile léger doivent quitter le GDO.

L'adjudicataire doit pour chaque engin (conducteur) et pour chaque équipe ou ouvrier au travail qui n'est pas en mesure d'entendre les avertissements sonores, placer une vigie.

- **Protection du trafic ferroviaire à l'égard des activités de l'adjudicataire**

- L'empiètement de type 2 :

travaux où il existe un risque d'empiètement dans le GDO par des engins et/ou du matériel lourd et/ou des travaux pour lesquels plus de 16 personnes peuvent se trouver dans le GDO.

En tant que mesure de protection collective :

- où l'exploitation le permet, mise hors service des voies concernées par le GI.

ou

- le système automatique d'annonce de trains (Minimel) livré et placé par l'adjudicataire, combiné à des signaux TW qui peuvent arrêter si nécessaire la circulation des trains. Le GI fournit les signaux TW et l'adjudicataire les place. Le GI prévoit deux factionnaires pour la commande des signaux TW.

ou

- dans des cas très exceptionnels, le GI peut prévoir une méthode de protection appropriée avec des factionnaires (cf. RGS fascicule V Titre V).

Pour ces **trois types** d'empiètement, un ART doit toujours limiter la vitesse à 40 km/h la nuit et à 60 km/h le jour.

En outre, les systèmes automatiques de sécurité doivent, selon le cahier des charges, toujours être combinés avec des limitations temporaires de vitesse (=ART de sécurité) :

- un ralentissement dans la voie principale suite à un aménagement;
- un ralentissement dans la voie secondaire pour cause de sécurisation du chantier.

Comme mesure collective de protection du personnel de l'adjudicataire contre les risques de véhicules ferroviaires en mouvement, le cahier spécial des charges précise qu'une clôture doit être mise en place entre la zone de travail et la zone de danger, à minimum 1,5 m de l'extrémité du rail et ce, sur toute la longueur du chantier. Ces clôtures peuvent être :

- des filets de chantier attachés fermement à des poteaux afin qu'ils ne puissent se détacher ou être entraînés par les trains en passage;
- un treillis en métal solidement placé afin que l'on ne puisse pénétrer dans le GDO.

Ces clôtures doivent en permanence être entretenues et éventuellement être réparées lorsque cela s'avère nécessaire.

Pour des raisons d'exploitation, l'adjudicataire doit demander à temps au GI la mise hors service des voies. Celles-ci ne peuvent être accordées que pendant les week-ends et les week-ends prolongés. Malgré cela, pour des raisons d'exploitation, il n'est pas toujours possible d'obtenir la mise hors service d'une voie au moment voulu pendant le week-end. C'est la raison pour laquelle l'adjudicataire doit demander plusieurs mises hors service afin d'être certain d'en obtenir une. Lorsque la mise hors service est obtenue, l'adjudicataire doit en faire un usage optimal en travaillant en 3 shifts de 8 heures.

Le cahier des charges indique que le GI peut faire exécuter d'autres travaux sur le chantier, comme :

- des travaux de maintenance aux installations (voies, caténaire, signalisation);
- le déplacement de câbles et de conduites par différentes sociétés de services publics.

3.3.2.3. PLAN DE SÉCURITÉ ET DE SANTÉ DU GESTIONNAIRE DE L'INFRASTRUCTURE JOINT AU CAHIER SPÉCIAL DES CHARGES

Le plan de sécurité et de santé (projet) est rédigé par le coordinateur de sécurité projet (CSP), désigné par le GI, et il précise que l'adjudicataire :

- doit rédiger un plan général de sécurité et de santé (exécution) contenant une analyse des risques et des mesures de prévention propres à la spécialité de l'adjudicataire;
- un plan de sécurité et de santé spécifique qui contient des informations complémentaires sur le chantier, par ex. : destruction et réaménagement des quais à Duffel.

Il précise en outre pour les travaux à proximité des installations ferroviaires, 2 distances de sécurité :

1,50 m (plan vertical) du bord extérieur du rail le plus proche :

aucune personne ou engin, charge, objet n'est autorisé à pénétrer dans cette zone, la présence d'une clôture visible (treillis orange, ...) matérialisera cette zone.

4,50 m (plan vertical) du bord extérieur du rail le plus proche :

Ce n'est qu'à l'extérieur de cette zone que l'on peut travailler sans dispositif de sécurité supplémentaire.

3.3.2.4. RÈGLES PROPRES À L'ENTREPRENEUR PRINCIPAL

L'entrepreneur principal rédige un certain nombre de règles de sécurité destinées à son propre personnel et au personnel de ses sous-traitants sur le chantier.

Les règles de l'entrepreneur principal sont issues :

- des règles générales applicables aux chantiers mobiles de l'entrepreneur principal;
- des règles propres au GI et spécifiées dans le cahier spécial des charges;
- des règles spécifiées dans le plan de sécurité et de santé du CSP.

Un certain nombre de règles relatives au travail en toute sécurité le long des voies sont reprises dans :

- la brochure d'accueil du chantier;
- les consignes de sécurité approuvées par le GI;
- le plan de sécurité, de santé et environnemental approuvé par le CSP.

Toute personne qui pénètre pour la première fois sur le chantier pour y effectuer des travaux reçoit :

- une brochure d'accueil du chantier;
- des consignes de sécurité relatives à ses activités.

La brochure d'accueil¹⁵ du chantier mentionne avec des illustrations :

- la zone dangereuse qui s'étend jusqu'à 1,5 m de l'extérieur du rail le plus proche;
- une « grue » qui travaille le long de la voie doit rester à 1,5 m de la voie en service;
- directives pour le maniement mécanique de charges avec un engin de terrassement.

Elle ne mentionne pas que la zone dangereuse doit avoir une clôture physique.

Les consignes de sécurité sont énumérées au point 3.2.1.3. Le responsable de l'adjudicataire doit expliquer ces consignes à l'ensemble de ses collaborateurs qui doivent signer un document attestant la prise de connaissance et acceptation.

En lisant les consignes, nous avons constaté que:

- on parle de « zone de risques » au lieu de zone dangereuse;
- on décrit la zone de risques avec le GDO;
- le GDO s'étend à 1,5 m des voies;
- à cette distance de 1,5 m, on prévoira toujours une palissade de sécurité et/ou des treillis oranges qui ne pourront jamais être franchis, que ce soit par des parties corporelles, des machines ou des charges;
- **si ces dispositifs ne sont pas placés, aucun travaux ne peut avoir lieu dans une zone située jusqu'à 4 mètres des voies;**
- la distance à respecter est de 3 m ou davantage des parties sous tension de la caténaire.

Il est indiqué, dans les consignes, que le collaborateur doit avoir parcouru les brochures suivantes :

- la brochure d'accueil du chantier;
- « Travailler en toute sécurité à proximité des voies de la SNCB ».

Ces deux brochures n'indiquent pas que dans un rayon de 4 m ou (4,5 m) de l'extérieur du rail le plus proche, il est interdit de travailler si des palissades de sécurité et/ou des treillis oranges n'ont pas été placés pour délimiter la zone dangereuse d'1,5 m.

3.3.2.5. RÈGLES LSC

La liste de sécurité (santé et environnement) Contractants (LSC) ne reprend pas des règles légales obligatoires mais des règles qui visent à sensibiliser davantage chaque collaborateur aux aspects liés à la sécurité, la santé et l'environnement. On distingue des formations et des certifications LSC à différents niveaux : allant d'une certification LSC au niveau de l'entreprise à celle au niveau de chaque collaborateur, en passant par celles au niveau des responsables de sécurité et au niveau des dirigeants.

La LSC décrit notamment :

- la manière, de lever en toute sécurité des charges avec un engin de levage ;
- l'interdiction de travailler dans la zone d'action d'une excavatrice ;
- etc.

La LSC ne décrit pas :

- le travail à proximité de voies en service.

La LSC est un moyen pour faire en sorte que les différents entrepreneurs et sous-traitants travaillent de manière identique, uniforme et sûre sur un chantier. Dans l'industrie pétrochimique, la LSC est une obligation et les travailleurs des entrepreneurs et sous-traitants doivent être certifiés LSC et subissent régulièrement une évaluation de leurs connaissances en matière de sécurité. Dans le secteur de la pétrochimie, le levage est repris comme une tâche à risques dans la LSC, raison pour laquelle une formation et une évaluation distinctes sont prévues pour cette tâche.

Dans le cadre du projet de Duffel, le GI n'a pas imposé d'obligation LSC à l'entrepreneur et à ses sous-traitants. En revanche, il était bien précisé que l'entrepreneur principal devait prévoir une personne de contact responsable de la sécurité et de sa coordination. L'entrepreneur et ses propres travailleurs avaient bien reçu la formation LSC correspondante à leur niveau de responsabilité, tout comme le sous-traitant concerné et ses travailleurs. Toutefois, le travailleur qui était sous statut d'indépendant pour le compte du sous-traitant n'avait pas suivi de formation LSC.

3.4. FONCTIONNEMENT DU MATÉRIEL ROULANT ET DES INSTALLATIONS TECHNIQUES

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

Lors des travaux le long de voies en service à Duffel, différents systèmes de signalisation étaient possibles :

- **Le système automatique d'annonce de trains Minimel** : il s'agit d'un système qui lorsqu'un train s'approche déclenche une alarme sur la zone des travaux à côté de la voie sur laquelle le système est installé. L'alarme se compose de gyrophares et d'un avertissement sonore. Lorsqu'elle est activée l'ensemble des personnes et des machines doivent arrêter le travail et se mettre à une distance de sécurité de la voie (hors DS = 1,5 m), les excavatrices doivent placer leur bras parallèlement à la voie. Dès que le train est passé, l'alarme s'arrête et les travaux peuvent reprendre. Le système est géré par une centrale du type « fail safe » et être certifiée SIL3¹⁶. L'utilisation de ce système est toujours combinée à un ART.

- **Les signaux lumineux TW « travaux werken »** : il s'agit de signaux lumineux latéraux temporaires qui offrent la possibilité d'arrêter des trains qui approchent la zone des travaux. Ils sont utilisés sur le chantier de Duffel en combinaison avec le système Minimel et les ART. Les signaux d'arrêt TW en service sont normalement fermés et ne peuvent être ouverts qu'après l'intervention d'un factionnaire.

Lorsque des signaux TW sont en service, 2 factionnaires du GI au moins doivent être présents. Le premier factionnaire se trouve au milieu de la zone de travail protégée par le système et a une vue sur l'ensemble de celle-ci. Le deuxième factionnaire, aussi dénommé ouvrier spécialisé des chemins de fer, se trouve dans une baraque et commande les signaux. La baraque est placée à proximité de la zone de travail et contient les boîtiers de commande des systèmes TW et Minimel. Les deux factionnaires sont en contact grâce à une liaison radio.

Lorsqu'un train s'approche de la zone des travaux, c'est d'abord le Minimel qui s'active automatiquement, les gyrophares et l'alarme sonore se déclenchent sur la zone des travaux. Le Minimel se met en marche au moins 25 secondes avant que le train n'arrive au signal TW. Lorsqu'il s'enclenche, la zone dangereuse doit immédiatement être évacuée par le personnel et par les engins.

Le factionnaire chargé de commander les signaux TW doit recevoir confirmation des différents conducteurs d'engin et/ou des factionnaires se trouvant à hauteur de ces engins ou de ces équipes, que la zone dangereuse a été évacuée.

Il doit donc être à tout moment informé des engins et des équipes qui travaillent à proximité de la voie. Le chef de chantier doit lui avoir communiqué le nom des conducteurs et des factionnaires concernés.

Lorsqu'il est certain que la zone dangereuse a été évacuée, il commande les signaux TW afin d'allumer les feux verts (signal d'arrêt TW et signal d'avertissement TW) pour le train en approche.

Le train est alors autorisé à franchir le chantier. Il le dépasse et libère la zone en interrompant l'alarme lorsqu'il roule sur la pédale du Minimel en fin de zone.

Dès que le train a dépassé le signal d'arrêt TW, une pédale fermera automatiquement les signaux lumineux TW (signal d'arrêt TW au rouge, signal d'avertissement TW au jaune). Si la fermeture automatique ne se produit pas, le factionnaire le fera manuellement à partir du tableau de commande TW et signalera le problème au chef de chantier.

¹⁶ SIL3: Sécurité intégrée de niveau 3, qui garantit un fonctionnement en toute sécurité du système dans 99,90 à 99,99% des cas.

En cas de problème dans la réalisation des travaux ou avec le système automatique d'annonce :

- tous les trains sont stoppés pour contrôler si la zone dangereuse a été évacuée par les engins et/ou les équipes ;
- après ce contrôle, la reprise de la circulation des trains est autorisée : les signaux lumineux TW sont ouverts (signaux d'arrêt TW et signaux d'avertissement TW sont mis au vert) ;
- tous les travaux sont stoppés jusqu'à ce que les installations soient réparées et que leur bon fonctionnement ait été contrôlé ou des mesures spéciales aient été prises avec l'accord du fonctionnaire dirigeant.

Sur la voie A de la ligne 25, lieu de l'accident, il n'y avait aucun système de signalisation d'annonce de travaux installé ou en service. Par contre, sur la voie A de la ligne 27 et sur la voie B de la ligne 25, un Minimel avec ART était installé et en service en raison des travaux de pavage en cours sur le quai intermédiaire. La vitesse ART de la voie B de la ligne 25 était supérieure à 60 km/h, ce qui n'est pas conforme aux règles initiales. Sur les voies adjacentes, voie A de la ligne 25 et voie B de la ligne 27, il n'y avait pas d'ART installé.

3.4.2. INFRASTRUCTURE

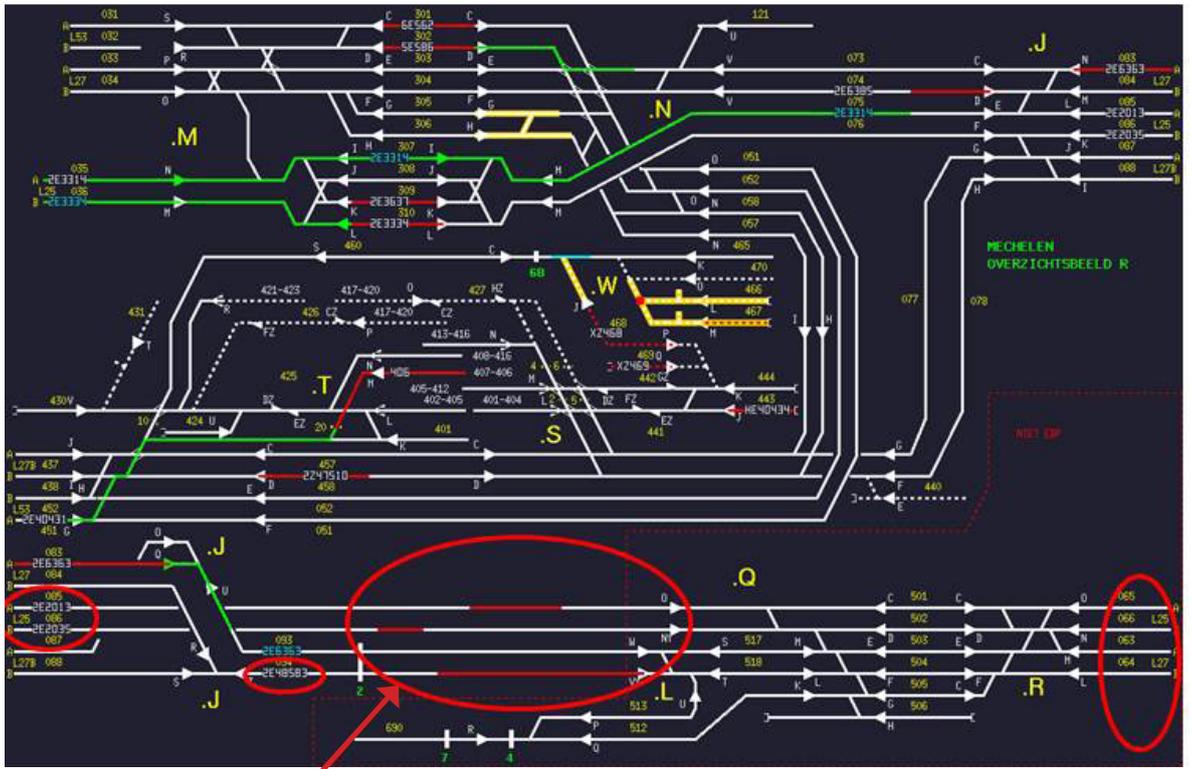
L'Organisme d'Enquête a vérifié, sur la base des enregistrements EBP, quels étaient les trains en passage à la gare de Duffel et à quel moment. Sur l'illustration 15, on peut constater les choses suivantes : à 2 moments différents, 3 trains franchissent à chaque fois la gare à Duffel en voie normale :

- à 14h31 :
 - le train de voyageurs IC 2013 de Charleroi-Sud – Anvers-Central sur la voie A de la ligne 25;
 - le train de voyageurs IC 2035 d'Anvers-Central – Charleroi-Sud sur la voie B de la ligne 25;
 - le train de marchandises 48583 sur la voie B de la ligne 27.

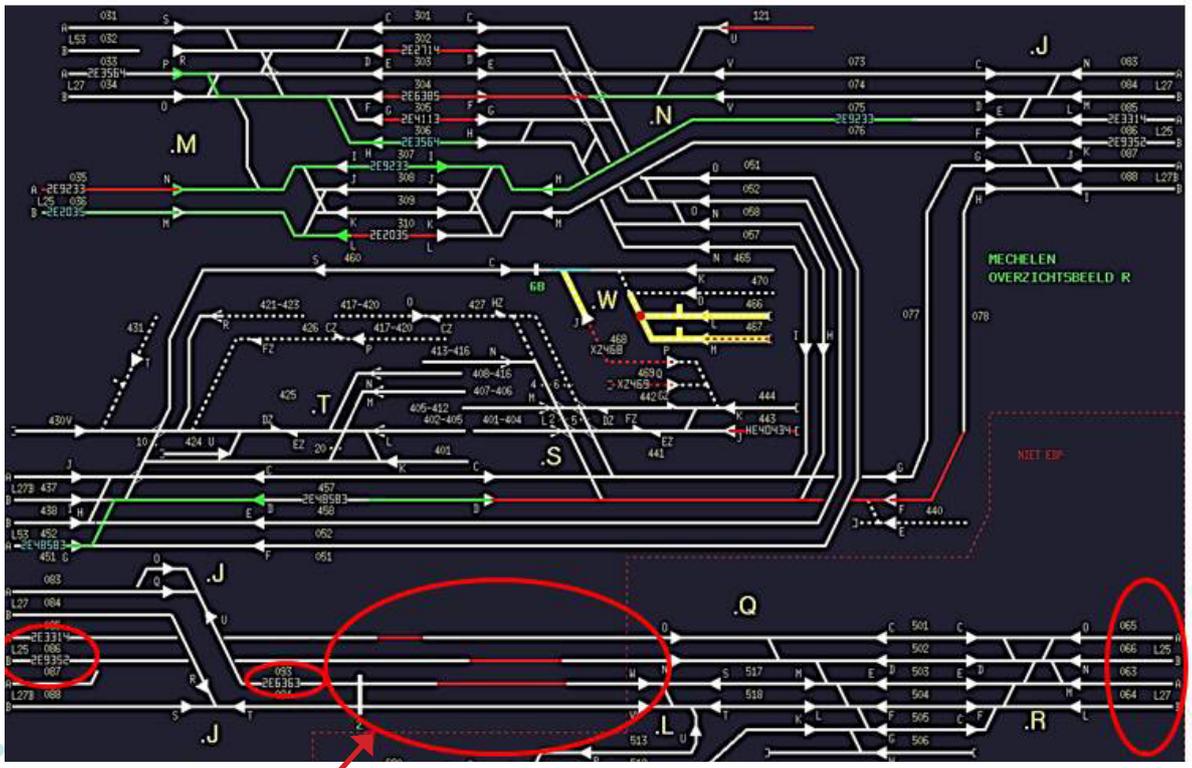
Sur la voie B de la ligne 25, le système d'avertissement Minimel se déclenche au moment où un train passe sur la voie A de la ligne 25 (non équipée de Minimel).

- à 14h40 :
 - le train de voyageurs IR 3314 de Bruxelles-Midi – Anvers-Central sur la voie A de la ligne 25;
 - le train de voyageurs international Thalys 9352 d'Amsterdam-Central – Paris-Nord sur la voie B de ligne 25;
 - le train de voyageurs L 6363 de Bruxelles-Midi – Anvers-Central sur la voie A de la ligne 27.
- Sur la voie B de la ligne 25 et sur la voie A de la ligne 27, le système d'avertissement Minimel se déclenche au moment où un train passe sur la voie A de la ligne 25 (non équipée de Minimel).

3.4.3. EQUIPEMENT DE COMMUNICATION



14:31: 3 trains en même temps en passage à la gare de Duffel



14:40: 3 trains en même temps en passage à la gare de Duffel

Illustration 16 : Image EBP de la cabine de signalisation de Malines 14-06-2012 à 14:31 et 14:40 passage de trains dans la gare de Duffel.

Avant l'accident à 14h15'56», un utilisateur du Traffic Control signale au Call Center du gestionnaire du système Artemis qu'il ne reçoit plus la position des trains sur son écran, sur lequel le suivi en temps réel de la circulation des trains a lieu.

De 14h15 à 14h40, le gestionnaire du système Artemis cherche une solution. Il doit, pour contourner le processus bloqué, switcher le système d'information d'un serveur à un autre. Cette opération dure normalement maximum 10 minutes avant que les postes de travail du Traffic Control ne reçoivent de nouveau les notifications sur les positions des trains « en temps réel ».

Immédiatement après l'accident, le conducteur du train E9233 a envoyé un appel d'urgence par GSM-R.

L'appel d'urgence parvient au Traffic Control et est capté par tous les trains se trouvant dans les environs. L'appel d'urgence GSM-R est reçu dans les zones couvertes géographiquement par le GSM-R des environs :

- Kontich;
- Lier;
- Hove (Mortsel);
- Nekkerspoel.

Lorsque les trains reçoivent un appel d'urgence GSM-R, il s'agit toujours d'un appel de groupe. Les conducteurs qui reçoivent cet appel sont tenus d'arrêter immédiatement leur train. Tant que l'appel d'urgence est envoyé, tous les trains qui franchissent les zones concernées reçoivent cet appel d'urgence. En raison du dysfonctionnement du système Artemis, peu avant l'accident, le Traffic control ne connaissait pas la position exacte de tous les trains dans les environs.

Pour cette raison, par mesure de sécurité, le Traffic Control n'a pas clôturé l'appel d'urgence. Il est resté ouvert pendant 18 minutes, jusqu'à ce l'on soit certain de recevoir suffisamment de notifications de trains sur les postes de travail au Traffic Control.

Pour cette raison, plusieurs trains s'immobilisent dans les zones concernées, s'annoncent au Traffic control et communiquent leur position par GSM-R. Ensuite le Traffic Control décide de ce qu'ils doivent faire: poursuivre leur voyage normalement, rouler en marche à vue après remise des documents nécessaires ou rester immobiles jusqu'à nouvel ordre.

Des conversations Etrali du Traffic Control peu après l'accident, il ressort qu'à 14h50, toutes les notifications de train ne parvenaient pas encore aux postes de travail.

3.4.4. MATÉRIEL ROULANT, Y COMPRIS LES ENREGISTREMENTS ET LES APPAREILS AUTOMATIQUES D'ENREGISTREMENT

Pas pertinent pour l'enquête.

3.5. DOCUMENTATION RELATIVE AU SYSTÈME OPÉRATIONNEL

3.5.1. MESURES PRISES PAR LE PERSONNEL POUR CONTRÔLER LA CIRCULATION ET LA SIGNALISATION

Compte tenu des problèmes survenus avec le système Artemis, Traffic Control a laissé l'alarme GSM-R active pendant 18 minutes afin que tous les trains à proximité puissent y donner suite en se signalant.. En même temps, Traffic Control a multiplié les contacts avec les cabines de signalisation situées entre Anvers et Bruxelles, principalement Kontich et Malines afin d'arrêter le trafic sur la ligne.

Malgré les mesures prises par le Traffic Control pour interrompre immédiatement la circulation sur les quatre voies (lignes 25 et 27), encore deux trains arrivent à vitesse réduite en provenance de Kontich direction Malines Bruxelles, dont un sur la voie B de la L25 qui est la voie adjacente à celle du train Benelux qui est entré en collision avec l'excavatrice.

3.5.2. ÉCHANGE DES MESSAGES ORAUX EN RAPPORT AVEC L'ACCIDENT, Y COMPRIS LA DOCUMENTATION EN PROVENANCE DES ENREGISTREMENTS

Les messages oraux échangés par les conducteurs entre eux et avec le Traffic Control se font via le GSM-R¹⁷. Une fois que le Traffic Control a reçu l'appel d'urgence, celui-ci prend en charge la coordination.

La communication entre TC et les cabines de signalisation et les poste blocs se fait avec des lignes de téléphones classiques.

Toutes les conversations, tant celles effectuées par le GSM-R que celles effectuées par les lignes de téléphone sont enregistrées par le système ETRALI.

Le système ETRALI enregistre le contenu et l'heure des conversations.

L'audition des messages nous permet de constater que la communication s'est déroulée correctement et que les dérangements (3.4.3) ont été, dans la mesure du possible, gérés correctement.

3.5.3. MESURES PRISES POUR PROTÉGER ET PRÉSERVER LE LIEU DE L'ACCIDENT

Après l'accident, les travaux sur le quai I ont été interrompu jusqu'après la reconstitution du 07 octobre 2013.

¹⁷ GSM-R : GSM Network for Railways : il s'agit d'un réseau GSM propre aux chemins de fer disposant de sa propre bande passante pour une fréquence qui ne peut pas être utilisée par les opérateurs commerciaux de GSM.

3.6. INTERFACE HOMME-MACHINE-OPÉRATION

Pour avoir une vue claire sur les circonstances dans lesquelles l'accident a eu lieu, l'Organisme d'Enquête a procédé, le dimanche 07 octobre 2013, à une reconstitution de l'accident, l'objectif étant de vérifier les éléments suivants :

- La méthode proposée pour hisser des palettes au moyen d'une élingue pouvait-elle être mise en œuvre sans intrusion dans la zone de sécurité?
- Que se serait-il passé si les palettes avaient été déplacées avec un système de fourches?
- Quelle était la visibilité du conducteur de l'excavatrice en direction du quai et des trains arrivants sur la voie A de la ligne 25?
- Quelle était la position de l'assistant sur le quai et quelle était sa vue sur le conducteur de l'excavatrice et sur les trains arrivants sur la voie A de la ligne 25?
- Est-ce que les palettes à hisser étaient suffisamment stables pour être hissées avec des élingues?
- Comment devaient être mises les élingues sous les palettes?

Les conclusions de cette reconstitution sont abordées en détail dans la partie analyse.

3.6.1. HORAIRE DU PERSONNEL CONCERNÉ

3.6.1.1. LE CONDUCTEUR DE TRAIN

Une journée de travail d'un conducteur de train Benelux consiste en un aller et un retour entre Amsterdam Centraal et Bruxelles-Midi en respectant le temps de repos nécessaire.

Le 14 juin 2012

- 07:00 Le conducteur de train s'est rendu en tant que voyageur de Rotterdam à Amsterdam CS. Il a ensuite voyagé dans un train vide d'Amsterdam CS au faisceau d'Amsterdam Watergraaves. Sur place, il a eu une heure de libre.
- 09:05 Il amène son train pour la liaison internationale du faisceau jusqu'à Amsterdam CS, arrivée à 09:25.
- 09:45 Départ du train Benelux d'Amsterdam CS à destination de Bruxelles-Midi : rien de particulier à signaler lors trajet aller.
- 12:45 Arrivée à Bruxelles-Midi.
Après l'arrivée à Bruxelles-Midi, il va chercher le train 9229 à IC2 (petit dépôt de trains Benelux dans les environs de Bruxelles-Midi) pour son collègue qui doit partir à 13:18 de Bruxelles-Midi, il effectue le changement de locomotive, prépare le train et l'amène à Bruxelles-Midi. Le fait d'aller chercher un train pour un collègue qui effectue un trajet avant lui est habituel.
Ensuite une heure de pause. Il consomme une boisson non alcoolisée et mange quelque chose sur une terrasse.
De la même manière, le collègue qui effectuera le trajet après lui, arrive à Bruxelles-Midi et prépare l'E9233.
- 14:18 Départ de Bruxelles-Midi direction Amsterdam CS avec l'E9233.
Pour le trajet du retour, ce n'est pas le même matériel qui est utilisé que pour l'aller.
- 14:48 Collision avec l'excavatrice à Duffel.

Les jours précédents

L'horaire des jours et des semaines qui précèdent ne présente aucune anomalie. En effet, les périodes de travail sont entrecoupées par suffisamment de jours de repos et il n'y a pas d'heures supplémentaires systématiques ou de changement brutal de pauses. Le travail est effectué durant 5 jours consécutifs au maximum.

3.6.1.2. LE CONDUCTEUR DE L'EXCAVATRICE

Le conducteur de l'excavatrice travaille en service de jour et commence normalement à 07:30 et finit vers 16:30 avec la prise de périodes de repos nécessaires; on n'a pas pu retracer l'horaire exact du conducteur concerné. Les données nous sont fournies par ses propres déclarations.

3.6.2. CONDITIONS PERSONNELLES ET MÉDICALES QUI ONT INFLUENCÉ LES ÉVÉNEMENTS, Y COMPRIS LA PRÉSENCE DE STRESS PHYSIQUE OU PSYCHOLOGIQUE

Il n'y a pas de conditions personnelles et médicales qui ont influencé les événements.

3.6.3. INTERFACE HOMME-MACHINE-ORGANISATION

3.6.3.1. FORMATION ET EXPÉRIENCE

Le conducteur de l'excavatrice n'a pas eu de formation externe pour le maniement d'une excavatrice. Par contre, il a été formé en interne de la part de son employeur par une personne expérimentée et qualifiée sur la base de la carte d'instruction de l'excavatrice et il a réussi l'épreuve finale. Vu son expérience et la formation interne reçue, son employeur (le sous-traitant) a estimé qu'il était capable de manier une excavatrice. La formation interne et les tests pratiques qu'elle comporte permettent de déterminer, en autres, si le conducteur d'une excavatrice dispose des connaissances suivantes :

- placement correct et stable de l'excavatrice;
- présence dans la zone dangereuse, qui correspond dans ce contexte au cercle de giration de l'excavatrice;
- capacité de manipuler une charge avec des élingues;
- capacité de manipuler une charge avec des chaînes;
- capacité d'évaluer les distances, les profondeurs et les hauteurs;
- travail avec un accompagnateur;
- usage d'une bonne technique de conduite : marche avant et marche arrière.

À côté de cela, le conducteur a aussi bénéficié d'une bonne formation LSC. Cette formation de base générale pour l'obtention du certificat de sécurité de l'adjudicataire, traite entre autres des risques liés au levage et à l'utilisation des outils de levage. Le travail à proximité de voies en service n'y est cependant pas abordé.

L'assistant d'un conducteur d'excavatrice est lui aussi un conducteur d'excavatrice, il a un statut indépendant et une grande expérience dans le maniement des excavatrices. L'Organisme d'Enquête n'a pas pu établir s'il avait reçu une formation pour le maniement d'une excavatrice. Un certificat de formation LSC n'a pas pu être présenté. Malgré cela, il était reconnu par la direction du chantier comme une personne précise, compétente et attentive à la sécurité. Il était revenu sur le chantier après une longue absence et venait juste de recevoir les consignes de sécurité par le chef de chantier.

Le conducteur du train avait suivi les formations nécessaires et disposait de l'expérience requise pour conduire sur la ligne en question avec le matériel qui lui avait été confié. Il était en service principalement sur les lignes du train Benelux, dont les lignes 25 et 27.

3.6.3.2. PROCÉDURES

Le travail à proximité d'une ligne restée en service est repris dans les consignes, voir 3.2.1.3. Les procédures pour informer les conducteurs de train sur la présence de travaux et l'éventuelle application de mesures (ART, signaux TW) sur leur trajet se font par le biais des publications quotidiennes et hebdomadaires de SEMES et BNX.

3.6.3.3. CONTRÔLE TECHNIQUE

Les contrôles techniques de l'excavatrice ont des périodicités trimestrielles et annuelles. Les derniers contrôles ont montré que l'excavatrice était en ordre, à l'exception de la soupape de sécurité du crochet de levage qui devait être réparé puisqu'il ne revenait pas en arrière automatiquement. Ce crochet de levage est une pièce qui fait partie du godet de l'excavatrice et qui n'est pas nécessaire pour le déplacement de palettes, que ce soit avec des élingues ou avec un système de fourches.

3.6.3.4. COMMUNICATION

Le chef de chantier donnait ses instructions au conducteur de l'excavatrice par téléphone. La méthode de travail a fait l'objet d'une discussion préalable entre le conducteur de l'excavatrice du sous-traitant et la personne qui devait l'aider au maniement des charges. Cependant, ce dernier n'a pas pu se libérer et a dû être remplacé par une personne qui n'avait pas participé à la discussion.

La méthode choisie, avec la voie A ligne 25 en service, était de déplacer les palettes en utilisant des élingues afin d'éviter d'empiéter dans la zone de sécurité. L'entrepreneur principal a estimé que de placer les élingues sous les palettes moyennant l'utilisation d'un outil adapté n'entraînerait pas d'empiètement dans la zone de sécurité DS.

3.6.3.5. INTERFACE CONDUCTEUR - EXCAVATRICE

L'excavatrice, du type JS145W de marque JCB, était équipée d'un système de stabilisation permettant de stabiliser automatiquement l'excavatrice dès que l'on actionne le frein. Cette stabilisation automatique peut être désactivée, par exemple, pour rouler sur la voie publique.

3.6.3.6. INTERFACE CHEF DE CHANTIER - CONDUCTEUR D'EXCAVATRICE ET ASSISTANT

Le conducteur de l'excavatrice et son assistant travaillent en sous-traitance et ont reçu leurs instructions oralement par le chef de chantier. La communication entre le chef de chantier et le conducteur de l'excavatrice se fait par téléphone. Aucune méthode de travail spécifique pour l'instruction n'a été transmise par écrit. Des interviews ont révélé que la collaboration entre le chef de chantier et le conducteur de l'excavatrice était bonne.

3.6.3.7. CIRCONSTANCES LIÉES À L'ENVIRONNEMENT

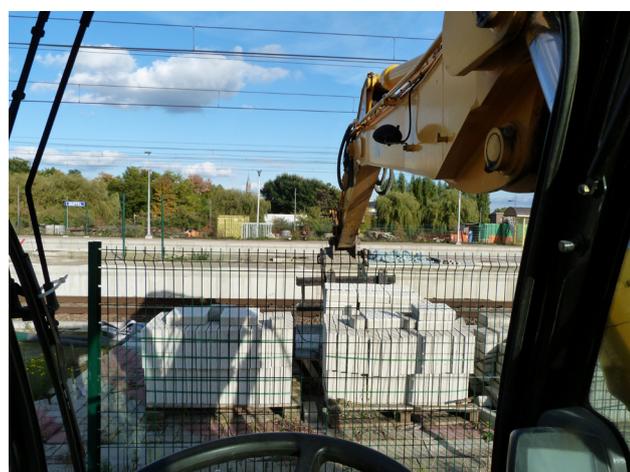
Le temps était clair et ensoleillé le 14 juin 2012. La visibilité météorologique était excellente. La visibilité sur les trains arrivants sur la voie la plus proche, c'est-à-dire la voie A de la ligne 25, était cependant limitée pour quelqu'un se trouvant dans la cabine de l'excavatrice. En effet, celle-ci se trouvait sur la piste I qui longe la voie et avec le bras de l'excavatrice à droite du conducteur. L'assistant avait aussi une visibilité limitée par le bras de l'excavatrice l'empêchant de bien voir les trains qui arrivaient sur la voie normale A de la ligne 25.

Le quai de la voie A de la ligne 25 n'était pas bien visible non plus pour le conducteur du train Benelux car le tracé est en légère courbe et la baraque destinée à la commande des signaux TW se trouve au début du quai.

Illustration 17 : Circonstances liées à l'environnement: conducteur de l'excavatrice, assistant, conducteur de train.



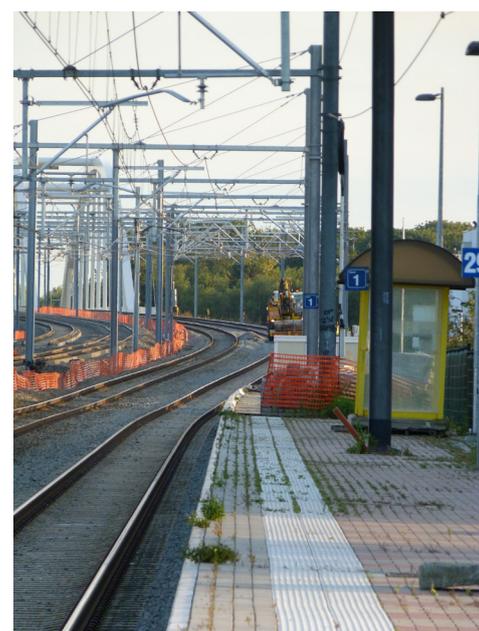
Vue latérale depuis l'excavatrice sur les trains arrivant sur la voie normale A de la ligne 25.



Vue en profondeur sur la charge à enlever sur le quai I voie A ligne 25.



Assistant manipulation charges : vue sur les trains arrivant sur la voie A ligne 25.



Vue depuis le train arrivant sur la voie A ligne 25 sur le quai I à Duffel.

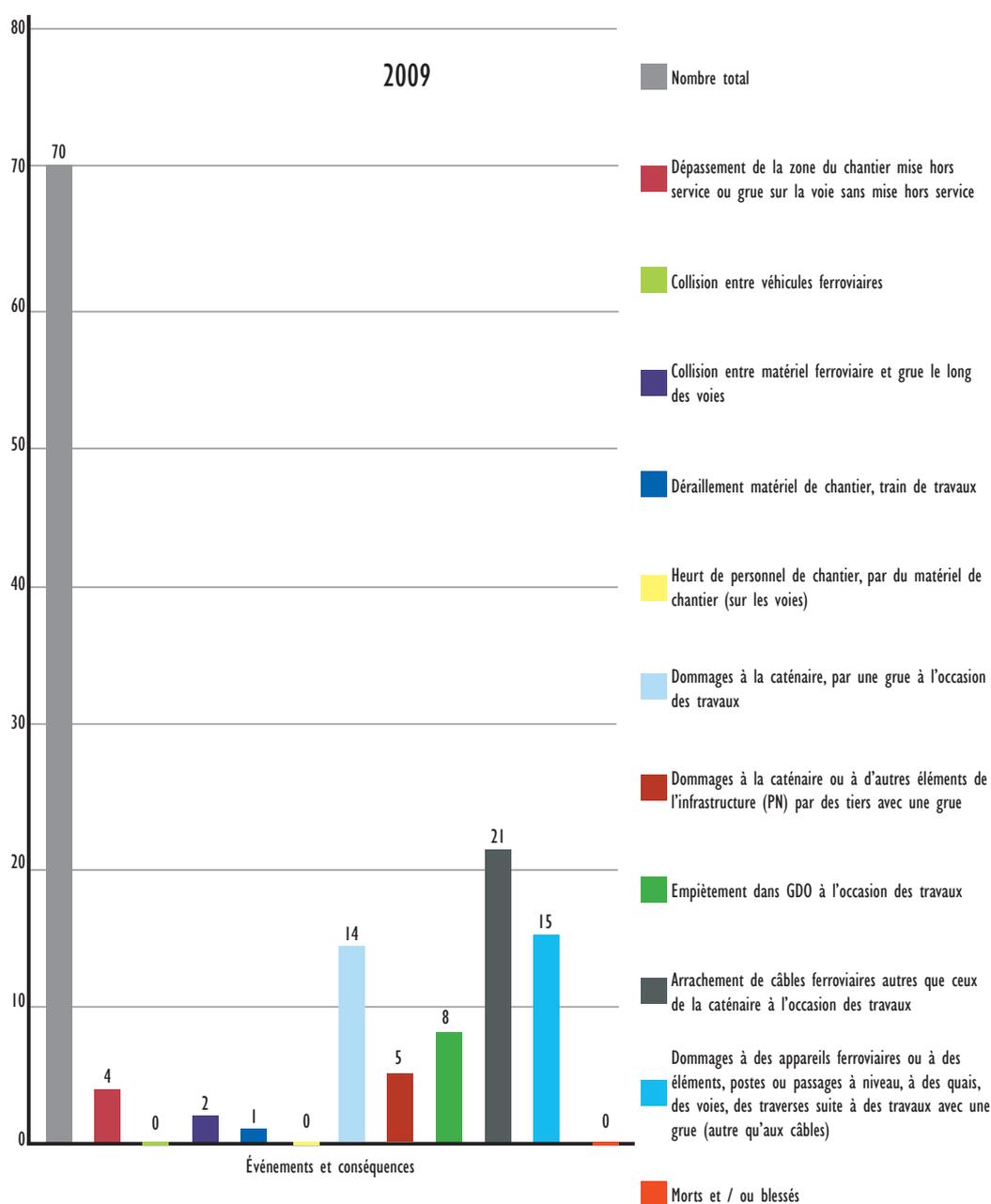
3.7. ÉVÉNEMENTS ANTÉRIEURS DU MÊME TYPE

3.7.1. SYNTHÈSE DES ÉVÉNEMENTS OÙ DE L'ÉQUIPEMENT DE CHANTIER LOURD EST UTILISÉ LORS DE L'EXÉCUTION DE TRAVAUX À L'INFRASTRUCTURE

Les graphiques ci-dessous donnent une synthèse des événements, survenus entre 2009 et mi 2012, lors desquels de l'équipement lourd a été utilisé pour le chantier ou pour des travaux de maintenance, et a causé des dommages à l'infrastructure et mis la sécurité d'exploitation en danger. On entend par équipement de chantier lourd : des excavatrices, des élévateurs, des grues ferroviaires, des engins de terrassement, etc.

Accidents et incidents impliquant de l'équipement de chantier lourd pour les travaux dans ou à proximité des voies 2009

Source : base de données OEAF



Accidents et incidents impliquant de l'équipement de chantier lourd pour les travaux dans ou à proximité des voies 2010

Source : base de données OEALF

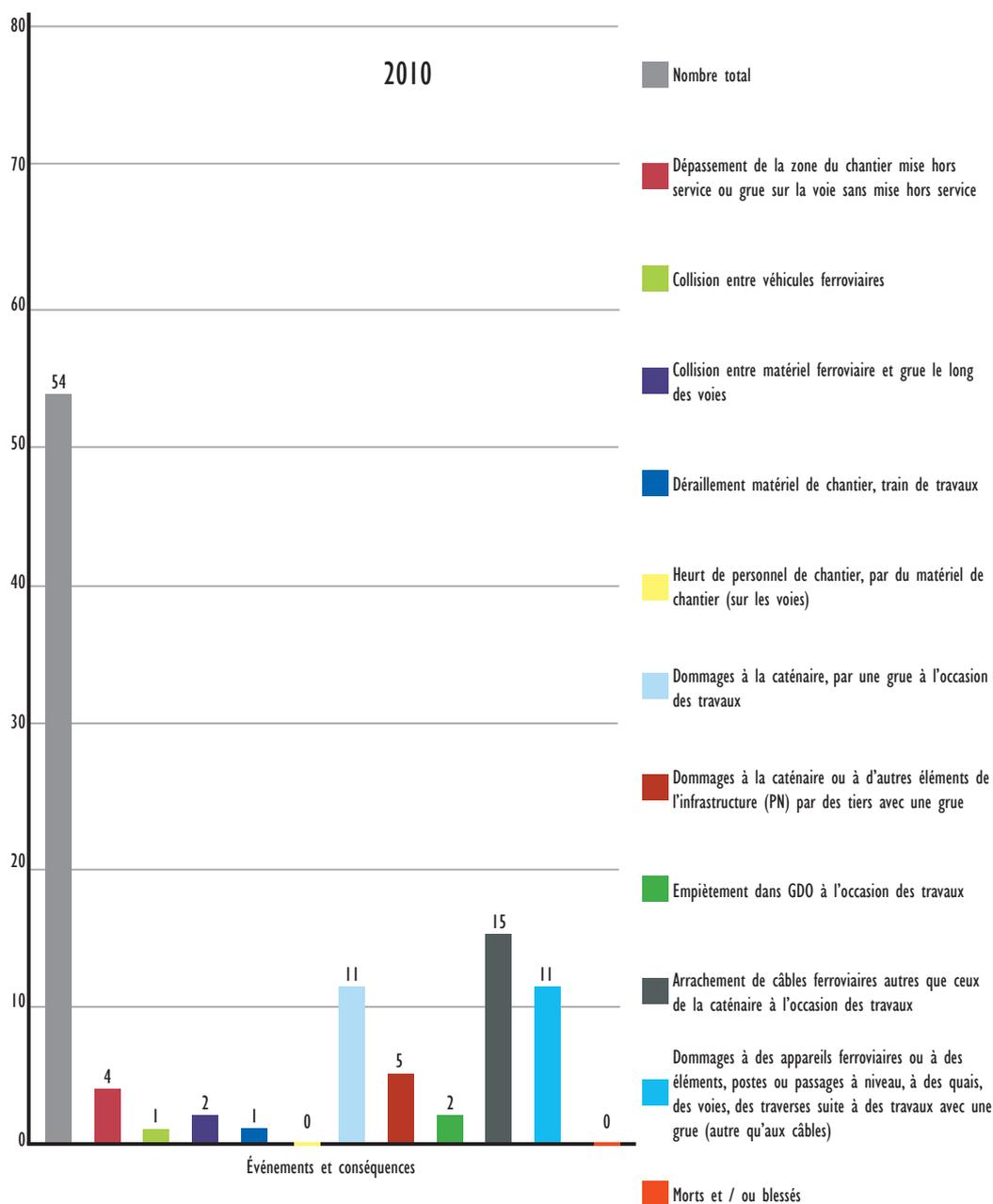


Illustration 18 (2/4) : Equipement de chantier sur les chantiers ferroviaires : incidents et accidents.

Accidents et incidents impliquant de l'équipement de chantier lourd pour les travaux dans ou à proximité des voies 2011

Source : base de données OEALF

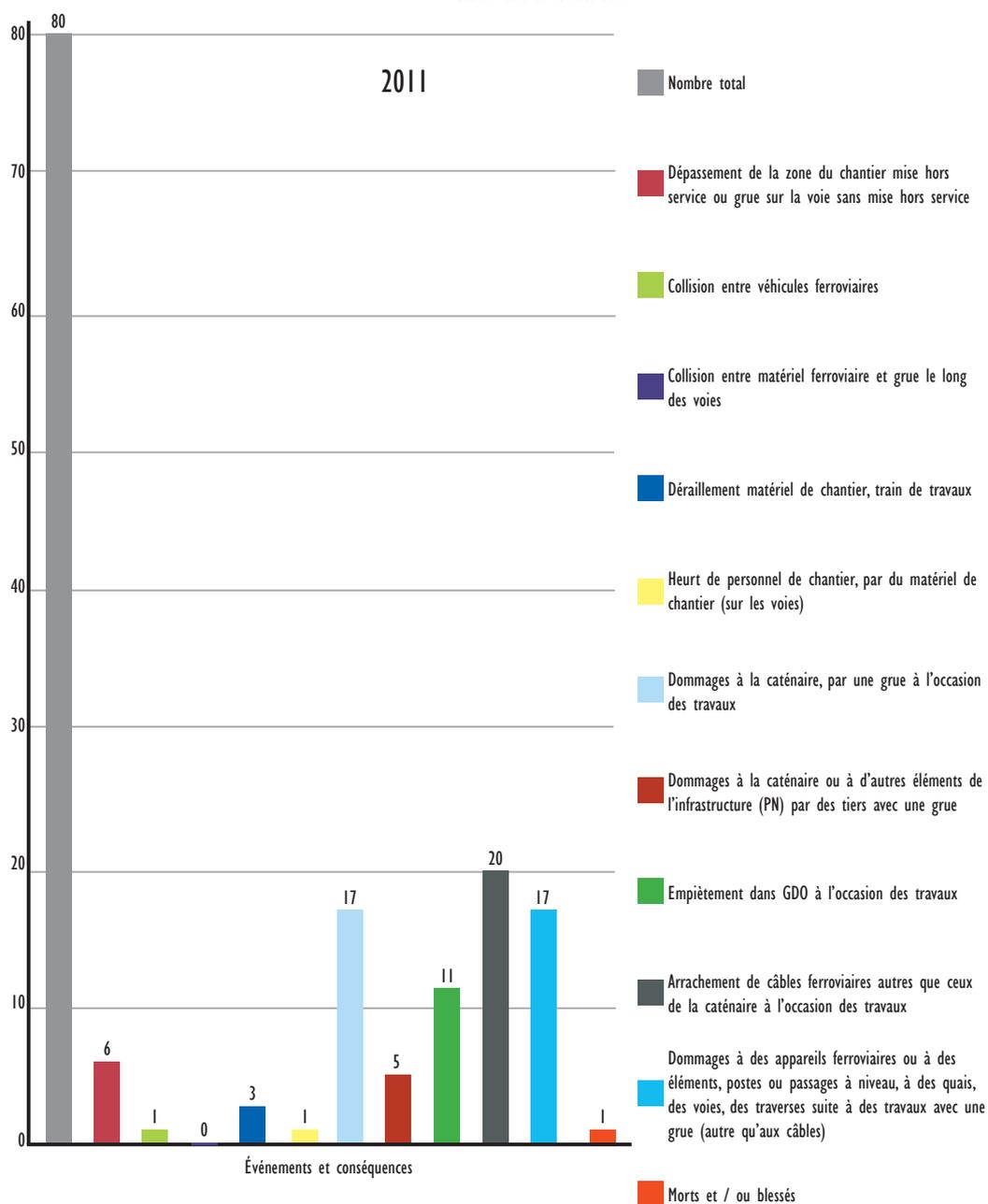


Illustration 18 (3/4) : Equipement de chantier sur les chantiers ferroviaires : incidents et accidents.

Accidents et incidents impliquant de l'équipement de chantier lourd pour les travaux dans ou à proximité des voies - premiers 6 mois 2012

Source : base de données OEALIF

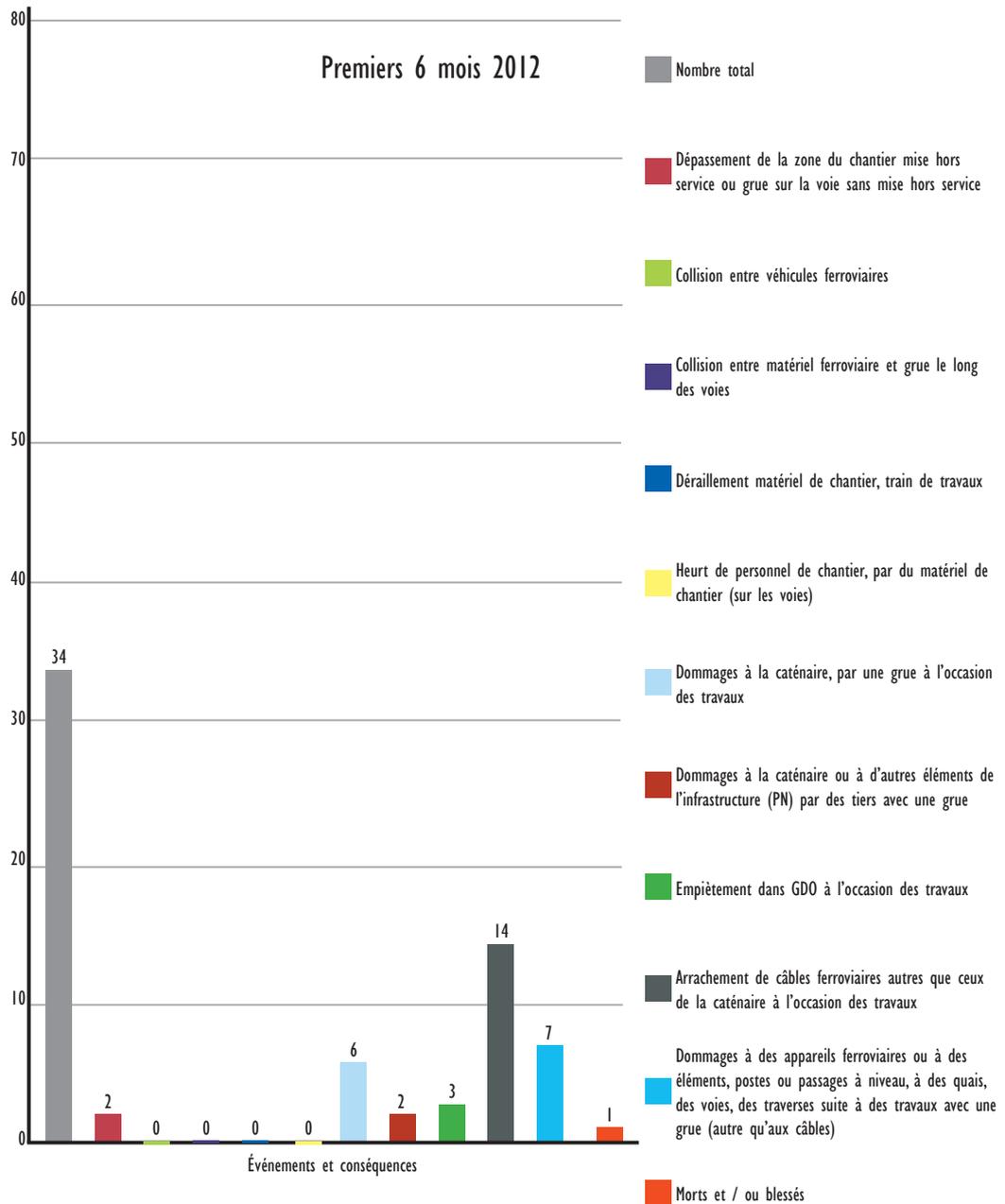


Illustration 18 (4/4) : Equipement de chantier sur les chantiers ferroviaires : incidents et accidents.

Ces graphiques révèlent que malgré les mesures de sécurité prises lors de travaux sur les voies ou à proximité de celles-ci, des incidents et accidents se produisent encore souvent sur le réseau ferroviaire belge lorsque de l'équipement de chantier lourd est utilisé.

Il ne faut pas sous-estimer les empiètements dans le GDO et l'arrachement de câbles de caténaire car dans le meilleur des cas, les trains doivent procéder à un freinage d'urgence et, dans le pire des cas, sont entrés en collision avec du matériel lourd présent sur le chantier.

Après la lecture des comptes rendus de ces accidents, il s'avère souvent que c'est la communication entre les différents acteurs – GI, adjudicataire et sous-traitant – qui est déficiente et qui conduit aux accidents en question.

3.7.2. ACCIDENTS ET INCIDENTS QUI S'ÉTAIENT DÉJÀ PRODUITS SUR LE CHANTIER DE DUFFEL

Lors du chantier de Duffel, soit les voies sont soit restées en services avec ou sans ART, soit ont été partiellement mises hors service le week-end pour certains travaux (2 voies sur les 4).

Voici quelques incidents qui se sont produits dans le cadre de ce projet d'infrastructure :

- 30-08-2009: une grue tombe sur les voies et endommage la caténaire. Le train qui arrive parvient encore tout juste à freiner,
- 06-01-2010: un signal mobile d'arrêt est présenté lors d'un empiètement dans le GDO,
- 10-05-2010: lors de l'aménagement du quai 4, un élévateur de dalles se retrouve dans le GDO de la voie en service, et le train qui arrive doit procéder à un freinage d'urgence,
- 17-10-2010: un train de chantier a endommagé la caténaire,
- 05-10-2011: la communication radio entre 2 factionnaires tombe en panne lors d'un travail entraînant un empiètement dans le GDO d'une voie maintenue en service. Un signal mobile d'arrêt doit être présenté pour qu'un train en arrivée puisse exécuter un freinage d'urgence. Lors de l'exécution des travaux, le Bloc de Malines n'était manifestement pas au courant.
- 26-03-2012: une collision avec un obstacle inattendu s'est produite, la clôture du chantier s'est retrouvée sur une voie en service.

3.7.3. AUTRES ACCIDENTS ET INCIDENTS AVEC DU MATÉRIEL DE CHANTIER LOURD

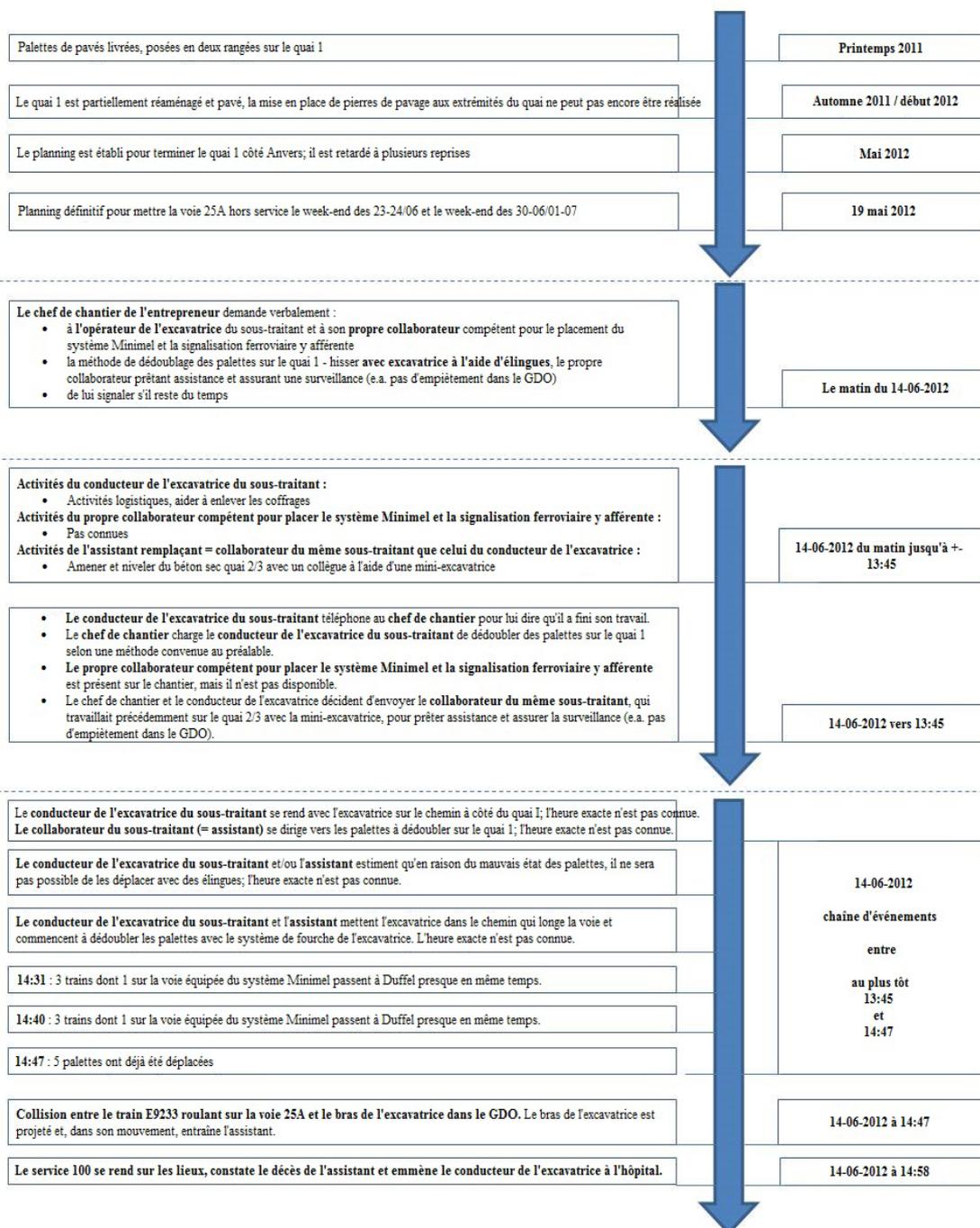
Des accidents se sont également produits récemment sur d'autres chantiers d'infrastructure ferroviaire. Des travailleurs ont été grièvement blessés ou sont décédés. La sécurité d'exploitation ferroviaires a été fortement impactée mais ces événements n'ont jamais été repris dans les statistiques des deux points précédents. Il s'agissait principalement d'accidents où la stabilité du sol ou celle de l'équipement lourd s'est avérée insuffisante.

- Le 29 septembre 2011 à 14h40, lors de travaux à hauteur de la voie I à Jette, un mur s'effondre lors du creusement d'une tranchée le long de la voie A de la ligne 50. Quatre travailleurs se sont retrouvés sous les décombres. Une personne est décédée sur place des suites de ses blessures.
- Le 26 novembre 2012, une grue tombe sur les voies entre Anvers-Central et Anvers-Berchem. La caténaire est fortement endommagée et la circulation des trains est interrompue pendant six heures, entraînant de fortes perturbations sur tout le réseau.

4. ANALYSE ET CONCLUSIONS

4.1. COMPTE RENDU FINAL DE LA CHAÎNE D'ÉVÉNEMENTS

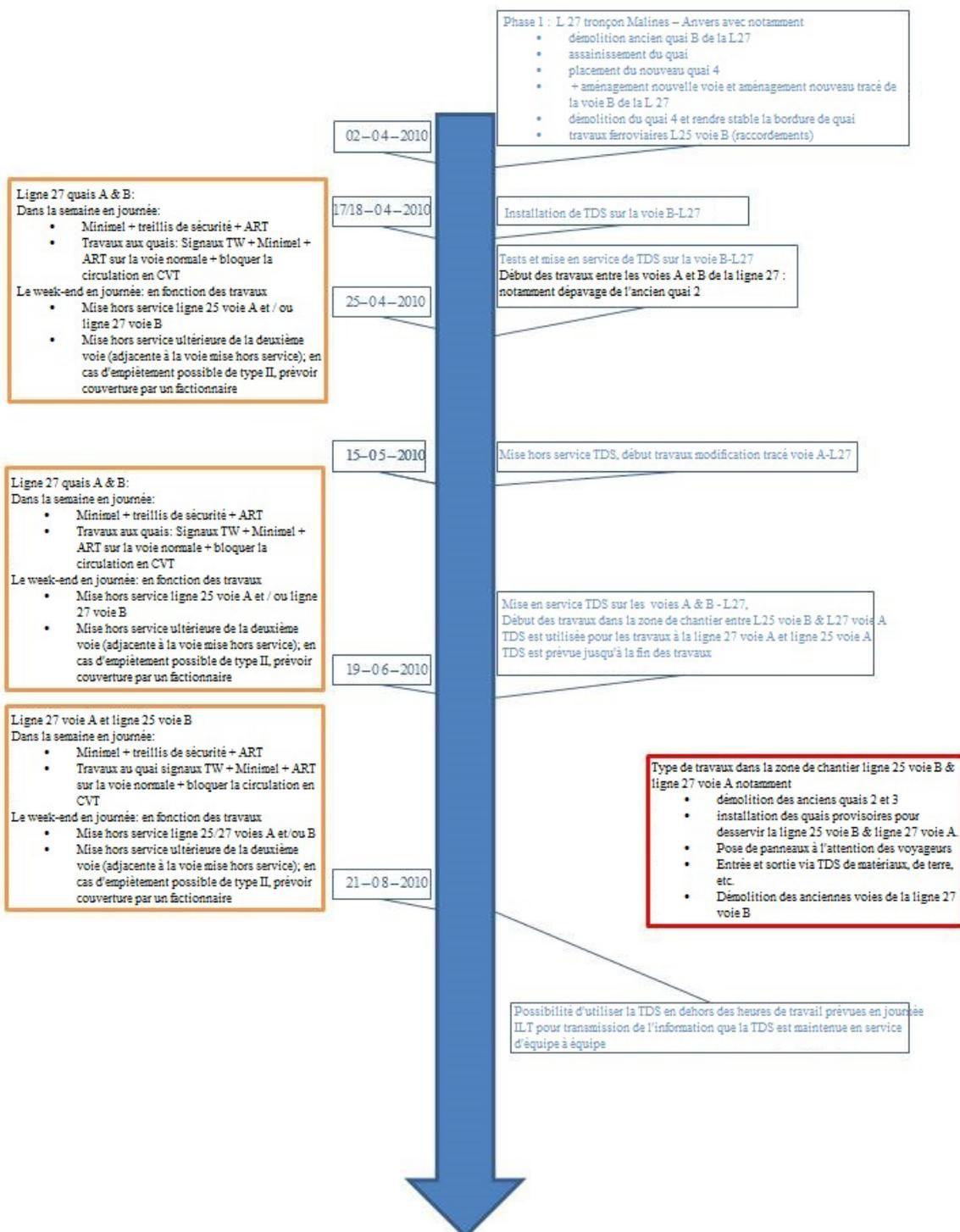
4.1.1. LIGNE DU TEMPS DES ÉVÉNEMENTS ENTREPRENEUR ET SOUS-TRAITANT EN CE QUI CONCERNE LES PALETTES DE PIERRES POSÉES SUR LE QUAI 1

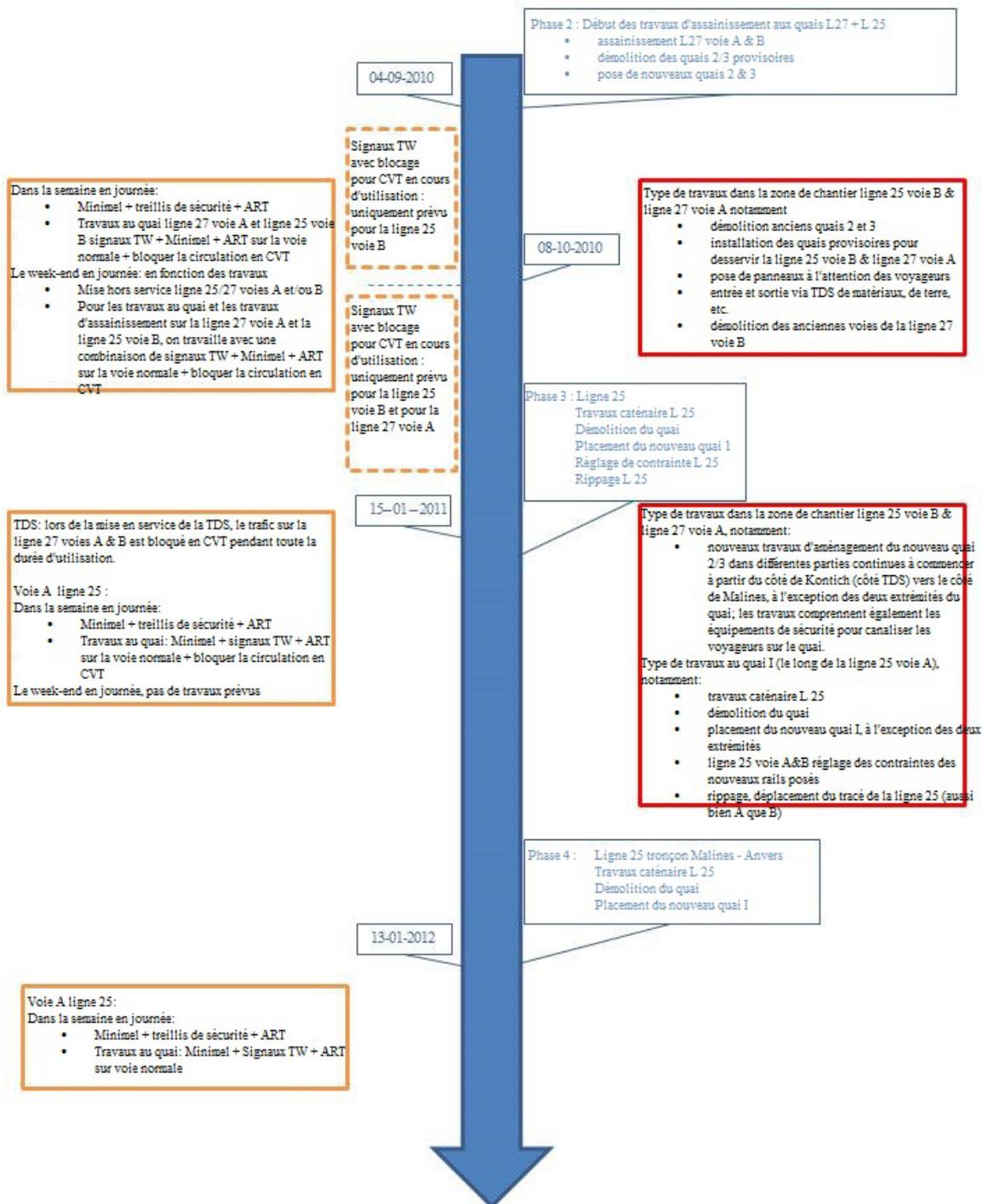


4.1.2. LIGNE DU TEMPS CONCERNANT LE CONDUCTEUR DE TRAIN LE JOUR DE L'ACCIDENT

Départ de Rotterdam à Amsterdam comme voyageur	+ 07:00
D'Amsterdam Centraal Station à Amsterdam Watergraaves (faisceau)	+ 07:25
Pause	De + 08:00 à +09:00
Préparer le train Benelux pour la liaison internationale Amsterdam CS – Bruxelles-Midi et départ du faisceau vers Amsterdam CS	09:05
Parcours du trajet Amsterdam CS – Bruxelles-Midi	09:45 à 12:45
Va chercher le train Benelux E9229 à IC2 (petit dépôt de trains de Bruxelles-Midi), effectue le changement de locomotive, prépare le train pour son collègue et l'amène à Bruxelles-Midi	12:45 à 13:15
Pause: repas + boisson rafraîchissante	13:15 à 14:15
Départ avec le E9233 à Bruxelles-Midi (train préparé par un collègue)	14:18
Départ avec l'E9233 après arrêt à Malines	14:41
Le trajet se déroule normalement et le conducteur peut rouler à la vitesse maximale autorisée de 140 km/h	
S'avance vers le pont sur la Nèthe - pas de visibilité sur la gare à Duffel	
Sur le pont, vue sur la gare, mais limitée par une baraque blanche	
Dans le virage en S après le pont, le conducteur voit l'excavatrice sur le chemin, mais ne remarque pas l'activité sur le quai I ni sur les autres quais	
Le train arrive au quai I, et le bras de l'excavatrice se présente subitement devant le train. Le conducteur actionne le freinage d'urgence, mais n'a pas le temps de klaxonner,	
Impact avec le bras de l'excavatrice, envoi immédiat d'un appel d'urgence avec le GSM-R	14:47
Le conducteur allume les clignotants, sort, vérifie la présence d'éventuels obstacles sur la voie, contrôle le train et place des signaux mobiles sur la voie	
Le conducteur ouvre la porte du train et va à la rencontre de l'accompagnateur de train pour lui signaler ce qui s'est passé	

4.1.3. LIGNE DU TEMPS TRAVAUX D'INFRASTRUCTURE RÉNOVATION DES QAIS À DUFFEL EN RAPPORT AVEC LES MESURES DE SÉCURITÉ EN VIGUEUR POUR ÉVITER LES EMPÎÈTEMENTS SUR LA VOIE





4.1.4. LIGNE DU TEMPS DES TRAINS EN PASSAGE À LA GARE DE DUFFEL AU DÉBUT DE L'EXÉCUTION DE LA MISSION ET AU MOMENT DE L'ACCIDENT

Avant l'accident, un certain nombre de train sont passé en gare de Duffel (voir 3.4.3 illustration 16), et ce pendant le fonctionnement d'au moins un système d'annonce Minimal.

4.2. ANALYSE DES ÉVÉNEMENTS - FACTEURS HUMAINS

4.2.1. DÉFAILLANCE ACTIVE - CAUSES DIRECTES

Les causes directes d'un accident peuvent être décrites comme un échec des personnes exécutant la mission.

Quelle était la situation avant l'opération de dédoublement des rangées de palettes?

Les travaux de pavement étaient planifiés, mais retardés par des circonstances inattendues. Le tracé de la voie 1 a dû être déplacé à deux reprises, ce qui fait que le quai 1 n'a pas pu être construit en une seule fois. Après de nombreuses modifications du planning de chantier, les travaux de pavement du quai 1 étaient prévus pour le week-end du 22 au 23 juin 2012, avec mise hors service de la voie A de la ligne 25.

Les palettes étaient alignées sur deux rangées sur le quai 1 en construction, et devaient être dédoublées pour la préparation des travaux de pavement durant le week-end du 22 au 23 juin. La mission a été planifiée et la méthode a été discutée. Les palettes étaient alignées en double sur le quai n° 1 en construction depuis déjà un an, et la stabilité n'en était pas idéale (voir illustration 18). Le conducteur du train E9233 est parti en direction d'Anvers après son dernier arrêt à Malines, a roulé sur le pont sur la Nèthe et a emprunté la courbe en S vers la gare de Duffel.

La perception :

Le conducteur de train, depuis son habitacle, n'avait pas une bonne vue sur le quai n° 1 de la gare de Duffel. Le tracé est en ligne descendante après le pont sur la Nèthe, puis emprunte un léger virage vers la gauche. Une baraque obstrue sa vue sur le quai n° 1. Avant d'entrer dans la gare de Duffel sur la voie qui longe quai n° 1, le tracé comporte un léger virage à droite.

Le chef de chantier de l'adjudicataire réfléchit à une méthode pour le levage à l'aide d'élingues et ne pense pas que le bras de l'excavatrice puisse pénétrer dans le GDO et donc causer un empiètement de type 2 dans le GDO. Il décide donc qu'il n'est pas nécessaire de mettre en place un système d'annonce de trains (Minimel) avec ART ou, mieux, de mettre la voie hors service.

La reconstitution a révélé que le bras de l'excavatrice ne pénètre pas de le GDO si on utilise des élingues. Cependant, celles-ci ne peuvent être placées sous les palettes que dans un sens, depuis le bord du quai vers la seconde rangée de palettes. Pour cela, une barre en fer est nécessaire (pas présent lors de la reconstitution). Celle-ci est placée durant un long moment sous la palette et empiète sur le GDO, sans pouvoir être immédiatement enlevée par l'assistant qui l'y a placée. De ce fait, un autre empiètement, de type 2, se produit. On peut donc dire que la situation a été mal évaluée au départ.

Les exécutants perçoivent bien que les palettes sont instables – elles se trouvent déjà depuis un an exposées au vent et à la pluie – et estiment que le fait de les hisser avec des élingues n'est pas la bonne méthode.

Objectif : quel est le plan?

La direction du chantier opte pour la méthode consistant à déplacer les palettes avec des élingues, pour laquelle l'assistant doit aider au maniement des charges et donner des instructions au conducteur de l'excavatrice. Toutefois, la direction du chantier ne communique rien par écrit au fonctionnaire dirigeant du gestionnaire de l'infrastructure.

Les exécutants sur place décident que le travail avec un système de fourches est plus « sûr » et permet une meilleure prise des palettes à déplacer

Action : il s'agit d'un changement par rapport à la méthode prévue au départ.

Les opérateurs exécutants ont choisi l'utilisation d'un système de fourches pour les raisons suivantes :

- le travail en devient plus efficace,
- cela donne une meilleure prise des palettes instables.

Conséquences :

- le conducteur de l'excavatrice n'a pas une bonne vision ni sur la position du bras par rapport au GDO, ni sur l'arrivée éventuelle d'un train sur la voie A de la ligne 25;
- l'assistant prend position en aval par rapport à la circulation du train, et se trouve parfois un peu en contrebas du quai 1, et parfois sur ce quai. L'assistant, afin de pouvoir manipuler les charges, se retrouve souvent dans le rayon d'action du bras de l'excavatrice;
- ce bras obstrue le champ de vision dans la direction des trains qui arrivent;
- on ne peut éviter que le bras de l'excavatrice pénètre dans le GDO.



Barre de fer entre dans le GDO en mettant d'élingues sous les palettes à manipuler

Impossible de mettre d'élingues de ce côté sous la palette

Etat des palettes des pavés à l'aide d'élingues



4.2.2. CAUSES INDIRECTES – AU NIVEAU DES OPÉRATEURS : LES CONDITIONS PRÉALABLES (PRÉ-CONDITIONS) IMPOSÉES AUX EXÉCUTANTS

Un certain nombre de causes indirectes au niveau des opérateurs chargés de l'exécution des tâches peuvent être identifiées grâce à :

La formation et la sélection : les opérateurs ont-ils été formés? Connaissent-ils les règles de sécurité et le matériel à utiliser?

Le conducteur de l'excavatrice a été sélectionné par le sous-traitant sur la base de son expérience et d'un examen prouvant son aptitude à conduire et à manier une excavatrice. Il a suivi une formation LSC et il a reçu sur le chantier les consignes et la brochure d'accueil concernant la sécurité.

L'assistant n'a pas le statut d'ouvrier. Il effectue des travaux pour le sous-traitant sous le statut d'indépendant. Il est considéré comme compétent grâce à son expérience en tant que conducteur d'excavatrice et d'assistant pour des travaux comme le déplacement de charges. En matière de formation, il a reçu sur le chantier les consignes et la brochure d'accueil concernant la sécurité, le jour même de l'accident. Il était juste de retour sur le chantier après une longue absence. Il n'a pas suivi de formation LSC.

La tâche : est-elle réaliste et les risques sont-ils couverts de façon acceptable et suffisante?

Le conducteur de l'excavatrice et son assistant ont tous les deux la mission d'effectuer des travaux en sous-traitance (excavatrice ou engin de terrassement avec conducteur) sur le chantier de Duffel. Bien qu'ils aient déjà effectué des travaux sur le chantier, ils ne font pas partie tout le temps des exécutants des travaux d'infrastructure à Duffel.

La tâche de départ comporte des risques puisque la voie est maintenue en service.

Les risques ont pu être limités grâce au respect de certaines règles, comme :

- le placement d'un treillis à 1,50 m du rail le plus proche (= délimitation physique) de la zone dangereuse;
- le feedback des opérateurs vis-à-vis de la direction du chantier, précisant que la tâche était impossible à réaliser en raison du risque évident d'empiètement dans le GDO;
- la prise de mesures de prévention supplémentaires avant la poursuite éventuelle des travaux.

Les risques auraient pu être maîtrisés avec la mise en place d'une signalisation ferroviaire, d'un système d'annonce, de signaux TW et d'une limitation de vitesse, ou d'une brève mise hors service pour motifs impérieux de la voie A de la ligne 25.

Les conditions de travail : les moyens et les méthodes de travail étaient-ils adaptés à l'intervention prévue?

L'utilisation d'élingues (selon la reconstitution):

L'assistant est debout sur le quai n° 1 et doit placer les élingues en dessous des palettes. À ce moment, il n'a aucune vue pourtant indispensable pour sa sécurité ni sur le conducteur de l'excavatrice, ni sur les trains arrivant sur la voie A de la ligne 25. Il se trouve pendant un long moment à l'intérieur du rayon d'action de l'excavatrice et il manipule un outillage léger (une barre en fer) qui ne peut pas être immédiatement éloigné du GDO. En utilisant des élingues, on évite d'empiéter dans la zone dangereuse avec le bras de l'excavatrice. La pose des élingues sous les palettes se fait sans l'excavatrice. L'excavatrice sert seulement à hisser.

Toutefois, on crée d'autres risques car pour poser les élingues, l'assistant (A-ST) doit pénétrer dans la zone dangereuse avec un outil. Le temps nécessaire pour qu'il en dégage est au moins de 12 se-

condes. 12 secondes pour une vitesse autorisée de 140 km/h sur la voie A adjacente de la ligne 25 en service correspond à une distance de 470 m. L'assistant (A-ST) doit apercevoir à cette distance afin de pouvoir se dégager à temps.

La reconstitution a montré que c'est impossible car un train en passage n'est pas visible sur l'ensemble du trajet depuis le pont sur la Nèthe jusqu'au lieu des travaux.

L'utilisation d'un système de fourches (selon la reconstitution):

L'assistant est alors moins souvent présent dans le rayon d'action, mais il n'a aucune vue sur les trains qui arrivent puisqu'il doit garder un contact visuel avec le conducteur de l'excavatrice et doit pour cela se tenir derrière le bras de l'excavatrice.

Dans ce cas, le conducteur de l'excavatrice n'a pas de vue sur les trains qui arrivent et sur l'empiètement du bras de sa machine dans le GDO. Il doit faire confiance aux instructions de son assistant.

Il est impossible de réaliser cette opération sans que le bras de l'excavatrice n'empiète pas dans le GDO. Celui-ci ne peut en être dégagé dans les 12 secondes. Il s'agit indiscutablement d'un empiètement de type II.

En outre, pour les raisons suivantes (voir 3.4.2), l'assistant a peut-être cru qu'un système automatique d'annonce ait été présent sur la voie A de la ligne 25 et ce, :

Plus tôt, dans la matinée, il a effectué des travaux avec une mini-excavatrice pour le pavage du quai 2/3 (le quai central entre la voie B de la ligne 25 et la voie A de la ligne 27). Sur les deux lignes, un système automatique d'annonce (Minimel) était actif avec des sirènes et des gyrophares. À deux reprises avant l'accident, des trains sont passés de façon quasi simultanée sur les voies donnant sur le quai central, déclenchant le système Minimel, et sur la voie A de la ligne 25. Ayant entendu une sirène, il est peut-être parti du principe qu'un Minimel était aussi installé sur la voie A de la ligne 25.

Ces opérateurs étaient amenés à travailler sur différents chantiers, comportant chacun leurs dangers et leurs systèmes de protections et ils étaient moins habitués aux projets d'infrastructure ferroviaire que l'adjudicataire. Il était dès lors impératif de les informer de façon très précise sur les aspects sécurité du chantier de Duffel. Bien que les consignes de sécurité soient données le matin, il convient de vérifier pendant la journée que toutes les mesures de sécurités sont effectivement connues et appliquées par le personnel exécutant.

4.2.3. CAUSES INDIRECTES – LE CADRE OPÉRATIONNEL : LA DIRECTION ET LA SUPERVISION

Un certain nombre de causes indirectes possibles impliquant la direction et la supervision du chantier peuvent être identifiées au niveau de :

La direction du chantier :

Les règles qui ont été rédigées n'ont pas été suivies :

- au début de la journée, le fonctionnaire dirigeant du gestionnaire de l'infrastructure, n'a pas été informé des travaux prévus;
- aucun treillis n'était présent à 1,50 m du rail le plus proche.

La répartition initiale des tâches pour ces travaux, n'était pas faite par écrit, mais elle était sans doute claire grâce au briefing oral.

La répartition modifiée des tâches : au dernier moment, quelqu'un d'autre a été désigné comme assistant. Celui-ci n'était pas au courant de la méthode de travail proposée. Le briefing a été donné par téléphone, seulement au conducteur de l'excavatrice.

Lors de la répartition modifiée des tâches, il n'a pas été clairement mentionné si la voie A de la ligne 25 était en service ou hors service, ou si des mesures de protection étaient prévues, p.ex. voie temporairement hors service. Ce n'était vraisemblablement pas le cas.

La faisabilité de la méthode proposée était discutable. L'Organisme d'Enquête ne dispose d'aucun élément indiquant qu'un moyen approprié serait prévu pour placer les élingues le 14 juin 2012, et encore moins que cela ait été abordé lors de la discussion sur la méthode de travail

Aucune instruction précise sur « what if » (quoi en cas de non faisabilité ?) n'a été donnée.

Les règles d'utilisation d'excavatrices à proximité des voies étaient limitées à quelques notions de base, résumées dans les consignes de sécurité.

La communication : comment se passe la transmission des instructions?

En général, c'est l'adjudicataire qui informe et qui sensibilise son propre personnel sur la sécurité lors des travaux :

- par une brochure d'accueil et des consignes de sécurité sur le chantier;
- en organisant régulièrement des « toolbox meetings »;
- en distribuant des brochures traitant de la sécurité;
- en organisant une journée annuelle de la sécurité pour son propre personnel.

En général, c'est l'adjudicataire qui informe et qui sensibilise le personnel des sous-traitants sur la sécurité lors des travaux, mais de manière limitée :

- par une brochure d'accueil et des consignes de sécurité sur le chantier;
- ce personnel ne participe que sporadiquement aux « toolboxes » organisées par l'adjudicataire;
- il ne reçoit pas les brochures de l'adjudicataire, traitant de la sécurité;
- il ne participe pas à la journée annuelle de la sécurité organisée par l'adjudicataire.

En général, le sous-traitant doit informer et sensibiliser son propre personnel sur la sécurité lors des travaux.

Les responsables des entreprises sous-traitantes sont invités chaque année à une journée sur la sécurité organisée par l'adjudicataire. Pour les projets importants, une réunion sécurité est organisée. Cependant, pour les travaux d'infrastructure à Duffel, aucune journée d'informations sur la sécurité n'a été organisée par l'adjudicataire.

Sur le chantier, il n'existe pas de système ayant fait ses preuves qui permette à l'adjudicataire d'évaluer si les règles de sécurité qu'il a données à ses sous-traitants ont été bien comprises par le personnel de celui-ci. Par contre, il y a bien une évaluation trimestrielle du sous-traitant, dans laquelle la sécurité sur le chantier représente 40% du total de l'évaluation.

La communication quotidienne entre l'adjudicataire et le gestionnaire de l'infrastructure, c'est-à-dire entre la direction du chantier de l'adjudicataire et le fonctionnaire dirigeant du gestionnaire de l'infrastructure.

Le responsable du chantier doit communiquer chaque jour par e-mail au fonctionnaire dirigeant du GI présent sur place quels sont les travaux prévus pour le jour suivant. Cette communication ne se fait pas pour des activités secondaires, faisant qu'un contrôle par le gestionnaire de l'infrastructure sur les activités secondaires est difficile. Pour cette mission, qui d'après les conversations avec l'adjudicataire est considérée comme une activité secondaire, des mesures de sécurité complémentaires, n'ont pas pu être recommandées ou imposées par le gestionnaire de l'infrastructure.

Direction et suivi : comment s'opère le suivi des instructions et la supervision de celui qui donne les instructions?

La direction du chantier :

- le chef de chantier assure le suivi des travaux. Pour cette tâche, aucun suivi direct n'a eu lieu. Le chef de chantier était certes accessible par téléphone, mais occupé à un autre endroit du chantier;
- pour cette tâche, aucune supervision directe n'a été assurée par un dirigeant, la méthode de travail proposée, avec des élingues, n'a donc pas pu faire l'objet d'adaptation.

Le fonctionnaire exécutant du gestionnaire de l'infrastructure :

- il n'a pas pu assurer le suivi de la tâche compte tenu de la taille du chantier et du manque d'informations.. Toutefois, il a demandé lors de réunions de chantier à être informé précisément tous les jours sur les travaux prévus;
- il doit intervenir concrètement en cas de problèmes de sécurité (risques pour l'exploitation);
- il doit tenir à jour un journal reprenant tous les travaux qui lui ont été rapportés.

Le coordinateur de sécurité réalisation du projet :

- il doit effectuer au moins une fois par mois un tour du chantier;
- il dirige la structure de coordination et discute des problèmes de sécurité avec le gestionnaire de l'infrastructure, l'adjudicataire et éventuellement les sous-traitants principaux;
- il n'est pas chargé du suivi quotidien de la sécurité sur le chantier;
- il est désigné par le gestionnaire de l'infrastructure à chaque fois pour une période d'un an. Il s'ensuit que chaque coordinateur de sécurité doit à nouveau se familiariser avec les problèmes de sécurité spécifiques du chantier.

4.2.4. CAUSES INDIRECTES – LE PROCESSUS ORGANISATIONNEL : ORGANISATION ET STRATÉGIE

Les différentes organisations (voir 2.2.1 point 3) concernées par l'accident ont un objectif commun, en l'occurrence la réalisation ou l'aide à la réalisation d'un grand projet d'infrastructure s'étendant sur plusieurs années et ce, de la manière la plus efficace, la plus sûre et la plus rentable sur le plan économique tout en réduisant au maximum les entraves au trafic ferroviaire. Chaque organisation met l'accent sur ce qui lui semble le plus important.

Le service infrastructure du GI est responsable de la sécurité d'exploitation, de la sécurité du travail pour ses agents. Ce service doit également veiller à limiter les perturbations sur le trafic ferroviaire lors de travaux. Il fournit des outils et établit des règles pour garantir la sécurité du travail du personnel des adjudicataires. Les outils et règles sont notamment l'imposition de mesures de protection pour le travail à proximité des voies maintenues en service (Minimel, signaux TW, ART, filets de protection pour chantier, « safety fences », etc.).

Les adjudicataires sont responsables de la sécurité de leur personnel. Ils sont chargés de l'exécution des travaux en tenant compte des règles générales de sécurité et des règles spécifiques établies par le GI. Ils doivent aussi suivre les ordres que le GI leurs donne afin de garantir la sécurité d'exploitation ferroviaire.

Objectifs et moyens

Effectuer des travaux en perturbant le moins possible la circulation des trains mène à une situation particulière :

- Il s'agit de travaux de longue durée sur deux lignes principales. Il n'est pas possible de dévier la circulation ferroviaire afin de pouvoir mettre celles-ci hors service pour une telle durée.
- En raison de la longue durée du chantier, le gestionnaire de l'infrastructure indique dans le cahier des charges que d'autres travaux, comme des travaux de maintenance à la caténaire, peuvent être réalisés simultanément au même endroit.
- Au maximum 2 des 4 voies peuvent être mises hors service et seulement pour un ou quelques jours pendant lesquels le trafic est moindre, comme un week-end ou lors d'un jour férié.
- Les travaux de réaménagement des voies et des quais de la gare de Duffel exigent l'application de méthodes spécifiques aux travaux sur des voies en service ou à proximité de celles-ci. Pour cela, il faut du personnel formé, ainsi que des moyens financiers et matériels.

Le processus organisationnel

Le gestionnaire de l'infrastructure introduit dans son cahier spécial des charges un certain nombre de nouveautés à l'intention de l'adjudicataire. Cela concerne la sécurisation des travaux sur des voies en service ou à proximité de celles-ci :

- Un type d'empiètement supplémentaire, de type « 0 », y a été défini, et des règles plus strictes que celles prévues dans la réglementation en matière de sécurité ont été imposées. C'est ainsi que pour chaque étape dans les travaux présentant un risque d'empiètement de type « 0 » à « 2 », il faut imposer un ART de 60 km/h en journée et de 40 km/h la nuit. Ces règles proviennent de réglementations réparties sur plusieurs publications. Certaines règles laissent de la marge quant à l'utilisation des terminologies, comme par exemple les termes « gabarit » et « distance de sécurité ». Lorsque le cahier spécial des charges fait référence à diverses réglementations, cela ouvre la voie à différentes interprétations de ces règles et dans le pire des cas cela peut mener à un affaiblissement de celles-ci.
- On utilise à présent un nouveau système automatique d'annonce Minimel, contrôlé fail safe SIL 3, qui a été testé et approuvé. Il est à chaque fois installé sur 2 des 4 voies et doit fonctionner dès qu'il y a un risque d'empiètement des types « 1 » et « 2 ». Le système d'annonce est automatique et les travailleurs doivent y réagir de façon appropriée. Le système

d'annonce Minimel ne prévoit le recours à des factionnaires. Il est très sûr d'un point de vue technique et a prouvé son utilité sur les réseaux ferroviaires des pays voisins. Il exclut le facteur humain, c'est-à-dire la possibilité d'erreur commise par des factionnaires. Ses capacités d'utilisation sont bien plus grandes que celles d'un système de protection avec factionnaire. Il n'a cependant pas la possibilité d'arrêter les trains. En cas d'extrême urgence, c'est les factionnaires qui disposent de cette possibilité. Par ailleurs, les préposés à la surveillance peuvent directement réprimander les personnes qui ne respectent pas les règles en ce qui concerne les travaux à proximité de voies en service.

Des systèmes Minimel actifs sur deux des quatre voies à la même hauteur sont plus sûrs qu'un système de protection avec des factionnaires parce que dans ce dernier, une certaine confusion peut voir le jour dans la communication entre factionnaires (klaxon du factionnaire).

- Le système Minimel est placé sur 2 des 4 voies. Il n'est pas aisé de le déplacer rapidement. Le placement et le contrôle du système sont effectués par du personnel qualifié travaillant pour l'adjudicataire. Cela implique que les travaux ne peuvent se faire qu'à proximité des voies où il est installé et en service. Le long des voies où il n'est pas installé, les travaux ne peuvent se faire qu'à une distance de 1,5 m du bord extérieur du rail le plus proche, à la condition expresse qu'un treillis orange ou une palissade de sécurité en bon état ait été mis en place. S'il n'y a pas de délimitation physique, il est interdit de s'approcher à moins de 4 m du bord extérieur du rail le plus proche.

Le climat de sécurité

Il existe sur le chantier une structure de concertation qui organise des séances de discussion sur les efforts à faire pour pouvoir travailler en toute sécurité. Le risque d'empiètement lors de travaux à proximité des voies maintenues en service est toujours bien présent. La concertation a lieu au niveau de la structure de coordination, lors de réunions de chantier et dans le cadre de briefings quotidiens.

Les rapports de la structure de coordination établis lors des réunions de chantier indiquent que parfois des travailleurs du GI exécutent des opérations de maintenance indépendantes du projet en cours. Ceux-ci ne sont, ni supervisés par le gestionnaire du projet, ni soumis aux règles de sécurité plus strictes prévues dans le cahier spécial des charges.

L'adjudicataire a certainement organisé plusieurs séances d'information sur la sécurité à l'attention de son propre personnel.

Les collaborateurs des sous-traitants sont informés sur les règles de sécurité spécifiques au chantier.

Malgré les règles plus sévères définies dans le cahier spécial des charges et malgré la tenue des différentes réunions de concertation, l'Organisme d'Enquête constate les défaillances suivantes:

- Le jour de l'accident, des travaux sont en cours d'exécution sur le quai central avec risque d'empiètement de type 2. Le pavement du quai central ainsi que la pose de béton sec jusqu'au bord du quai, c'est à dire à l'intérieur de la distance de sécurité de 1,5 m, sont en cours. Ces travaux ont été réalisés avec du matériel lourd, une mini-excavatrice. Un ART de 90 km/h a été mis en place sur une seule des voies situées à proximité, uniquement avec le système automatique d'annonce Minimel.
- Les signaux TW n'ont été utilisés qu'au début des travaux, c'est-à-dire lors de la destruction des anciens quais, et pas lors de la deuxième phase.
- Les exécutants se trouvant sur les lieux de l'accident n'étaient très vraisemblablement pas au courant de l'absence de système d'avertissement sur la voie A de la ligne 25.
- Le personnel n'a pas été suffisamment évalué quant à ses connaissances et ses aptitudes en matière de règles de sécurité.
- Il n'y a pas de contrôle physique, ni d'évaluation de la part du gestionnaire de l'infrastructure en ce qui concerne la transmission des consignes entre l'adjudicataire et les personnes qui font les travaux sur le chantier.

4.3. CONCLUSIONS

L'analyse permet de conclure ce qui suit :

La cause directe de l'accident réside dans une défaillance active des opérateurs chargés de l'exécution du dédoublement des palettes sur le quai I. Ceux-ci étaient complètement focalisés sur la stabilité des palettes à déplacer et ne portaient pas leur attention sur les dangers liés aux travaux à proximité de voies maintenues en service. Le donneur d'ordre direct n'a pas exclu tous les risques d'empiètements liés au levage de charges. L'utilisation d'un système de fourches, en raison du mauvais état des palettes, a fait apparaître de nouveaux risques. La direction du chantier n'a pas été informée à ce propos. Les personnes chargées de l'exécution des travaux n'ont pas été expressément informées de ce qu'elles devaient faire en cas de problèmes au niveau de la faisabilité de ces travaux.

Les causes indirectes sont les suivantes :

Les opérateurs chargés de l'exécution :

La tâche prévue initialement ainsi que celle qui a finalement été exécutée ne pouvaient être réalisées ni l'une ni l'autre sans qu'une couverture supplémentaire des risques soit mise en place. On peut aussi partir du principe que l'assistant (C-ST) n'était probablement pas au courant des voies sur lesquelles un système automatique d'annonce de trains était actif et sur lesquelles il ne l'était pas.

Niveau cadre opérationnel :

En raison des défaillances de communication au niveau opérationnel, les instructions pour dédoubler les palettes ont été données sans que la faisabilité soit contrôlée. Tant la communication entre l'adjudicataire et le GI que celle entre l'adjudicataire et ses sous-traitants était lacunaire. Cela a rendu impossible un suivi sérieux qui aurait permis d'aboutir à d'éventuelles adaptations des instructions. Les instructions, au sens le plus large du terme, n'étaient pas connues et comprises de la même manière par l'ensemble des exécutants. Dans ces conditions, il n'était pas possible de garantir la sécurité du travail à proximité de voies en service.

Le cadre organisationnel :

- Les structures dans le cadre organisationnel sont présentes à tous les niveaux.
- Les règles de sécurité sont plus strictes sur ce chantier que sur d'autres chantiers.
- Une amélioration serait possible après une évaluation des connaissances et de l'aptitude du personnel à travailler à proximité des voies.
- L'introduction d'un système automatique d'annonces, techniquement plus sûr car exclut une erreur humaine par un factionnaire, nécessite une sensibilisation poussée de toutes les personnes présentes sur le chantier. Lors de travaux réalisés à proximité de voie, il est extrêmement important que tout le monde sache à tout moment et en tout lieu quelles mesures de protection sont en vigueur ou non et quelles règles doivent être respectées. A cet égard, l'Organisme d'Enquête fait référence aux travaux réalisés à des endroits ayant un système automatique d'annonces en service ou non et aux travaux réalisés en des endroits avec ou sans séparation visuelle le long des voies (treillis orange, safety-fence)... .

- Les règles de sécurité plus strictes reprises dans le cahier des charges ne s'appliquent pas aux travaux de maintenance du gestionnaire de l'infrastructure pendant des travaux d'infrastructure. Par conséquent, des travaux de même type, réalisés à Duffel dans le cadre de la maintenance, ont un autre niveau de sécurité que les travaux réalisés dans le cadre du projet d'infrastructure. Cela peut susciter une certaine confusion dans le chef des personnes qui doivent réaliser des travaux à proximité des voies en service et peut entraîner une diminution de la sécurité en général.
- Des règles différentes d'un chantier à l'autre peuvent semer la confusion chez les travailleurs des adjudicataires qui sont occupés en même temps sur plusieurs chantiers du GI à proximité des voies.
- Il existe une quantité de règles propres au gestionnaire de l'infrastructure (voir 3.3.2). Celles-ci sont insuffisamment coordonnées, trop sujettes à interprétation, ou mènent même à confusion. Ces différences d'interprétation peuvent apparaître à tous les niveaux et chez toutes les organisations concernées par ce projet. C'est ainsi qu'au fil du temps, certaines règles initialement définies dans le cahier spécial des charges n'ont plus été respectées, ou trop peu respectées sur le chantier. La conscience du danger a alors pu diminuer chez les personnes qui y travaillaient.

4.4. CONSTATATIONS SUPPLÉMENTAIRES

L'entreprise ferroviaire est chargée d'organiser un voyage en toute sécurité sur les voies qui lui ont été attribués par le gestionnaire de l'infrastructure. Elle doit respecter les règles établies par le gestionnaire de l'infrastructure, telles la signalisation et les régimes d'exception sur certains tronçons de ses lignes. Comme aucune règle de sécurité supplémentaire n'était d'application sur la voie A de la ligne 25, le conducteur du train E9233 a roulé en se conformant à la vitesse de référence, le mettant dans l'impossibilité d'arrêter le train à chaque obstacle imprévu survenant sur sa voie (voir 3.6.3 Circonstances liées à l'environnement).

L'organisation chargée de l'informatique contribue à garantir la sécurité de l'exploitation, notamment en assurant la communication entre les trains et la direction du trafic. L'enquête a fait apparaître que des problèmes sont survenus lors de l'acquisition de la position des trains par Traffic Control. En ayant laissé l'appel d'urgence « ouvert », tous les trains qui circulaient dans la zone à proximité de l'accident ont été arrêtés et n'ont pu reprendre leur voyage qu'après s'être fait connaître auprès de Traffic Control et leur avoir communiqué leur position exacte. En ce sens, la procédure du gestionnaire de l'infrastructure a été suivie de façon correcte et sécuritaire. En conséquence de la perturbation du système informatique, de nombreux autres trains ont été arrêtés.

La reconstitution montre qu'il n'y a pas d'empiètement en deçà de la distance de sécurité de 1,5 m et que la distance par rapport aux pièces nues sous tension reste supérieure à 3 m. La discussion sur le fait de savoir si le conducteur de l'excavatrice est une personne « avertie » ou une personne « ordinaire » (cf. fascicule 63 et 3.3.2.1) n'a aucune importance ici. Lors de la reconstitution, la distance entre la cabine de l'excavatrice et les parties sous tension s'avère supérieure à 8 m. Selon le fascicule 63 version 1 (voir formules de calcul dans l'illustration 12), l'excavatrice doit, dans les deux cas, rester à au moins 3 m des parties nues sous tension. Le câble en fibre de verre, utilisé pour la téléphonie et les applications informatiques spécifiques au trafic ferroviaire, ainsi que le câble de terre, peuvent cependant être touchés, voire arrachés si l'on se trouve tout juste en dehors de la zone de sécurité de 1,5 m. Cela peut causer des problèmes, surtout dans l'avenir quand les réseaux IT et GSM-R auront plus d'importance dans la gestion du trafic ferroviaire. Il n'y a, à l'heure actuelle, aucune règle en matière de distances de sécurité qui soit d'application concernant les câbles isolés.

Deux personnes étaient occupées sur le quai n° 1 : un conducteur d'excavatrice (CC-A) et un assistant (C-ST). On peut partir du principe que pour exécuter les instructions données au départ, l'assistant, ne devait être ni vigie ni factionnaire afin que sa propre sécurité et celle du conducteur puisse être assurée. Les discussions, réunions et interviews avec les différentes parties concernées nous apprennent que l'assistant du conducteur de l'excavatrice n'avait pas explicitement la mission de veiller à la sécurité, donc d'être « vigie ».

De toute façon, il n'aurait pas été permis que l'assistant joue le rôle de vigie et ce, pour les raisons suivantes :

- L'assistant (C-ST) ne disposait ni des qualifications, ni des équipements nécessaires pour remplir le rôle de factionnaire ou de vigie. L'analyse de la reconstitution a montré que si la méthode prévue initialement avait été exécutée, c'est-à-dire le levage au moyen d'élingue, l'assistant n'aurait pas eu le temps de s'occuper de sa propre sécurité ainsi que celle du conducteur tout en faisant son travail.
- En outre, peu importe la méthode utilisée, les élingues ou le système de fourches, l'assistant avait de toute façon un champ de vision insuffisant sur les trains qui arrivaient, avec comme conséquence qu'il était impossible de libérer à temps le GDO.
- Le fait de travailler à deux sur des voies ou à proximité de celles-ci, avec l'un des deux qui exerce le rôle de vigie, n'est possible qu'avec de l'outillage léger, très facile à déplacer.

Dans la réglementation¹⁸, il est précisé dans ce cas qu'une vigie a la même fonction qu'un factionnaire, mais qu'il peut prendre part aux travaux, ce que le factionnaire ne peut pas faire. En fait, la vigie est dans ce cas soumise à une pression bien plus forte vu qu'il doit à la fois participer aux travaux et faire attention aux trains qui arrivent, cela se traduit par un affaiblissement de la sécurité.

Une vigie qui travaille ne peut pas se concentrer sur les trains qui arrivent. S'il doit veiller à la sécurité, il doit être soit factionnaire lui-même, soit averti par :

- un factionnaire qui surveille les trains qui arrivent;
- un système automatique d'annonce (par exemple Minimel).

¹⁸ RST Fascicule 576 partie III titre IV chapitre 1er rubrique 1re : Dispositions supplémentaires, propres au groupe SNCB : travaux dans les voies et à leurs abords ; élimination des conditions dangereuses résultant de la présence de véhicules en mouvement ; protection d'un ou de deux agents au travail.

5. MESURES PRISES

À la suite d'une réunion d'information organisée par l'Organisme d'Enquête en présence des différentes parties impliquées, celui-ci a fait part de ses conclusions concernant l'accident. Il a été demandé à toutes les parties impliquées de communiquer les mesures qui ont déjà été prises. Vous trouverez ci-dessous un aperçu de celles-ci. L'Organisme d'Enquête en a procédé à une brève analyse mais cette dernière demeure incomplète en raison des mesures encore en cours de développement.

5.1. MESURES PRISES PAR LE GESTIONNAIRE DE L'INFRASTRUCTURE

Le gestionnaire de l'infrastructure, depuis le 1er septembre 2012, a apporté les améliorations suivantes lors de la rédaction de cahiers spéciaux des charges pour des travaux d'infrastructure dans le district nord-est.

Il a été repris dans le cahier spécial des charges :

- une clarification du fascicule 61 article 30.1.1.2 et des règles de base correspondantes;
- le document « travailler avec des tiers, accueil et formation » précise entre autres que l'adjudicataire, dans le cas d'une personne ou deux travaillant avec de l'outillage léger, peut en désigner un en tant que vigie, mais que ce vigie ne peut alors en aucun cas prendre part aux travaux;
- un test sera associé à l'accueil et à la formation sur le chantier;
- l'adjudicataire doit organiser lui-même la formation. Le fonctionnaire dirigeant procédera ensuite à un test pour évaluer les travailleurs de l'adjudicataire;
- le fonctionnaire dirigeant élabore ce test sur la base d'une liste de questions modèles sur lesquelles il portera son choix.

Des mesures ont été prises sur tout le réseau pour ce qui concerne les travaux d'infrastructure, et ce dans les buts suivants :

- former le personnel de l'adjudicataire et les tiers quant aux risques génériques liés à l'environnement ferroviaire selon le fascicule 61, version 2, art. 30.1.1.2;
- en application du "cycle PDCA"¹⁹, les procédures de sécurité sont continuellement améliorées par le gestionnaire de l'infrastructure.
- introduire un système de badges pour des adjudications à partir de 2010, pas d'application sur le chantier de Duffel parce que adjugé avant 2010. Les tiers qui sont présents sur le chantier doivent prouver qu'ils sont suffisamment formés pour exécuter des travaux en toute sécurité à proximité de voies maintenues en service. Ce badge peut être retiré, ce qui a pour conséquence que l'accès au chantier sera refusé. Pour pouvoir récupérer son badge et avoir de nouveau accès au chantier, la personne devra alors suivre à nouveau la formation et obtenir plus de 80% au test à choix multiple organisé par l'adjudicataire sur base de la liste des questions proposées par le gestionnaire de l'infrastructure. La supervision est faite par le fonctionnaire dirigeant du gestionnaire de l'infrastructure;
- la présentation « Travailler en sécurité chez Infrabel », servant d'outil pour la formation du personnel des adjudicataires, a été adaptée et rendue plus accessible et compréhensible pour des tiers. Elle devra cependant encore être soumise à l'avis de l'Union des Entreprises de Travaux ferroviaires avant de pouvoir être publiée;
- un projet e-learning intitulé « la sécurité pour les tiers » est en préparation. Il comportera entre autres la formation pour les adjudicataires.

¹⁹ Cycle PDCA : Plan Do Check Act : système de garantie de la qualité en vertu duquel une règle, une méthode, une mesure d'amélioration... est planifiée, exécutée, évaluée et ensuite éventuellement corrigée.

5.2. MESURES PRISES PAR L'ADJUDICATAIRE

L'accident a fait l'objet d'une analyse approfondie et d'une large discussion avec les personnes présentes sur le chantier. Un rafraîchissement des instructions de sécurité a été donné à chacun. Un 'toolbox' meeting sur le thème de l'accident a été donné sur tous les chantiers. Un groupe de travail spécifique «travaux le long des voies» a été créé pour discuter en interne de problèmes spécifiques relatifs à ce type de travaux.

5.3. MESURES PRISES PAR LE SOUS-TRAITANT

Des explications supplémentaires seront données aux travailleurs et aux indépendants sur la base du fascicule 63 : Mesures de sécurité et de santé lors de l'exécution de travaux gérés par Infrabel. Les indépendants ont été invités à suivre la formation LSC personnel exécutant. Concertation en matière de règles de travail entre l'adjudicataire et des tiers. Insistance sur une collaboration plus étroite au niveau de la coordination de la sécurité sur le chantier.

5.4. AUTRES MESURES - ACTIONS

En 2012, une concertation sur la sécurité a été mise en place entre le GI et l'Union des Entreprises de Travaux ferroviaires. Cette concertation n'est pas la conséquence de l'accident en question, mais de différents accidents et incidents qui se sont produits lors de travaux d'infrastructure ferroviaire. Cette concertation a vu le jour sous l'égide de la Fédération des Entrepreneurs Généraux de la Construction.

Cette plate-forme est destinée à la concertation sur la sécurité entre le gestionnaire de l'infrastructure et les entrepreneurs de travaux ferroviaires.

Un certain nombre de sujets abordés lors de cette concertation concernent entre autres le projet de rendre plus accessible et plus compréhensible la présentation « Travailler en sécurité chez Infrabel » et la proposition de dispenser un cours par e-learning concernant la sécurité pour les tiers. Les 23 et 24 janvier 2013, lors de ce qui est, à ce jour, la dernière réunion dans le cadre de la « sécurité sur le chantier », le gestionnaire de l'infrastructure a demandé à ce que tous les adjudicataires concernés soient représentés correctement, y compris ceux qui ne sont qu'indirectement concernés par les travaux ferroviaires.

5.5. BRÈVE ANALYSE DES MESURES DÉJÀ PRISES

Un certain nombre de mesures ont déjà été prises au niveau local (district NE) pour l'amélioration de la sécurité lors de travaux d'infrastructure ferroviaire. Cependant, ils n'ont pas encore été forcément repris par les autres districts du gestionnaire de l'infrastructure. De ce fait, le danger lié à l'absence d'uniformité des règles régissant les travaux d'infrastructure ferroviaire n'est pas encore écarté. Cela peut mener à des interprétations différentes et à des confusions dans les règles lorsque le personnel des adjudicataires est occupé sur différents chantiers ferroviaires.

Les employeurs des sous-traitants recevront des informations sur les travaux à proximité des voies, basées sur le fascicule 63. Le fascicule 63 contient de nombreuses informations pour travailler en toute sécurité à proximité de voies en service; renvoyant au point 3.3.2.1, ce n'est pas la seule réglementation applicable pour les travaux à proximité de voies en service.

6. RECOMMANDATIONS

A l'heure actuelle, des mesures et des propositions ont déjà été élaborées par tous les acteurs concernés par des chantiers ferroviaires. Elles ont pour but d'améliorer la sécurité des travaux à proximité de voies en service et par extension des travaux ferroviaires en général.

Les recommandations en matière de sécurité formulées par l'Organisme d'Enquête sur les Accidents et Incidents Ferroviaires s'adressent de manière ciblée aux parties concernées. Elles sont transmises au Service de Sécurité et d'Interopérabilité des Chemins de fer (SSICF). Il appartient au SSICF de veiller à ce que les parties concernées - le gestionnaire d'infrastructure, les entreprises ferroviaires et tous les entrepreneurs de chantiers ferroviaires en général - mettent en œuvre correctement les recommandations de l'Organisme d'Enquête.

	Constat – conclusion de l'analyse	Recommandation
1	<p>a) Le projet d'infrastructure de Duffel a été adjudgé en 2008 et les travaux ont commencé en 2009. Depuis 2010, une nouvelle disposition est applicable aux marchés publics attribués par le gestionnaire d'infrastructure. Elle consiste en un système de badge imposé au personnel de l'entrepreneur et à ses sous-traitants. Le port du badge est la preuve formelle que le personnel de l'entrepreneur et ses sous-traitants dispose des connaissances en ce qui concerne les risques liés aux travaux sur le chantier concerné et qu'elles ont été évaluées. Le fonctionnaire dirigeant est responsable du contrôle de cette exigence et a le pouvoir, en cas d'infraction, de retirer le badge qui donne accès au chantier.</p> <p>b) Les opérateurs directement concernés étaient insuffisamment informés des lieux et heures auxquelles les mesures de sécurité à respecter le long des voies s'appliquaient. Dans l'analyse de risques sur la méthode avec des élingues, les dangers étaient insuffisamment couverts. La communication était insuffisante. En effet, il n'était pas clairement indiqué ce qu'il convenait de faire si le travail demandé n'était pas faisable.</p>	<p>a) Le SSICF devrait s'assurer auprès du gestionnaire de l'infrastructure que cette mesure soit généralisée aux marchés publics de travaux adjudgés avant sa mise en application et qui sont toujours en exécution.</p> <p>b) Le SSICF devrait vérifier auprès du gestionnaire de l'infrastructure, tant pour les chantiers commencés avant qu'après 2010, comment la nouvelle mesure permet de garantir la motivation de chacun à travailler en toute sécurité sur les chantiers ferroviaires.</p>

2	<p>Les règles de sécurité sont plus strictes sur le chantier de Duffel que sur les autres chantiers. Ainsi, trois types d'empiètement ont été définis avec les mesures de sécurité correspondantes (plus strictes que dans le Fascicule 63 version 1). Malgré ces règles, on observe un affaiblissement de ces règles et des mesures de sécurité au fil du temps. Ainsi, le jour de l'accident, un ART et un Minimel étaient prévus sur les voies à côté du quai intermédiaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'ART sur l'une de ces voies était de 90 km/h au lieu de 60 km/h en journée comme prévu dans les règles à Duffel; - Le Minimel prévu sur la voie B ligne 25 l'était uniquement en voie normale tandis que pour la voie A ligne 27, il s'appliquait dans les deux sens. 	<p>Le SSICF devrait s'assurer auprès du gestionnaire de l'infrastructure et des entrepreneurs concernés que les règles et les mesures de sécurité qui y sont liées :</p> <ul style="list-style-type: none"> a) sont uniformes, b) sont correctement appliquées, c) tendent au plus haut degré de sécurité possible <p>sur tous les chantiers ferroviaires similaires</p>
3	<p>La multitude de règles auxquelles on se réfère en ce qui concerne les travaux à proximité de voies en service.</p>	<p>Le SSICF devrait veiller à un regroupement et à une rationalisation des règles par le gestionnaire de l'infrastructure. Il faut des règles qui soient claires pour tout le monde, qui réduisent autant que possible le risque de mauvaise interprétation et le risque d'y faire exception.</p>
4	<p>Les règles de sécurité peuvent être différentes pour une même opération selon qu'il s'agisse de travaux de maintenance ou d'un chantier d'infrastructure car les cahiers des charges de ces derniers en imposent des plus strictes.</p>	<p>Le SSICF devrait s'assurer auprès du gestionnaire de l'infrastructure que tant pour les travaux d'infrastructure que pour les travaux de maintenance, les règles de sécurité les plus strictes soient appliquées, selon la nature des travaux, les possibilités d'exploitation et les circonstances locales.</p>
5	<p>Dans certains cas, il est permis qu'une personne chargée de veiller de façon totalement autonome à la sécurité des personnes travaillant sur les voies ou à proximité de celles-ci puisse participer à ces travaux²⁰. Suite à l'accident survenu à Duffel, cette règle a été supprimée dans les cahiers des charges du district Nord-Est.</p>	<p>Le SSICF devrait s'assurer auprès du gestionnaire de l'infrastructure que les personnes qui sont amenées à surveiller l'arrivée des trains pour en avertir les autres travailleurs soient et restent formées uniformément et qu'elles ne participent en aucun cas à d'autres d'activités que celle de veiller à la sécurité.</p>

20 RST Fascicule 576 partie III titre IV chapitre 1er rubrique 1re : Dispositions supplémentaires, propres au groupe SNCB : travaux dans les voies et à leurs abords ; élimination des conditions dangereuses résultant de la présence de véhicules en mouvement ; protection d'un ou de deux agents au travail.

7. ANNEXES

7.1. CONSIGNES DE SÉCURITÉ

infrabel

Bestek nr: 57/53/2/08/07

cei-de meyer

Werk: Duffel – Vernieuwen van de Netebruggen

Consigne voor elke persoon op de werf

1. Ik zal **ALTIJD helm, fluovest en veiligheidsschoenen** dragen!
2. Geen enkele bovengrondse leiding of kabel – in dienst of buiten dienst – mag worden verplaatst zonder toestemming van de werfleiding van CEI – De Meyer.
3. Het is niet toegelaten de brug over de Nete langs de westkant / LPC te gebruiken wegens de beperkte vrije ruimte naast een langrijdende trein.
4. Ik heb de werfinductiebrochure (WIB, boekje) van CEI-DM doorgenomen.
5. Ik ken de EHBO-posten (per werfzone) + evacuatieplaatsen (3 stuks).
6. Ik ken de werfverantwoordelijken en de EHBO'ers + hun telefoonnr. (zie WIB)
7. Ik heb de brochure 'Veilig werken nabij spoor' van de NMBS doorgenomen.
8. Consignes van toepassing op ondergetekende:
 - Consigne voor elke persoon op de werf
 - ↳ Consigne voor elke persoon op de werf bij uitvoering van een werk in de nabijheid van een spoor in dienst
 - ↳ Consigne voor elke persoon op de werf bij uitvoering van een werk in de nabijheid van een spoor in dienst met gebruik van Minimel maar zonder schildwachten
 - ↳ Consigne voor machinisten en chauffeurs bij uitvoering van een werk in de nabijheid van een spoor in dienst met gebruik van Minimel maar zonder schildwachten
 - ↳ Consigne voor installatie en gebruik van het Minimel-systeem

Ter kennisneming en aanvaarding van de opgelegde arbeidsvoorwaarden:

Naam:	
Werkgever:	
Datum:	
Handtekening:	

Veiligheidsconsignes 3109 Duffel
Revisie 01 dd. 28/08/2009 PTI



Bestek nr: 57/53/2/08/07



Werf: Duffel – Vernieuwen van de Netebruggen

**Consigne voor elke persoon op de werf
bij uitvoering van een werk in de nabijheid van een spoor in dienst**

Werken langsheen treinsporen vereist bijzondere aandacht voor de veiligheid van personen en installaties van de spoorwegen. De genomen maatregelen garanderen dat werknemers en langsrijdende treinen geen wederzijdse risico's zullen lopen.

1. De risicozone van de sporen - het vrije ruimte profiel bedraagt 1,5m van de sporen. Op deze afstand zal zich steeds een degelijke afscherming bevinden, oranje netten en/of "safety fences",
Indien deze voorzieningen niet geplaatst zijn mag in een zone tot op 4m van de sporen, nooit gewerkt worden.
2. Op elk ogenblik zal een afstand van 1,50 m van de buitenste rand van de dichtstbijzijnde spoorstaaf in acht worden genomen. Een oranje net en/of "safety fence" wordt aangebracht op die afstand. Deze afscherming langs de risicozone mag nooit worden overschreden, noch met lichaamsdelen, machines noch lasten.
3. Een veiligheidsafstand van 3,00 m wordt in acht genomen ten opzichte van de bovenleidingen (3.000V) in dienst. Deze bovenleidingen, bedradingen en constructieonderdelen staan ALTIJD onder spanning. Zelfs indien de kabels op de grond liggen kan er zich nog spanning op bevinden!
4. Het is strikt verboden om, zonder toelating, de sporen in dienst over te steken of erop te rijden wegens het gevaar dat de doorrijdende treinen inhoudt (normaal spoor, tegenspoor, parallel rijden,...)
De personen die zich voor het werk aan de overkant van de sporen moeten begeven, moeten verplicht de volgende regels naleven, in volgorde van prioriteit:
 - o Hetzij oversteken via een speciaal daarvoor gebouwde brug, onderdoorgang of overweg;
 - o Hetzij oversteken tijdens een periode van buitendienststelling van de sporen;
 - o Hetzij oversteken onder toezicht van een "schildwachter" die toeziet op hun veiligheid;
 - o Uitzonderlijk: oversteken onder eigen toezicht.
5. Alle personen die in de sporen of in de onmiddellijke nabijheid van de sporen werkzaam zijn, moeten gele werkkledij dragen; het gebruik van rode uitrustingen (werkkledij, helm, gereedschap,...) is verboden.

Ter kennisneming en aanvaarding van de opgelegde arbeidsvoorwaarden:

Naam:	
Handtekening:	

**Consigne voor machinisten en chauffeurs
bij uitvoering van een werk in de nabijheid van een spoor in dienst
met gebruik van Minimel maar zonder schildwachten**

1. Indien tijdens de uitvoering van de werken in de risicozone kan gekomen worden (= indringing type 2) dient op voorhand het spoor en/of bovenleiding buiten dienst gevraagd te worden.
2. Elke machinist, chauffeur zal zijn snelheid aanpassen om tijdig te kunnen stoppen indien zich (onverwachte) hindernissen in de werk- of rijzone voordoen.
3. Bij het naderen van een trein (1ste geluidsalarm + start zwaailichten) wordt elke kraan, graafmachine,... in een zone tot 4 meter van het spoor gestopt. De machinist plaatst zijn giek, graafbak,... parallel aan het spoor. Hij herstart zijn werkzaamheden pas na het stoppen van de zwaailichten.
4. Bij werken op het spoor met een sporgebonden kraan naast een spoor in dienst zal steeds de zwenk- en hoogtebeveiliging ingesteld zijn. Ook in een smalle strook, parallel langs het spoor is het aan geraden de begrenzing – indien aanwezig – in te stellen. Dit biedt een bijkomende veiligheid zodat niet in de gevarenzone kan gedraaid worden.
5. Het werk wordt stopgezet bij te hoge windsnelheden. Bijzondere aandacht wordt gevraagd voor rukwinden.
Lasten met grote oppervlakken kunnen ook problemen veroorzaken bij lage windsnelheden.
6. Hangende lasten worden manueel begeleid om slingeren te vermijden. Dergelijke verplaatsingen gebeuren zo ver mogelijk van de risicozone.
7. Eventuele zwaailichten op kranen, machines,... worden uitgeschakeld of afgedekt indien gewerkt wordt met de Minimel.

Ter kennisneming en aanvaarding van de opgelegde arbeidsvoorwaarden:

Naam:	
Handtekening:	



Bestek nr: 57/53/2/08/07



Werf: Duffel – Vernieuwen van de Netebruggen

**Consigne voor elke persoon op de werf
bij uitvoering van een werk in de nabijheid van een spoor in dienst
met gebruik van Minimel maar zonder schildwachten**

1. Op de werf is een automatisch aankondigingssysteem ("Minimel") geplaatst dat een waarschuwing geeft telkens er een trein in aantocht is.
Het signaal bestaat uit een geluidsalarm (2x) en zwaallichten.
De zwaallichten blijven in werking zolang de trein zich in de gevarezone bevindt.
2. Bij storingen van de Minimel (continu alarm gedurende ca. 25 sec) worden de activiteiten gestaakt tot de herstelling is uitgevoerd of totdat gelijkwaardige maatregelen zijn getroffen in overleg met de LA/VCV.
Niemand hervat het werk zonder vrijgave door de verantwoordelijke voor de Minimel.

In dit geval: Contactpersonen die gewaarschuwd moeten worden

3. Bemerking: het geluidssignaal van de Minimel wordt gedurende de nachtwerken uitgeschakeld. De zwaallichten werken wel.
In geval van alarm zal het geluidssignaal wél worden geactiveerd.
4. De zwaallichten op de machines worden uitgeschakeld (of afgedekt) indien gewerkt wordt met de Minimel, die als prioritaire waarschuwing beschouwd wordt. Aan alle werknemers wordt dan ook extra aandacht gevraagd in de onmiddellijke omgeving van machines.

**Consigne voor machinisten en chauffeurs
bij uitvoering van een werk in de nabijheid van een spoor in dienst
met gebruik van Minimel maar zonder schildwachten**

Ter kennisneming en aanvaarding van de opgelegde arbeidsvoorwaarden:

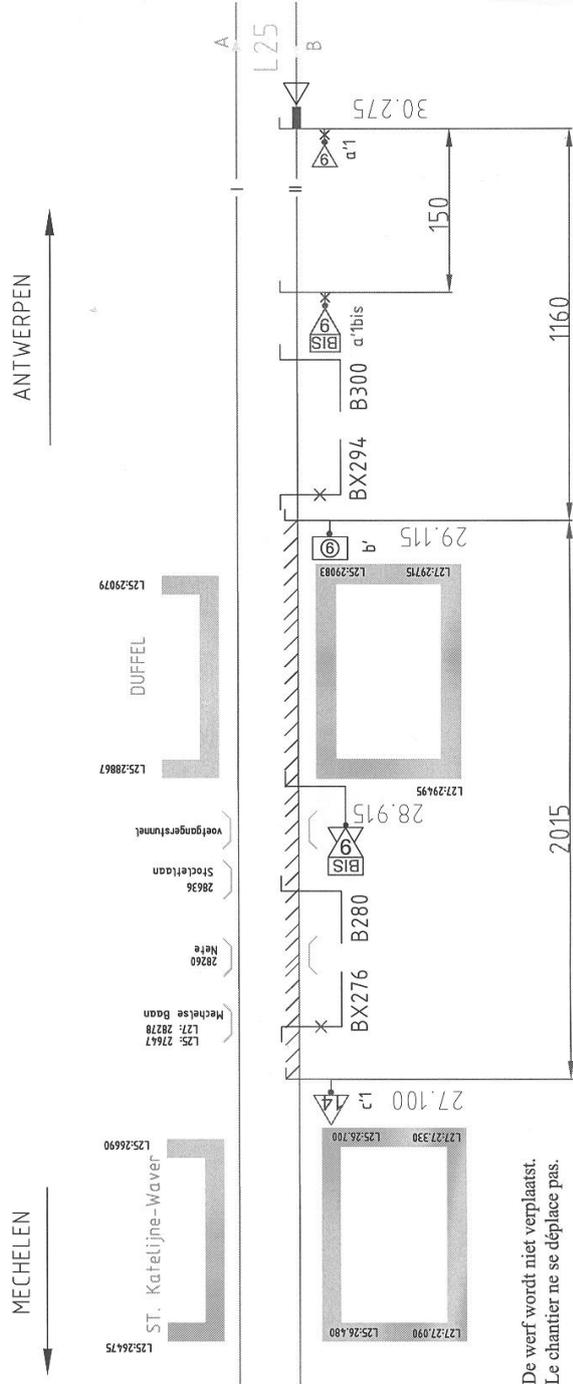
Naam:	
Handtekening:	

7.2. RÉDUCTIONS TEMPORAIRES DE VITESSE ET MINIMEL À DUF- FEL LE 14 JUIN 2012

7.2.1. LIGNE 25 VOIE B



BERICHT VAN TIJDELIJKE SNELHEIDSBEPERKING (BTS) AVIS DE REDUCTION TEMPORAIRE DE VITESSE (ART) Aantal rubrieken / Nombre de rubriques (1)		IINO-025/003/12-01 Uitgiftedatum/Date de publication: 25/01/2012	
Naam/Nom: I-I.Zone Antwerpen Dienst/Service: Logistiek Sectie 4 Adres/Adresse: Koningin Astridplein 27 Plaats/Localisation: B-2018 Antwerpen Telefoonnr/N° téléphone: +32 3 204 27 86 - 921/2786 Faxnummer/N° fax: +32 3 204 25 07 - 921/2507 e-mail adres/Adresse e-mail: 57no.imo5logbts@infrabel.be			
Begindatum Date de début	01/02/2012	Einddatum Date de fin	TNO / JNA
Reden Raison	Vernieuwingswerken Travaux de renouvellement		
Goedkeuring I-N 211 Approbation I-R 211	Nummer/Numéro: 15	Van/Du: 24/01/2012	
Vervangt S382 Remplace S382	Nummer/Numéro:	Van/Du:	
Dienst Aanvrager Service Demandeur	I-I.NO.V1		
Tel. Nr Num. Tel	921/2366	Faxnummer N° fax	
Gebruiker Utilisateur			
Rubriek 1 / Rubrique 1			
Lijn / Spo(o)r(en) Ligne / Voie(s)	25 - KONTICH -> MECHELEN-DIJKSTRAAT - B		
Van kracht op En vigueur le	van/de 01/02/2012 04:00 tot/à 01/06/2012 (Vermoedelijk einde / Fin probable)		
Wordt de zone met tijdelijke snelheidsbeperking verplaatst? La zone de réduction temporaire de vitesse se déplace-t-elle?	Neen / Non		
Lengte van de zone (m) Longueur de la zone (m)			
Kilometerpalen Bornes kilométriques	tussen kp/entre bk 29.115 en kp/et bk 27.100		
Snelheid (km/u) Vitesse (km/h)	90		
Vertraging reizigers (min) Retard voyageurs (min)	1.1		
Vertraging goederen (min) Retard marchandises (min)	0		
Einde van het document / Fin du document			

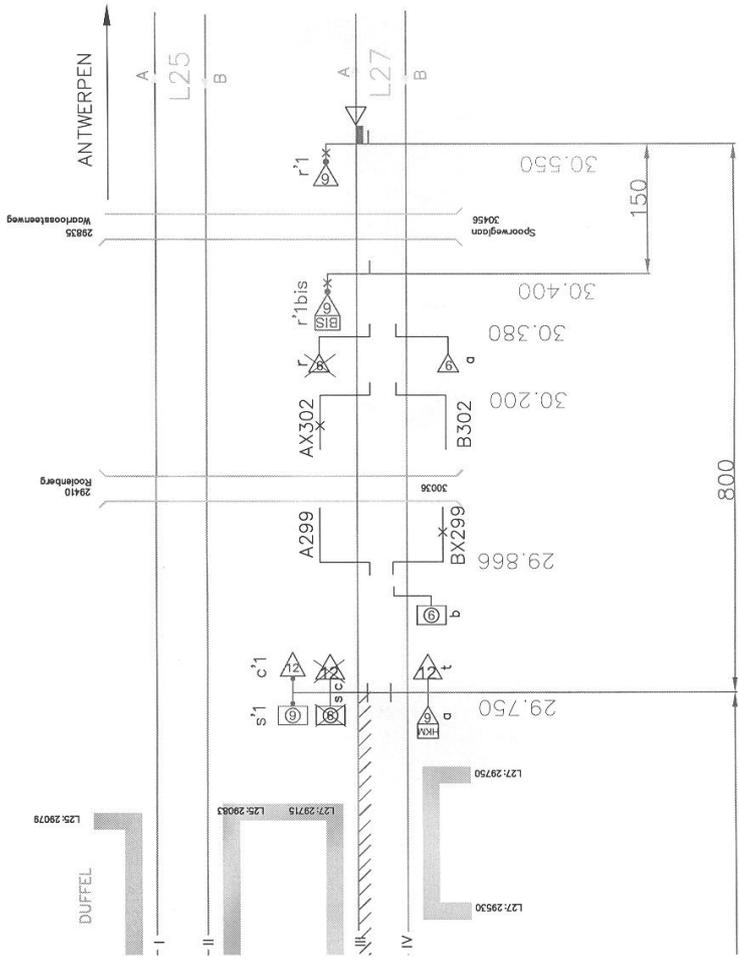


- De werf wordt niet verplaatst.
- Le chantier ne se déplace pas.

7.2.2. LIGNE 27 VOIE A



BERICHT VAN TIJDELIJKE SNELHEIDSBEPERKING (BTS) AVIS DE REDUCTION TEMPORAIRE DE VITESSE (ART) Aantal rubrieken / Nombre de rubriques (1)		IINO-027/005/12-01 Uitgiftedatum/Date de publication: 11/05/2012	
Naam/Nom: I-I.Zone Antwerpen Dienst/Service: Logistiek Sectie 4 Adres/Adresse: Koningin Astridplein 27 Plaats/Localisation: B-2018 Antwerpen Telefoonnr/N° téléphone: +32 3 204 27 86 - 921/2786 Faxnummer/N° fax: +32 3 204 25 07 - 921/2507 e-mail adres/Adresse e-mail: 57no.imo5logbts@infrabel.be			
Begindatum Date de début	16/05/2012	Einddatum Date de fin	TNO / JNA
Reden Raison	Werken aan Netebruggen Travaux Netebruggen		
Goedkeuring I-N 211 Approbation I-R 211	Nummer/Numéro: 173	Van/Du: 11/05/2012	
Vervangt S382 Remplace S382	Nummer/Numéro:	Van/Du:	
Dienst Aanvrager Service Demandeur			
Tel. Nr Num. Tel	921/2366	Faxnummer N° fax	
Gebruiker Utilisateur			
Rubriek 1 / Rubrique 1			
Lijn / Spo(o)r(en) Ligne / Voie(s)	27 - Y.SINT-KATELIJNE-WAVER -> Y.DUFFEL - A		
Van kracht op En vigueur le	van/de 16/05/2012 08:30 tot/à 03/12/2012 (Vermoedelijk einde / Fin probable)		
Wordt de zone met tijdelijke snelheidsbeperking verplaatst? La zone de réduction temporaire de vitesse se déplace-t-elle?	Neen / Non		
Lengte van de zone (m) Longueur de la zone (m)			
Kilometerpalen Bornes kilométriques	tussen KP/entre BK 28.250 en KP/et BK 29.750		
Snelheid (km/u) Vitesse (km/h)	60		
Vertraging reizigers (min) Retard voyageurs (min)	1		
Vertraging goederen (min) Retard marchandises (min)	2.2		
Einde van het document / Fin du document			



7.3. PLANS DE SIGNALISATION SCHÉMATIQUES SANS SIGNALISATION TEMPORAIRE

7.3.1. PSS L25 ET L27 DÉTAIL ENTRE LA GARE DE MALINES ET MALINES NECKERSPOEL - VITESSE DE RÉFÉRENCE SUR L25 VOIE A

