

Rapport d'Enquête de Sécurité

Décès par électrification d'un élagueur privé

Quévy - 10/07/2023

TABLE DES VERSIONS DU RAPPORT

Numéro de la version	Sujet de révision	Date
1.0	Première version	19/07/2024

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

TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE	4
1. RÉSUMÉ	6
2. L'ENQUÊTE ET SON CONTEXTE	12
2.1. La décision d'ouvrir une enquête	12
2.2. Composition de l'équipe d'enquête	12
2.3. Parties concernées	12
2.4. Conduite de l'enquête et processus de communication	13
3. DESCRIPTION DU FAIT SURVENU	14
3.1. Fait survenu et informations générales	14
3.1.1. Description de l'événement	14
3.1.2. Description du site	15
3.1.3. Travaux réalisés sur le site ou à proximité de l'accident	16
3.1.4. Pertes humaines, blessés et dommages matériels	16
3.1.5. Entreprises et personnels concernés	17
3.1.6. Matériel roulant	17
3.1.7. Signalisation	17
3.1.8. Description de l'infrastructure	18
3.1.9. Déclenchement du plan d'urgence ferroviaire et sa chaîne d'événements	20
3.2. Facteurs humains et organisationnels	21
3.2.1. Caractéristiques humaines et individuelles	21
3.2.2. Facteurs liés au poste	22
3.2.3. Facteurs organisationnels et missions	27
3.2.4. Facteurs environnementaux	31
3.3. Description factuelle des événements	32
3.4. Faits survenus antérieurs de nature comparable	33
4. ANALYSE DU FAIT SURVENU ET DES FACTEURS CONTRIBUTIFS	34
4.1. Analyse du fonctionnement et des dysfonctionnements des principes de sécurité / barrières associés à la situation opérationnelle	35
4.1.1. Principes de maîtrise n°1 et n°2	36
4.1.2. Principe de maîtrise n°3	36
4.1.3. Principe de maîtrise n°4	36
4.1.4. Pivot	37
4.1.5. Principe de récupération n°1	37
4.1.6. Principe de récupération n°2	37
4.1.7. Accident	37
4.1.8. Principe de mitigation n°1	38
4.1.9. Principe de mitigation n°2	38
5. CONCLUSIONS	40
5.1. Résumé de l'analyse et des conclusions	40
5.1.1. Facteur causal	40
5.1.2. Facteurs contributifs	40
5.1.3. Facteurs systémiques	40
5.2. Mesures prises depuis les événements	41
5.2.1. Mesures prises par Infrabel	41
5.2.2. Mesures prises par SNCF Réseau	41
6. RECOMMANDATIONS	42
7. ANNEXES	44

GLOSSAIRE

AC	Alternating current (<i>courant alternatif</i>)
ARET	Agent Responsable de l'Exécution des Travaux
BEA-TT	Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre
BK	Borne kilométrique = PK
BNX	Bulletin Notification eXtra
CSS	Central Sous Station
DC	Direct current (<i>courant continu</i>)
DMR	Dispositif de Mise aux Rails
FAQ	Frequently Asked Questions
I-AM	Infrabel direction Asset Management
I-I	Infrabel direction Infrastructure
IRM	Institut Royal Météorologique
kV	Kilovolt

LGV	Ligne à Grande Vitesse
mA	Milliampère
OE(AIF)	Organisme d'Enquête (sur les Accidents et Incidents Ferroviaires)
PTR	Prescriptions Techniques Réglementaires
RES	Répartiteur ES
RIAM	Railway Infrastructure Asset Management
RIOC	Rail Infrastructure Operation Center
RSS	Régulateur Sous Station
SGC	Service de Gestion des Circulations
SGS	Système de Gestion de la Sécurité
SIR	Service d'Intervention Rapide
SNCF	Société Nationale des Chemins de fer Français
SNOP	Section Neutre Occasionnelle de Protection
SSICF	Service de Sécurité et d'Interopérabilité des Chemins de Fer



1. RÉSUMÉ

Le lundi 10 juillet vers 14h05, un élagueur d'une firme privée travaille en haut d'un arbre situé sur un terrain privé le long de la ligne 96 à Quévy (Belgique) près de la frontière franco-belge.

Durant ce travail, une branche tombe sur un câble d'alimentation électrique sous tension : un arc électrique se crée entre le câble, la branche et l'élagueur et ce dernier est mortellement électrocuté.

Un enquêteur de l'OEAIF se rend sur le lieu de l'accident pour faire les premières constatations et recueillir les premières informations, à la suite de quoi l'OEAIF a décidé d'ouvrir une enquête sur les circonstances et les causes de cet accident.

Le présent résumé présente une synthèse des faits et éléments analysés : pour les références techniques et réglementaires, ainsi que pour les détails des analyses réalisées, nous renvoyons le lecteur au rapport d'enquête.

Une des premières informations relevées concerne la spécificité de la situation électrique de la ligne 96 à Quévy. La ligne 96 relie Bruxelles à la gare française d'Aulnoye :

- jusqu'à la gare de Quévy, la ligne est alimentée par une tension de 3 kV continu ;
- à hauteur de Quévy, se trouve une zone neutre en tension ;
- après cette zone neutre, la ligne est alimentée en 25 kV alternatif.

L'alimentation en 25 kV alternatif des tronçons situés en gare de Quévy provient des 2 câbles (nommés "feeders") aériens longitudinaux placés en surplomb des caténaires et transite par un poste électrique dénommé «herse» (116). L'alimentation en 25 kV alternatif des tronçons situés entre la gare de Quévy et la frontière française provient directement du point frontière. C'est la sous-station française de Hautmont qui fournit l'alimentation de ces feeders.

Les installations électriques de Quévy sont gérées conjointement par la SNCF et Infrabel selon des rôles et tâches définis.

Cette situation a poussé l'Organisme d'Enquête à contacter son homologue français, le BEA-TT.

Le BEA-TT a également ouvert une enquête sur cet accident afin de récolter les informations nécessaires auprès du gestionnaire d'infrastructure français.

Des documents issus des gestionnaires de l'infrastructure belge et français ont été rassemblés et analysés, des interviews d'agents belges et français ont été conduites, les actions des intervenants ont été étudiées.

Les résultats des études réalisées par les deux organismes d'enquête ont été partagés en bonne coopération entre l'OEAIF et le BEA-TT et sont rassemblés au sein du rapport d'enquête.

Le 10 juillet 2023, vers 14h06, la partie supérieure de l'arbre coupée par l'élagueur est tombée sur le feeder alimenté par une tension de 25 kV alternatif et l'arc électrique qui en a résulté a causé l'électrocution de l'élagueur.

Selon la loi du 27/04/2018 relative à la police des chemins de fer, la végétation doit être maintenue, le long des voies de chemin de fer, à une hauteur maximale de un mètre cinquante inférieure à la distance entre le pied de celle-ci et le rail le plus proche.

Cette information figure également sur le site web d'Infrabel :



Étant donné la vitesse de croissance généralement admise pour le type d'arbre impliqué dans l'accident, l'hypothèse retenue par l'OE est que l'arbre avait dépassé la taille autorisée depuis plus d'un an.

La surveillance de l'état de la végétation appartenant à un tiers aux abords des voies doit être effectuée par le propriétaire du terrain. Les procédures d'Infrabel prévoient cependant une surveillance au cours de visites de voie courante et au cours des visites en poste de conduite (2 fois par an), notamment dans le cadre de la surveillance de l'état des talus (détection d'instabilités et/ou risques d'affaissements) et en particulier la végétation : arbres présentant un risque en cas de chute (empiètement dans le gabarit), visibilité des signaux,...

Aucun signalement de l'arbre impliqué dans l'accident n'a été retrouvé dans les fiches de contrôle d'Infrabel, et aucun courrier n'a été adressé par Infrabel au propriétaire de l'arbre impliqué.

Il semble que la surveillance de la végétation par le propriétaire-riverain n'ait pas permis de détecter plus tôt la taille hors tolérance de l'arbre.

Le propriétaire des arbres avait pris contact avec un élagueur professionnel et, en date du 21/06/2023, soit moins d'un mois avant l'accident, le propriétaire des arbres a spontanément averti des services d'Infrabel de la présence d'arbres de grande hauteur dont les branches étaient proches de la caténaire de la ligne 96 à Quévy. Suite à ce contact, Infrabel avait informé le propriétaire et l'élagueur qu'une coupure totale de ligne devait avoir lieu le 20/07/2023 et que les travaux d'élagage pouvaient être effectués ce jour là. Il était prévu qu'Infrabel confirme cette possibilité le 17/07/2023.

Les travaux de l'élagueur ont été entamés durant la matinée du 10/07/2023 sans que les services d'Infrabel n'en aient été informés.

Selon l'hypothèse retenue par l'OE, vers 11h20, durant les travaux entamés par l'élagueur, une branche s'est probablement approchée durant sa chute d'un élément sous tension électrique, créant un arc. Cet arc a endommagé un isolateur monté sur un poteau caténaire et a occasionné un déclenchement d'un interrupteur-disjoncteur. Des éléments de la signalisation à la gare de Quévy ont également été endommagés.

Le RES de Mons (service d'Infrabel gérant, entre autres, l'alimentation électrique des caténaires) constate ce déclenchement. Eu égard à la spécificité de la situation électrique à Quévy, il se met en contact avec le régulateur de central sous-station de Lille Flandre (son équivalent à la SNCF) : ensemble, ils investiguent sur ce déclenchement. Leur conclusion est que le souci est situé au niveau de la caténaire en gare de Quévy.

Le RES de Mons applique une protection provisoire et demande la visite des installations par des agents du service "Caténaires" afin de déterminer les causes du déclenchement observé.

Au même moment, le poste de signalisation de Mons constate deux dérangements en gare de Quévy à des circuits de voies assurant la détection des trains sur la voie A de la ligne 96 : des agents du service "Signalisation" sont envoyés sur place afin de contrôler les installations.

En arrivant en gare de Quévy vers 12h00, les agents du service "Signalisation" d'Infrabel découvrent les travaux d'élagage en cours.

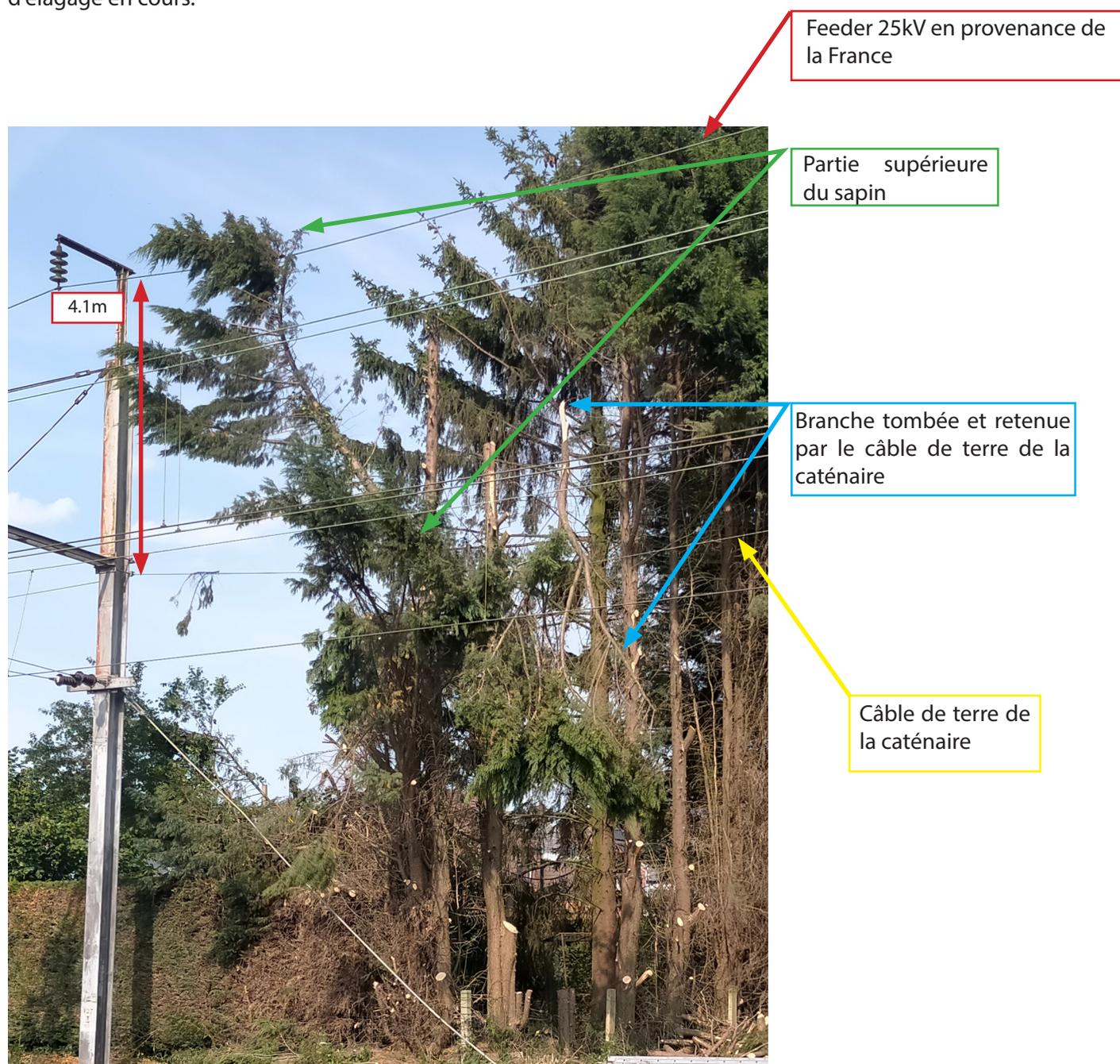


Photo des lieux de l'accident, prise après intervention des services de secours

Le site du gestionnaire de l'infrastructure mentionne qu'il est interdit de pénétrer dans une zone située dans un rayon de 4,5 mètres autour des rails pour des travaux d'entretien de la végétation.

Un des agents du service "Signalisation" demande à l'élagueur d'interrompre immédiatement ses travaux.

Les agents du service "Signalisation" constatent également qu'une branche est accrochée à un câble de terre de la caténaire.

Un agent de la Permanence d'Infrabel arrive sur place vers 12h40 : il s'assure que les travaux d'élagage restent à l'arrêt jusqu'à l'arrivée des agents du service "Caténares" car les conditions de sécurité ne sont pas remplies.

Vers 13h10, les agents du service "Caténares" arrivent sur les lieux.

Suite à l'inspection du site par ces agents, il est décidé de mettre le tronçon concerné hors tension afin que :

- des mesures de sécurité électrique puissent être prises ;
- l'élagueur puisse retirer la branche qui pend dans sur le câble de terre de la caténaire, l'élagueur ayant confirmé qu'il est en mesure d'enlever lui-même la branche accrochée au câble sans devoir faire appel à du matériel lourd.

Les mesures de sécurité mises en place sont destinées à protéger l'élagueur pour lui permettre de retirer la branche accrochée au câble de terre la caténaire. Ces mesures sont finalisées à 13h28.

Les agents d'Infrabel se positionnent alors de sorte à ne pas s'exposer au risque de chute de branche : ils se tiennent de l'autre côté des voies, en face de l'endroit où l'élagueur exécute son travail.

Vers 14h06, un des agents du service "Caténares" appelle le RES de Mons : le haut d'un arbre coupé par l'élagueur touche le feeder, l'arbre fume et il y a toujours du courant.

Le RES de Mons coupe directement l'alimentation en ouvrant un disjoncteur mais l'agent du service "Caténares" signale que des étincelles sont toujours visibles : le RES de Mons demande à son collègue de contacter le RSS de Lille. Le RES de Mons appelle le RSS de Lille et lui demande de couper la tension suite à l'incendie.

Conformément à la procédure de la SNCF en cas d'incendie, le RSS de Lille mentionne qu'il va d'abord vérifier le trafic ferroviaire.

L'agent du service "Caténares" appelle à nouveau le RES de Mons pour signaler que la tension électrique est toujours présente sur le feeder et que l'élagueur est touché.

Le RES de Mons appelle de nouveau le RSS de Lille et mentionne qu'une personne est électrocutée : le RSS de Lille coupe immédiatement l'alimentation électrique de toute la zone entre Hautmont et Quévy.

Selon notre analyse, le jour de l'accident, il était prévu d'enlever la branche responsable des déclenchements, la coupe de la partie supérieure de l'arbre par l'élagueur n'aurait fait l'objet d'aucune concertation. La mise en place de mesures de sécurité électrique et la présence des agents d'Infrabel ont pu induire un faux sentiment de sécurité dans le chef de l'élagueur, l'inscrivant dans un schéma mental erroné d'une situation où il n'y aurait aucun danger électrique.

A l'endroit où se trouve la branche que devait retirer l'élagueur, la distance entre le câble de terre (dans lequel la branche est accrochée) et le feeder est de 4.1m.

Cette distance est supérieure à la distance délimitant la zone interdite : selon la réglementation d'Infrabel sur les distances de sécurité, la zone interdite est définie à 1.5 m d'un câble alimenté en 25 kV alternatif.

Donc pour retirer la branche de la caténaire, il n'était pas nécessaire de couper l'alimentation du feeder. Il n'a pas semblé nécessaire de rappeler à l'élagueur que le feeder était toujours sous tension. Par défaut, tout élément de caténaire qui n'est pas déclaré hors tension doit être considéré être dans son état correspondant à l'exploitation de la ligne, c'est-à-dire sous tension.

En outre, selon les observations sur le site de l'accident, il semble que les risques liés à la chute d'éléments tronçonnés n'aient pas été complètement gérés lors du travail de coupe. Par sa formation et son expérience, un professionnel de l'élagage devrait connaître les dangers amenés par les lignes électriques dans le cadre de son travail, et connaître les mesures à mettre en œuvre pour pallier les risques liés (demande d'autorisation, mesures pour empêcher la chute sur une ligne électrique,...).

Durant le travail de démontage d'un arbre, tout élagueur devrait notamment gérer les risques liés à la chute des branches et morceaux de tronc qu'il coupe : un système de cordes et poulies retenues par un cylindre de freinage permet de réaliser ce travail avec un niveau de sécurité élevé.

Une fois le tronc mis à nu, il peut être tronçonné par morceaux : la taille des morceaux coupés permet de gérer les risques d'éventuels impacts sur ce qui se trouve dans l'entourage immédiat de l'arbre tronçonné.

Dans le cadre de son enquête, des contacts ont été pris avec diverses fédérations professionnelles regroupant les élagueurs, ainsi que les professionnels de l'entretien des parcs et jardins : il est nécessaire d'attirer l'attention sur les risques liés à des situations telles que celle rencontrée à Quévy.

L'analyse des différents éléments mis en lumière durant l'enquête permet d'identifier les facteurs causals et contributifs ayant entraîné cet accident, y compris les facteurs systémiques :

Facteur causal

La chute de l'arbre sur le feeder alimenté par une tension de 25 kV alternatif a créé un arc électrique, causant l'électrocution de l'élagueur.

Facteur contributif n°1 : Conditions ambiantes

La hauteur de l'arbre a contribué à la survenance de l'accident.

Du fait de la hauteur atteinte par l'arbre :

- l'intervention d'un élagueur professionnel a été commandée par le riverain propriétaire de l'arbre ;
- la partie supérieure de l'arbre, une fois coupée et sans retenue, pouvait atteindre le feeder.

Facteur contributif n°2 : Conditions de travail

L'intervention de l'élagueur n'a pas suivi les prescrits :

- le travail prévu était de retirer une branche tombée dans un câble de la caténaire, et non de couper le haut de l'arbre;
- aucune mesure n'a été prise pour empêcher la partie supérieure de l'arbre de tomber sur le feeder lorsqu'elle a été coupée.

Facteur contributif n°3 : Communication

Les agents du service "Caténaires" ont mis en place des mesures de sécurité et les ont communiquées à l'élagueur. Il est possible que la mise en place de ces mesures ait induit un faux sentiment de sécurité dans l'esprit de l'élagueur, qui a alors décidé de couper rapidement le haut de l'arbre.

Facteur systémique n°1 : Réglementation

L'article 20 de la loi sur la police des chemins de fer du 28 avril 2018 spécifie la hauteur maximale de la végétation le long des voies.

La hauteur ainsi que la vitesse de croissance de l'arbre impliqué permet de penser qu'il avait dépassé la taille autorisée depuis plus d'un an. Il semble que la surveillance de la végétation par le propriétaire-riverain n'ait pas permis de détecter plus tôt la taille hors tolérance.

Facteur systémique n°2 : Monitoring

Les visites de la voie prévues deux fois par an dans les procédures d'Infrabel incluent la surveillance de la végétation aux abords des voies. Ces visites n'ont pas permis de détecter que les arbres impliqués le long de la ligne 96 à Quévy dépassaient la taille limite autorisée.

3 recommandations sont émises par l'OEAIF:

- L'OE recommande au SSICF de veiller à ce que le gestionnaire d'infrastructure prenne les mesures nécessaires pour que la qualité et la clarté des informations communiquées en cas d'urgence permettent de limiter le risque d'une mauvaise compréhension.
- L'OE recommande au SSICF de veiller à ce que le gestionnaire d'infrastructure prenne les mesures nécessaires pour que les contrôles de la végétation aux abords des voies suivent les prescrits légaux et réglementaires.
- L'OE recommande aux fédérations professionnelles regroupant les élagueurs et autres professionnels de l'entretien des parcs et jardins de s'assurer que les risques liés à la présence d'éléments de l'infrastructure ferroviaire à proximité d'arbres sur lesquels leurs membres doivent travailler soient connus, que leurs membres soient informés de ces risques ainsi que des indispensables contacts.



2. L'ENQUÊTE ET SON CONTEXTE

2.1. LA DÉCISION D'OUVRIR UNE ENQUÊTE

L'accident est un accident grave ayant causé le décès d'une personne suite à son électrisation par le système ferroviaire.

Selon l'article 111 §1 de la loi du 30 août 2013 portant le Code ferroviaire et au vu des premiers éléments rassemblés, l'Organisme d'Enquête sur les Accidents et Incidents Ferroviaires (OEAFIF ou OE) a décidé d'ouvrir une enquête sur les circonstances et les causes de cet accident et en a informé les parties concernées.

2.2. COMPOSITION DE L'ÉQUIPE D'ENQUÊTE

Organisme d'Enquête	Rôle
Enquêteur principal de l'OEAFIF	Relecture, validation, soutien, ...
Enquêteur principal du Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre (BEA-TT)	Relecture, validation, soutien, ...
Enquêteurs de l'OEAFIF	Recherche, analyse, rédaction, relecture, ...
Enquêteur du BEA-TT	Recherche, analyse, rédaction, relecture, ...

2.3. PARTIES CONCERNÉES

Organisme d'appartenance	Rôle
SSICF	Expertise technique et réglementaire, assistance documentaire
Infrabel	Assistance documentaire, logistique, technique
SNCF Réseau	Assistance documentaire, logistique, technique

2.4. CONDUITE DE L'ENQUÊTE ET PROCESSUS DE COMMUNICATION

L'enquêteur de garde a été prévenu par le Central Dispatching du gestionnaire de l'infrastructure Infrabel et s'est rendu sur les lieux de l'accident pour procéder aux premières constatations et prise d'informations et de mesures.

Cet accident s'est déroulé près du point frontière entre le réseau ferroviaire belge et le réseau ferroviaire français. Une des particularités de la situation à ce point frontière est que certaines tâches sont gérées conjointement par les gestionnaires d'infrastructure belge et français. L'Organisme d'Enquête a donc contacté son homologue français, le BEA-TT. Le BEA-TT a ouvert une enquête sur cet accident afin de récolter les informations nécessaires auprès du gestionnaire d'infrastructure français.

Les résultats des études réalisées par les 2 organismes d'enquête ont été partagés entre l'OEAIF et le BEA-TT.

L'analyse de l'accident est abordée d'un point de vue humain et organisationnel et a été réalisée par l'OE en utilisant la méthodologie Tripod Beta.

La présente enquête de sécurité repose notamment sur

- La réglementation et la documentation d'Infrabel ;
- La réglementation et la documentation de la SNCF ;
- Des interviews ;
- Les copies fournies par le gestionnaire d'infrastructure de PV d'audition¹ d'agents, qui marqués par l'accident, n'ont pas souhaité être interviewés par l'OE ;
- Les échanges entre l'OEAIF et le BEA-TT.

Un projet de rapport d'enquête a été rédigé par l'OE en collaboration avec le BEA-TT.

Ce projet de rapport a été soumis à la relecture des parties concernées. Cette consultation n'a pas pour but de modifier le rapport produit mais de permettre aux parties concernées de réagir et de commenter le projet de rapport, notamment en relevant des inexactitudes ou des erreurs factuelles.

Les parties concernées sont ensuite informées de la suite donnée à leurs observations.

L'enquête menée est une enquête de sécurité, dans le but d'améliorer la sécurité du système ferroviaire et ainsi de prévenir de futurs accidents ferroviaires ou d'en atténuer les conséquences.

L'enquête est menée indépendamment de toutes les autres enquêtes, y compris les enquêtes menées par la police, le Parquet, le secteur ferroviaire, ...

L'enquête de sécurité est menée dans le respect de la vie privée : les informations obtenues sont traitées de manière confidentielle et afin de protéger la vie privée des personnes concernées, ni les noms ni les transcriptions des déclarations ne sont mentionnés dans le rapport de sécurité.

¹ PV d'audition d'agents par la Police dans le cadre de l'information judiciaire ouverte par le Parquet.

3. DESCRIPTION DU FAIT SURVENU

3.1. FAIT SURVENU ET INFORMATIONS GÉNÉRALES

3.1.1. DESCRIPTION DE L'ÉVÉNEMENT

Le lundi 10 juillet 2023, vers 11h20, le Répartiteur ES (RES) de Mons constate le déclenchement d'un interrupteur d'alimentation électrique de la caténaire 25kV~ en gare de Quévy, à proximité de la frontière avec le réseau ferroviaire français.

Cet interrupteur étant géré par le gestionnaire d'infrastructure belge et par le gestionnaire d'infrastructure français, le RES de Mons contacte le régulateur de central sous-station de Lille Flandre (RSS) : ce dernier confirme ne pas avoir commandé cet interrupteur.

Un essai de réenclenchement de l'interrupteur conduit à un nouveau déclenchement, ce qui indique qu'un défaut (court-circuit 25 kV~) s'est produit.

Le RES de Mons applique une protection (cas du tableau I) et demande l'envoi d'une équipe d'agents Infrabel pour inspecter la caténaire.

A 11h24, des dérangements aux circuits de voie situés sur la voie A de la ligne 96 à hauteur de Quévy sont constatés par la cabine de signalisation. Le RIOC (Rail Infrastructure Operation Center) prend contact avec le service de la signalisation qui envoie des agents inspecter la voie. Ces agents arrivent sur les lieux vers 12h00.

En recherchant l'origine des déclenchements, les agents d'Infrabel découvrent que des travaux d'élagage sont en cours par une entreprise privée. Les travaux se déroulent dans une propriété proche des voies, en gare de Quévy : une branche est accrochée à un câble de terre de la caténaire. L'un des agents du service "Signalisation" demande l'interruption immédiate des travaux d'élagage.

Un agent de la Permanence 3x8 arrive sur place à 12h40 et s'assure que les travaux d'élagage restent à l'arrêt jusqu'à l'arrivée des agents du service "Caténaires".

Le RES de Mons est informé du lieu des constatations et dirige les agents caténaires vers cet endroit.

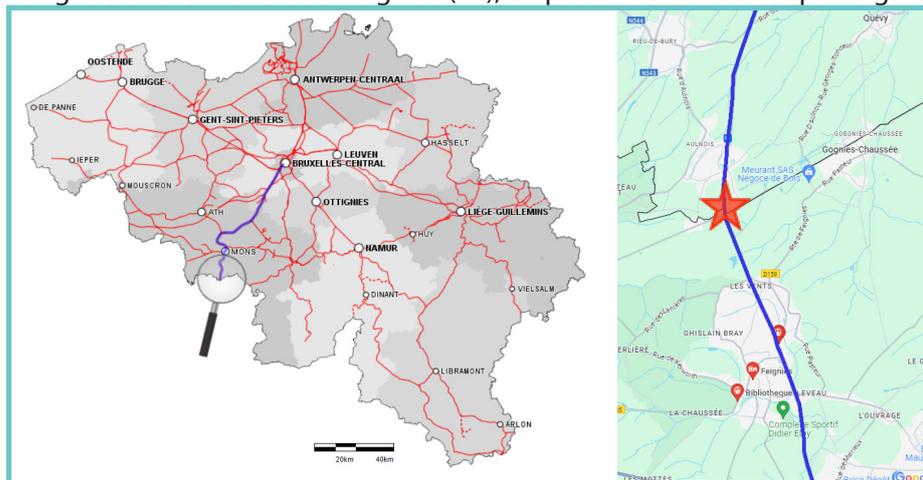
Vers 13h15, les agents du service "Caténaires" discutent avec l'élagueur d'une part et avec le RES de Mons d'autre part :

- l'élagueur confirme qu'il est en mesure d'enlever lui-même la branche accrochée au câble de terre de la caténaire ;
- des mesures de protection sont appliquées afin que la branche puisse être retirée du câble de terre de la caténaire.

Vers 14h00, la partie supérieure d'un sapin que l'élagueur est en train de couper touche un câble alimenté par du 25 kV~ et crée un arc électrique. L'élagueur décède par électrocution.

3.1.2. DESCRIPTION DU SITE

L'accident est survenu à Quévy, le long de la ligne 96 (côté voie A) à environ 1km de la frontière belgo-française. La ligne 96 relie Bruxelles à Feignies (FR), en passant entre autres par la gare de Quévy (BE).



La météo du jour de l'accident est ensoleillée et clémente. Les observations de l'IRM sont les suivantes :

- température variant au cours de la journée entre 14 et 27°C ;
- vitesse du vent entre 3,6 et 14,4 km/h environ (pointes à 25km/h environ), avec une direction variable.



Feeder 25kV en provenance de la France

Partie supérieure du sapin

Branche tombée et retenue par le câble de terre de la caténaire

Câble de terre de la caténaire

Photo des lieux de l'accident, prise après intervention des services de secours

3.1.3. TRAVAUX RÉALISÉS SUR LE SITE OU À PROXIMITÉ DE L'ACCIDENT

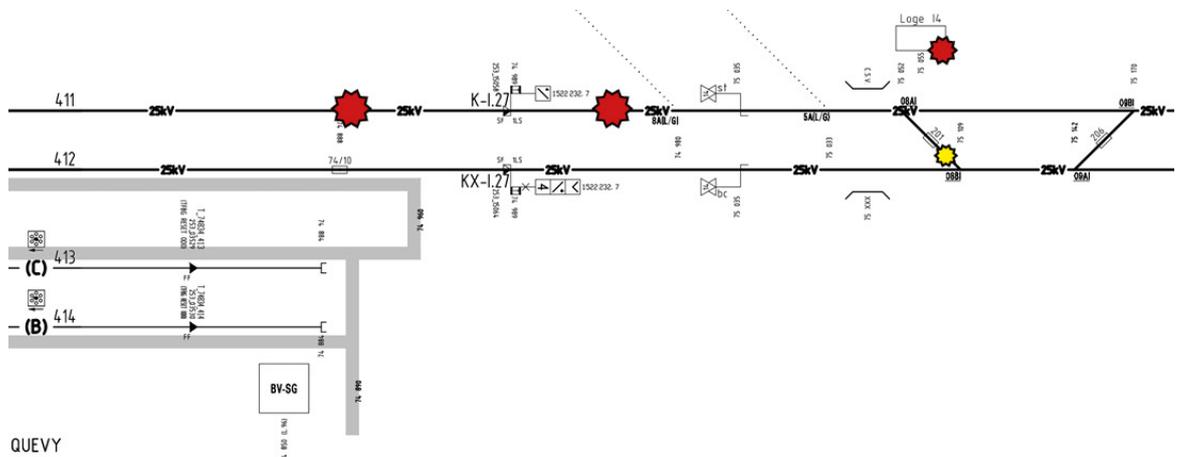
Aucun chantier ferroviaire n'était en cours sur la ligne 96 au moment de l'accident.

3.1.4. PERTES HUMAINES, BLESSÉS ET DOMMAGES MATÉRIELS

3.1.4.1. VICTIMES

L'élagueur a été électrocuté et est décédé sur place.

3.1.4.2. DOMMAGES MATÉRIELS



Les contacts entre les branches élaguées et les câbles sous tension ont entraîné un court-circuit, amenant un courant de grande intensité dans les installations de signalisation :

- des courts-circuits et le percement d'un isolateur (à remplacer), 
- la dégradation d'un joint isolant collé dans la voie déviée de l'aiguillage 08AI (joint à remplacer), 
- des défaillances d'éléments de signalisation dans la loge et en voie (éléments à remplacer). 



Après l'accident, les branches se trouvent toujours accrochées au câble de terre : des techniciens interviennent à l'aide de l'autorail I-AM Catenary afin de les enlever.

3.1.5. ENTREPRISES ET PERSONNELS CONCERNÉS

3.1.5.1. LE GESTIONNAIRE DE L'INFRASTRUCTURE : INFRABEL

Infrabel est une société anonyme de droit public. Sa mission est définie dans un contrat de performance conclu avec l'Etat fédéral et se compose de missions de service public.

Outre la gestion quotidienne, l'entretien et la poursuite du développement de l'infrastructure, Infrabel est également responsable de la régulation et de la sécurité de l'ensemble du trafic ferroviaire.

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

Infrabel possède un agrément de sécurité depuis le 22 mai 2008, renouvelé en 2023 auprès du SSICF.

Cet agrément de sécurité spécifie que :

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

3.1.5.2. SNCF RÉSEAU, GESTIONNAIRE D'INFRASTRUCTURE FRANÇAIS

Depuis le 1^{er} janvier 2020 et en application de la loi de 2018 pour un nouveau pacte ferroviaire², SNCF Réseau est une société anonyme qui appartient au groupe public SNCF.

Ce pacte entérine une nouvelle organisation qui assure à SNCF Réseau l'indépendance dans ses fonctions essentielles, nécessaire dans le cadre de l'ouverture du marché à la concurrence.

SNCF Réseau est le gestionnaire d'infrastructure du réseau ferré national, société anonyme du groupe SNCF depuis 2020.

L'Etat français, en tant que propriétaire du réseau, est l'actionnaire unique.

SNCF Réseau travaille étroitement avec de nombreuses parties prenantes : environ 18 000 entreprises travaillent avec SNCF Réseau dans les trois domaines d'activité que sont les travaux ferroviaires, les fournitures industrielles et prestations intellectuelles.

SNCF Réseau compte plus de 50 000 collaboratrices et collaborateurs, répartis sur tout le territoire.

3.1.6. MATÉRIEL ROULANT

Aucun train n'est impliqué dans cet accident.

3.1.7. SIGNALISATION

Le système de signalisation n'est pas directement impliqué dans cet accident mais a subi des dégâts (cf. 3.1.4) par la propagation d'un courant de grande intensité dans les installations de signalisation, lors du court-circuit à l'origine du déclenchement sur la caténaire 25 kV~.

² <https://www.legifrance.gouv.fr/dossierlegislatif/JORFDOLE000036708397/>

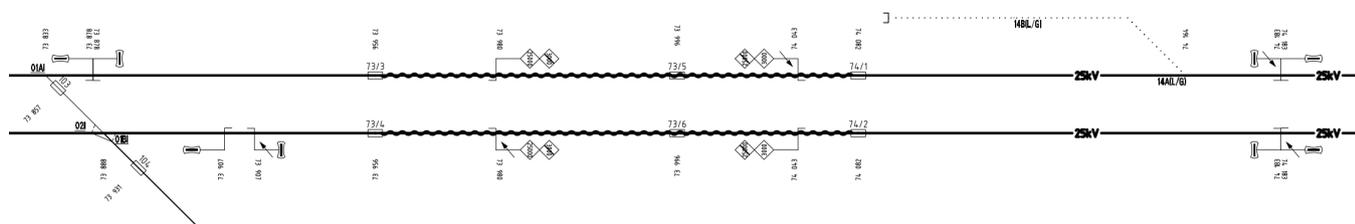
3.1.8. INFRASTRUCTURE

3.1.8.1. LA LIGNE 96

La ligne 96 est une ligne électrifiée sous une tension de 3 kV continu jusqu'à la BK³ 73.956.

La ligne comporte ensuite une zone neutre⁴ en tension (section de séparation de systèmes) jusqu'à la BK 74.082. Suit une partie alimentée en 25 kV alternatif (tension utilisée sur le réseau ferroviaire français⁵) jusqu'au point frontière et, au-delà, jusqu'à la gare de Feignies (FR).

A hauteur de Quévy, il y a donc 2 tensions d'alimentations des installations caténares : 25 kV~ et 3 kV= : la section Frontière Aulnoye - Quévy est une partie de lignes où le réseau SNCF se connecte avec le réseau Infrabel.

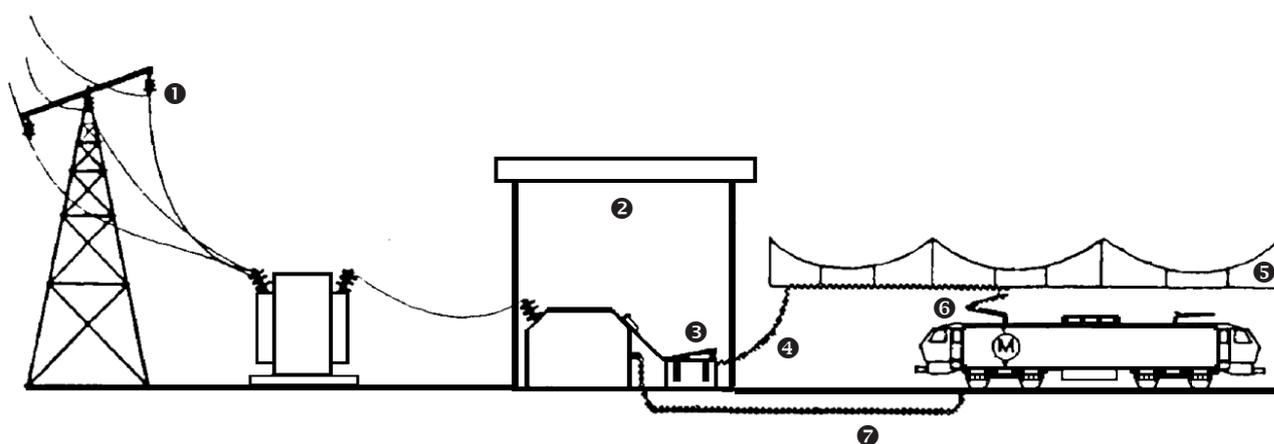


C'est la sous-station de Hautmont (FR) qui alimente les caténares des voies principales vers Quévy en 25 kV~, sous le contrôle du Central Sous Station (CSS) de Lille-Flandre.

3.1.8.2. ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

Le système électrique permettant de faire circuler un train est représentée de façon schématique ci-dessous :

- ① Haute tension alternative (de 11.000 à 70.000 V) fournie par les réseaux de distribution
 - ② Sous-station de traction (adaptant la tension du fournisseur vers la tension d'alimentation des locomotives)
 - ③ Disjoncteur
 - ④ Courant électrique
 - ⑤ Lignes de contact (ou caténares)
 - ⑥ Pantographe
- M = Moteur électrique de la locomotive
- ⑦ Retour du courant électrique (par la terre et le rail en 25 kV~ et par le rail en 3 kV=)

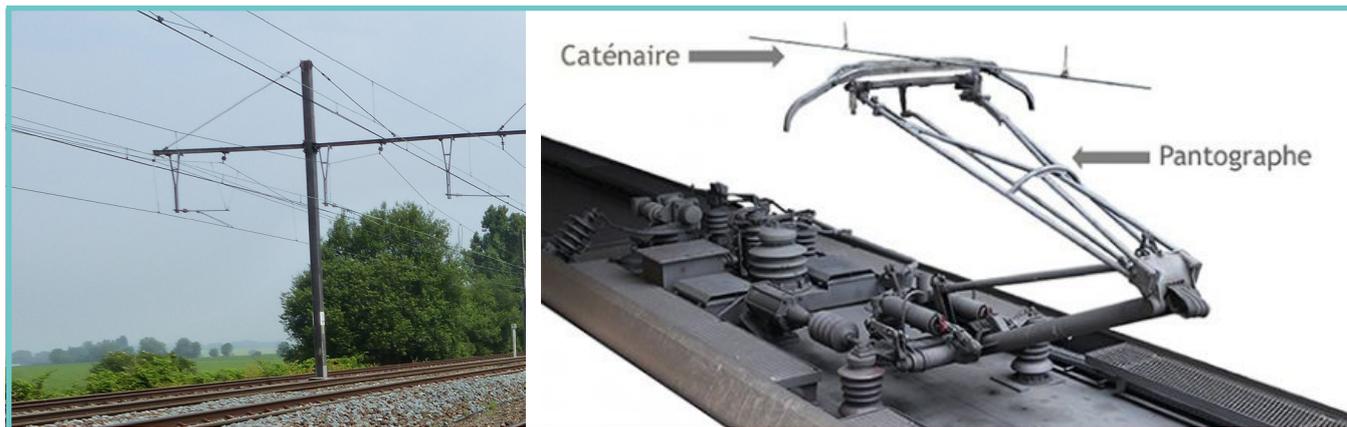


3 BK (borne kilométrique) est l'équivalent de PK (point kilométrique)

4 Une zone neutre est une zone où la caténaire est hors tension en permanence. Les conducteurs de trains électriques doivent abaisser le pantographe de leur engin de traction pour la parcourir.

5 Les lignes à grande vitesse LGV1 et LGV2 en Belgique sont également alimentées en 25kV~.

Les lignes aériennes de contact (ou caténaies) assurent l'alimentation électrique des engins de traction via les pantographes et les rails. Elles sont principalement alimentées en 3000 V continu en Belgique.



Les lignes de contact sont pourvues de sectionnements : en isolant électriquement les différentes parties de lignes de contact, ils permettent des mises hors tension localisées pour entretien, réparation, travaux, etc.

3.1.8.3. LES INSTALLATIONS POUR L'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE À QUÉVY

Spécificité de la situation électrique

La spécificité de la situation électrique de la ligne Quévy-Aulnoye est liée aux éléments suivants :

- une partie de la caténaire sur le territoire belge est alimentée en 25 kV alternatif depuis le réseau SNCF voisin ;
- l'alimentation 25 kV~ des caténaies situées dans la gare de Quévy transite par une herse de sectionnement et ses appareils de coupure ;
- l'alimentation de la herse est réalisée par deux feeders aériens longitudinaux, placés en surplomb des caténaies des voies A et B. Leur mise sous tension est gérée par le gestionnaire de l'infrastructure français ;
- la sous-station de Hautmont fournit l'alimentation de ces feeders est située sur le territoire français et est gérée par le CSS de Lille.

Description

Les tronçons 28436, 28437 et 28438 (cf. explications plus bas) des caténaies des voies A et B en gare de Quévy sont alimentées au travers du poste 25 kV~ dénommé "HERSE 116"⁶.



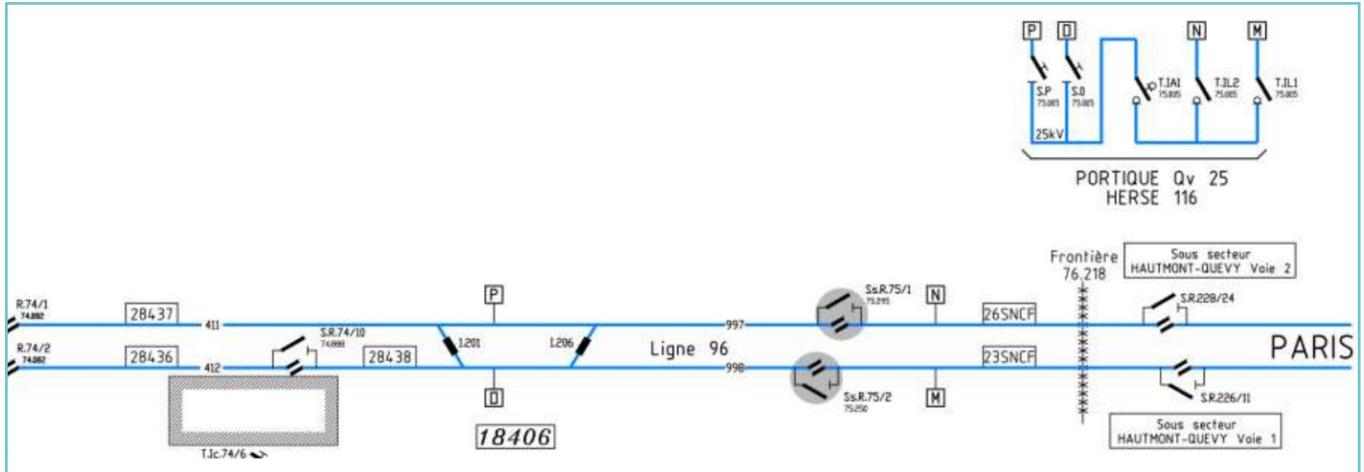
Aperçu de la herse (photo de gauche : depuis les voies, photo de droite à l'arrière de la herse)

⁶ Le poste "HERSE 116" est un poste de sous-sectionnement, de mise en parallèle et d'alimentation.

Le poste "HERSE 116" est

- alimenté par l'intermédiaire des feeders aériens (M et N) – la tension électrique provient de la sous-station française de Hautmont;
- équipé de 3 interrupteurs (IL 1, IL 2 et IA1⁷);
- équipé de 2 sectionneurs (SO et SP).

Ces éléments se retrouvent sur le plan de sectionnement de la zone de Quévy, dont un extrait est repris ci-dessous.



IA1 alimente

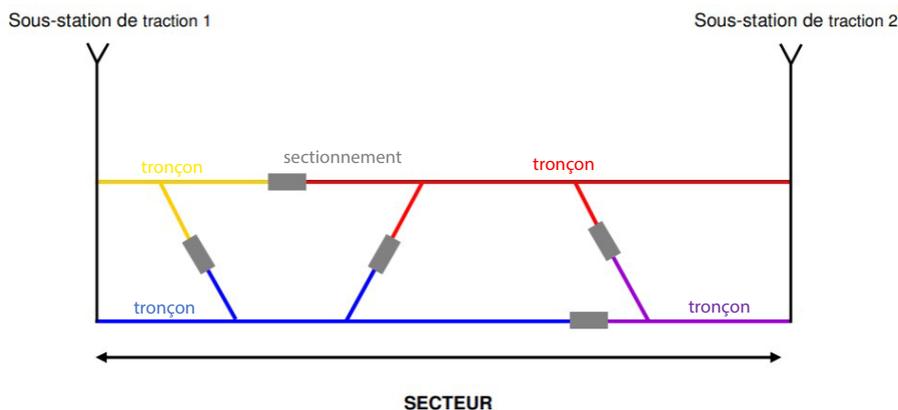
- la caténaire de la voie 412 (= voie B de la ligne 96) par l'intermédiaire du feeder aérien O
- la caténaire de la voie 411 (= voie A de la ligne 96) par l'intermédiaire du feeder aérien P.

Sur le schéma ci-dessus :

- 28437 est le tronçon sur lequel l'accident s'est déroulé, il est alimenté par le feeder P⁸;
- 18406 est un secteur constitué des tronçons 28436, 28437 et 28438.

Un tronçon⁹ est un ensemble de lignes de contact constituant une entité électrique non scindable ; il est isolé des ensembles voisins par des sectionnements¹⁰.

Un secteur est isolé des secteurs voisins par des sectionnements ; deux secteurs peuvent être réunis par des disjoncteurs et/ou des interrupteurs.



Légende : Illustration des principes des tronçons, sectionnements, secteurs et sous-stations

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

Aucune phase du plan d'urgence ferroviaire n'a été déclenchée car les événements et leurs conséquences ne le nécessitaient pas.

⁷ L'appareil IA1 est qualifié d'interrupteur dans la consigne professionnelle d'Infrabel et dans le présent rapport. Cet appareil déclenche automatiquement sur courant de défaut ; il assure donc le rôle d'un disjoncteur. IA1 fait l'objet d'une gestion conjointe par le RSS de Lille et par le RES de Mons (l'un peut ouvrir et fermer IA1, l'autre ne peut que l'ouvrir).

⁸ Le feeder O alimente les tronçons 28436 et 28438.

⁹ Un tronçon équivaut à une section élémentaire (SEL) en France

¹⁰ Le tronçon 28437 est limité par les éléments R.74/1, L.201, L.206 et R.75/1, qui sont des sectionnements permettant des mises hors tension localisées

3.2. FACTEURS HUMAINS ET ORGANISATIONNELS

3.2.1. CARACTÉRISTIQUES HUMAINES ET INDIVIDUELLES

3.2.1.1. FORMATION ET DÉVELOPPEMENT

Agent du service "Caténares"

De façon générale, le terme "agent caténaire" recouvre différentes qualifications et différents grades :

- techniciens, techniciens principaux, chefs techniciens et sous-chefs de secteur technique ;
- conducteurs affectés aux brigades caténaire (Technical Train Drivers et Technical Train Operators).

Dans le cadre de l'accident de Quévry, les agents intervenus sont des agents du premier type.

Le trajet de formation des techniciens électromécaniciens du service "Caténares" se compose d'un trajet de formation centralisé d'un peu plus de 300h comprenant divers sujets (formation théorique et formation pratique) :

- introduction à la sécurité et aux métiers de l'énergie ;
- sécurité du travailleur dans les installations électriques et lors des travaux aux caténares ;
- notions de base "Sous-station" et "Caténares" ;
- caténaire 3 kV classique et caténaire 3 kV entièrement régulée ;
- caténaire 25 kV entièrement régulée ;
- Agent Responsable de l'Exécution des Travaux (ARET).

A différentes étapes durant la formation, l'agent est évalué au cours d'évaluations périodiques (selon les cas, l'évaluation peut être éliminatoire).

Selon les spécificités propres aux lieux de travail du collaborateur, le trajet peut être complété au niveau local par des cours organisés à l'initiative du chef immédiat. Ces cours n'interviennent pas dans l'évaluation globale du trajet de formation fondamentale ; toutefois le chef peut en tenir compte dans le cadre des évaluations périodiques.

Les deux agents du service "Caténares" qui sont intervenus à Quévry le jour de l'accident ont suivi le parcours de formation d'Infrabel ; l'un est un agent du centre caténaire de Mons et l'autre du centre caténaire de Tournai.

Agent du poste RES

Les agents travaillant dans un poste Répartiteur ES (RES) sont d'anciens techniciens de la spécialité "caténaire" ou "sous-stations".

Ces agents sont alors formés durant une période d'un an au sein d'un poste RES : ils travaillent sous la supervision d'un agent RES expérimenté qui les forme durant cette période.

Leur expérience et leur connaissance du travail sur les caténares et/ou les sous-stations est une nécessité pour leur travail au poste RES.

Agent du poste RSS

Equivalent à l'agent du poste RES chez Infrabel, le régulateur sous-station est l'agent SNCF chargé à partir d'un Central Sous-Station (CSS) de l'exploitation des installations de traction électrique de sa zone d'action.

Ses compétences professionnelles sont les suivantes :

- Garantir la mise à disposition optimale de l'énergie de traction aux circulations ferroviaires électriques ;
- Prendre les mesures nécessaires pour permettre l'accès, en sécurité, des opérateurs de maintenance et tout intervenant aux ouvrages d'alimentation (postes, sous-stations d'alimentation, pré conditionnement,...) ou aux lignes de traction (caténares) dans le cadre des travaux programmés ;
- Prendre en charge, pour la partie alimentation électrique, la gestion des incidents survenant sur le réseau pour assurer la sécurité des personnes, des installations et des circulations ;
- Contribuer à certaines opérations dans le cadre de la conduite d'installations du Réseau de Transport de l'Electricité et d'installations d'alimentation des systèmes de signalisation et des GREE.

3.2.2. FACTEURS LIÉS AU POSTE

3.2.2.1. CONTEXTE

La spécificité de la situation électrique de la ligne Quévy-Aulnoye (cf. 3.1.8.3) constitue le contexte de la situation dans laquelle les agents du service "Caténaires", les agents du RES de Mons et les agents du RSS de Lille doivent effectuer leur mission, dont celle du jour de l'accident :

- une partie de la caténaire sur le territoire belge est alimentée en 25 kV alternatif depuis le réseau SNCF ;
- l'alimentation est réalisée par deux feeders aériens longitudinaux, placés plus haut que la caténaire, dont la mise hors tension ne peut être réalisée que depuis la France ;
- la sous-station de Hautmont qui fournit l'alimentation de ce feeder est située sur le territoire français.

3.2.2.2. CONCEPTION DES TÂCHES

En cas d'intervention dans la caténaire

Lorsqu'il faut intervenir au niveau de la caténaire (travaux prévus ou en cas d'avarie) :

- la voie concernée doit être mise hors service ;
- la tension sur la caténaire doit être coupée et bloquée dans cet état ;
- les dispositifs de mise aux rails (DMR¹¹) doivent être placés.

En outre, des mesures sont prises pour interdire l'accès à une zone hors tension à un train¹².

Ces différentes mesures qui interdisent la circulation ferroviaire vers la zone hors tension sont appelées "couvertures" et sont réunies :

- dans des cas caténaire du tableau I (couvertures provisoires), correspondant à un secteur et comprenant donc plusieurs tronçons (cf. 3.1.8.3);
- dans des cas caténaire du tableau II (couvertures définitives), concernant l'application des couvertures définitives d'un ou plusieurs tronçons.

Un cas de tableau I est appliqué entre autres :

- en cas d'impossibilité de réenclencher un disjoncteur après qu'un secteur soit tombé hors tension ;
- en cas de localisation incertaine d'une avarie ;
- en présence d'un risque d'accident ;
- en cas d'électrocution, pour couper très rapidement la tension.

Après examen de la situation, le répartiteur doit remplacer le plus rapidement possible le cas du tableau I par un ou plusieurs cas du tableau II et ce, pour limiter les conséquences sur le trafic. Lors du passage d'un cas du tableau I à un ou plusieurs cas du tableau II, les couvertures du/des cas du tableau II doivent être appliquées avant la levée de celles du tableau I.

Un cas de tableau II est appliqué entre autres :

- pour l'exécution de travaux aux lignes de contact ou à proximité ;
- en cas d'avarie localisée aux lignes de contact ou d'incendie à proximité de celles-ci ;
- en cas d'accident ou d'électrocution, après application du cas du tableau I, si nécessaire pour le dégagement de la victime, l'enlèvement d'une épave ou toute opération nécessitant une mise hors tension de la caténaire.

La mise hors tension d'une ligne de contact d'un tronçon comporte :

- la coupure de la tension sur la ligne (= simple suppression de la tension sur la ligne) ;
- la mise aux rails de la ligne par l'intermédiaire de DMR¹³ (Dispositif de Mise aux Rails) qui sont raccordés à la caténaire et aux rails et qui encadrent la zone où les agents doivent intervenir.

Le jour de l'accident :

- un cas caténaire du tableau I a été appliqué lors des déclenchements;
- un cas caténaire du tableau II a été appliqué pour autoriser l'enlèvement par l'élagueur de la branche du câble de terre de la caténaire après la pose des DMR sur la caténaire ;
- un cas caténaire du tableau I a été appliqué lors de l'électrocution de l'élagueur ;
- l'ensemble des cas du tableau II (28436, 28437, 28438, 23 SNCF et 26SNCF) ont été appliqués après l'accident pour la sécurisation des voies à proximité du lieu de l'accident (mesure motivée par la présence de nombreuses personnes dans les voies et leurs abords (services de secours, police, ...)).

11 DMR est l'équivalent de la Perche de mise au rail en France

12 Le trafic électrique doit être interdit avant la mise hors tension d'une zone ou dès qu'une avarie aux lignes de contact est détectée.

13 Une mise hors tension de la caténaire nécessite en général la pose de 2 DMR au minimum.

Coupure d'urgence de la tension

En cas d'électrisation (que ce soit par contact direct ou par un arc électrique), le temps nécessaire pour qu'une tension alternative de 25 kV~ provoque des effets irréversibles sur le corps humain dépend de plusieurs facteurs, notamment l'intensité du courant électrique, la résistance du corps humain, la durée de l'exposition et les parties du corps touchées¹⁴.

Les effets irréversibles peuvent survenir en quelques fractions de seconde, en fonction de la gravité de l'électrisation :

- les effets sur le système nerveux et le cœur peuvent être immédiats, pouvant entraîner une fibrillation et un arrêt cardiaque si un courant aussi faible que 50 mA touche le cœur durant quelques secondes ;
- les températures extrêmement élevées produites par un arc électrique peuvent causer des brûlures profondes et des dommages tissulaires instantanés pouvant entraîner des complications irréversibles¹⁵.

Tout agent qui constate ou est avisé de l'existence de l'un des cas où la tension doit être coupée d'urgence ordonne verbalement ou fait ordonner verbalement la coupure d'urgence par les moyens les plus rapides :

- pour Infrabel : au RES de Mons, par le circuit d'alarme 3 kV aboutissant directement au Répartiteur (ou en prenant contact par GSM avec ce dernier) ;
- pour SNCF RÉSEAU : au RSS de Lille, par le circuit d'alarme 25 kV (téléphone d'alarme) aboutissant directement au Régulateur.

Selon la procédure de SNCF Réseau (cf. réglementation 3.2.2.4), si une coupure de l'alimentation électrique doit intervenir suite à un incendie, l'agent du RSS doit vérifier la circulation des trains avec le Régulateur "Transport" (Service de Gestion des Circulations (SGC)). Un des buts de cette procédure est de ne pas immobiliser un train électrique dans la zone touchée par l'incendie.

Au moment de l'accident, lorsque le RES de Mons contacte le RSS de Lille, il est fait mention d'un début d'incendie : le RSS de Lille mentionne qu'il va contrôler le trafic des trains.

Lors du deuxième appel du RES de Mons, l'électrocution est mentionnée au RSS de Lille : ce dernier coupe immédiatement la tension.

Tâches générales d'un agent du service "Caténares"

Les tâches accomplies par un agent du service "Caténares" comprennent :

1. Toutes les opérations relatives à l'entretien, au réglage et au renouvellement de la caténaire et de ses accessoires : il s'agit d'activités généralement réalisées par des équipes de 5 à 6 agents (appelées brigades caténaire). Les brigades caténaire sont composées de techniciens / techniciens principaux, de conducteurs (Technical Train Drivers ou Technical Train Operators affectés aux brigades caténaire) et d'un chef technicien, ce dernier étant chargé de la direction de la brigade ;
2. Les opérations de remise en état de la caténaire en cas d'incident ou d'avarie (bris de fil ou câble, rupture d'ancrage, bris d'isolateur, ...) : ces interventions sont réalisées par des agents du service "Caténares" intervenant en brigade ;
3. La surveillance des travaux caténaire réalisés par des entreprises extérieures (tâche préférentiellement attribuée à des agents possédant le grade de sous-chef de secteur technique) ;
4. Mise en œuvre des procédures de mise hors service de voie préalablement aux interventions sur la caténaire ainsi que des procédures de remise en service de la voie après achèvement de ces interventions (l'agent doit être titulaire du brevet ARET) ;
5. Mise en œuvre des procédures de mise hors tension de la caténaire préalablement aux interventions sur la caténaire ainsi que des procédures de remise sous tension de la caténaire après achèvement de ces interventions ;

¹⁴ Sources :

- Service Interne de Prévention et de Protection au Travail de la Province du Hainaut
<http://sippt.hainaut.be/securite/sippt/template/template.asp?page=electriciteeffetscorps>

- SPF Emploi, Travail et Concertation sociale :

<https://emploi.belgique.be/sites/default/files/content/publications/FR/73325835ef4a445da2f49688847e2eb93.pdf>

- Wikipedia : [https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89lectrisation_\(sant%C3%A9\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89lectrisation_(sant%C3%A9))

¹⁵ Lors d'une électrisation, la personne est également rejetée brutalement par l'arc électrique, pouvant provoquer sa chute. Si elle travaille en hauteur sur une ligne caténaire, cette éventuelle chute de plusieurs mètres peut être létale.

6. L'ouverture ou la fermeture manuelle, sur ordre du répartiteur ES, des appareils assurant le sectionnement électrique de la caténaire (interrupteurs, sectionneurs) lorsque la télécommande n'est pas opérationnelle ;
7. La recherche visuelle de l'emplacement et de la nature d'une avarie sur demande du répartiteur ES ;
8. La participation au SIR (Service d'Intervention Rapide) : le SIR est un service de garde où les agents assurent à tour de rôle une garde pendant laquelle ils sont disponibles 24h/24h pour se rendre sur les lieux d'un incident ou d'une avarie sur réquisition du répartiteur ES : dans ce cas, leur mission est d'assurer la sécurisation du trafic ferroviaire sur les lieux et d'établir un premier diagnostic des réparations à effectuer.

Tâches spécifiques lors de l'intervention des agents à Quévy

Lorsque les agents du service "Caténaires" sont envoyés à Quévy, le tronçon impliqué (la localisation du défaut) a été identifié par les agents du RES de Mons et du RSS de Lille : la perturbation occasionnant les déclenchements est située dans le tronçon (ou cas caténaire) 28437.

La mission des agents du service "Caténaires" lors de cette intervention correspond aux points 4, 5 et 7 de la liste ci-avant.

Durant leurs formations, les agents ont étudié divers sujets nécessaires à cette intervention : la sécurité du travailleur lors des travaux aux caténaires (dont le point sur les distances de sécurité électriques), le placement des DMR et la mise hors tension de la caténaire.

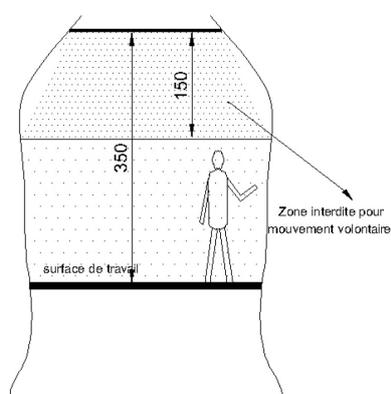
Lors de leur arrivée à Quévy, les agents du service "Caténaires" constatent à leur tour qu'une branche est accrochée au câble de terre de la caténaire.

Selon les informations récoltées, des discussions sont entamées avec l'élagueur présent, au cours desquelles l'élagueur confirme qu'il est en mesure d'enlever lui-même la branche sans devoir faire appel à du matériel lourd : la décision de faire enlever la branche du câble de terre de la caténaire par l'élagueur est prise.

Afin de pouvoir retirer cette branche, il est nécessaire qu'une couverture définitive¹⁶ soit appliquée : conformément à leur formation et aux procédures d'Infrabel, les agents du service "Caténaires" ont placé les DMR une fois que l'agent du RES de Mons a confirmé l'application du cas caténaire du tableau II (le cas 28437).

Au droit du poteau caténaire n° 127 (poteau caténaire proche de l'endroit où la branche est accrochée au câble de terre), une distance de 4,1 m existe entre le câble de terre et le feeder.

Selon la réglementation d'Infrabel sur les distances de sécurité (cf. réglementation 3.2.2.3), le schéma ci-dessous peut s'appliquer pour la distance de sécurité par rapport au câble alimenté par du 25 kV~ (= feeder N) : les distances de sécurité sont respectées entre le câble feeder N alimenté et le câble de terre auquel la branche est accrochée.



La mise hors tension du feeder n'était donc pas nécessaire pour retirer la branche.

Pour retirer la branche de la caténaire, il n'était pas nécessaire de couper l'alimentation du feeder. Il n'a pas semblé nécessaire de rappeler à l'élagueur que le feeder était toujours sous tension. Par défaut, tout élément de caténaire qui n'est pas déclaré hors tension doit être considéré être dans son état correspondant à l'exploitation de la ligne, c'est-à-dire sous tension.

¹⁶ Équivalent à une "consignation" en France

Surveillance de la végétation le long des voies par Infrabel

La surveillance de l'état de la végétation appartenant à un tiers aux abords des voies doit être effectuée par le propriétaire du terrain.

Cependant, la végétation le long des voies fait l'objet d'une surveillance par les agents Infrabel au cours de leurs visites périodiques de la voie courante¹⁷.

C'est au cours de ces visites périodiques de la voie courante qu'il est prévu que les agents inspectent également les abords des voies.

A partir du 12/06/2023 (= date d'entrée en application de l'avis 34 I-AM/2022), les opérations d'entretien aux abords de voies telles que l'entretien des espaces verts et la coupe des arbres sont encodées au sein de l'application de suivi RIAM¹⁸.

Auparavant, selon l'avis 20 I-AM/2017, ces opérations étaient exclues de l'enregistrement dans RIAM.

Sur la ligne 96 à Quévy, les visites ont lieu toutes les 4 à 8 semaines : rien n'a été complété dans les fiches RIAM à propos de la végétation.

Un autre type de surveillance de la voie et principalement des abords de la voie est effectué à bord de l'un ou l'autre engin ferroviaire. Tel que mentionné dans l'Avis 34 I-AM/2022¹⁹, il est recommandé de procéder à cette surveillance deux fois par an, à partir du poste de conduite d'un train voyageurs du service commercial ou d'un train de mesure. Différents points sont à observer, dont la végétation proche du gabarit et des caténaires.

Les périodes recommandées pour cette surveillance sont :

- lorsque la végétation et le feuillage ont repris vigueur, c'est-à-dire, dans le courant du printemps ;
- pendant les périodes de météo extrême (neige ou pluie abondante, forte chaleur, tempête...);
- pendant et/ou après l'exécution de chantiers de renouvellement de voie ou d'autres chantiers susceptibles de déstabiliser la voie.

Le suivi de ces visites n'est pas encodé dans RIAM : celui qui effectue une visite en poste de conduite prend note de la date, des parcours effectués et des anomalies éventuellement constatées. Les actions au niveau de l'entretien des abords (végétation dans les talus, dégagement des pistes) sont intégrées dans le Maintenance Plan de l'area concernée.

Aucune action concernant la végétation aux abords des voies à Quévy n'est reprise dans le plan de maintenance. Aucun signalement de l'arbre impliqué dans l'accident n'a été retrouvé dans les fiches de contrôle d'Infrabel, et aucun courrier n'a été adressé par Infrabel au propriétaire de l'arbre impliqué.

3.2.2.3. RÈGLES, INSTRUCTIONS, EXIGENCES ET NORMES DU GESTIONNAIRE D'INFRASTRUCTURE BELGE INFRABEL

Les règles et instructions édictées par Infrabel sont incluses dans différents documents. Ci-après sont repris les éléments pertinents dans le cadre de l'analyse de l'accident.

Description de la zone

La section Frontière Aulnoye - Quévy est une partie de lignes où le réseau SNCF se connecte avec le réseau Infrabel.

Cette connexion nécessite de mettre en cohérence la réglementation et les pratiques des deux gestionnaires d'infrastructure, afin d'assurer une exploitation et un entretien sécuritaire et efficace de cette section frontière :

- Un document²⁰ issu de SNCF Réseau et repris dans les documents d'Infrabel définit les conditions d'exploitation de la section située entre les gares d'Aulnoye et de Quévy.
- La spécificité est décrite dans un document "Instruction professionnelle" d'Infrabel :
 - description des installations (généralités, caténaires 3 kV et 25 kV, zone neutre,...) ;
 - exploitation des installations (situation normale et commandes des appareils, trains,...) ;
 - inventaire des installations (inventaire des installations entretenues par la SNCF et par Infrabel,...) ;
 - modalités d'application des mesures de sécurité (couvertures provisoires et définitives,...) ;
 - mises hors tension.

17 Prescriptions Techniques Réglementaires Voie - PTR V2.2 -Visites et contrôles – Avis 34 I-AM/2022 : 2.2 VISITES PÉRIODIQUES DE LA VOIE COURANTE

18 RIAM = Railway Infrastructure Asset Management (Application de gestion des visites, contrôles et entretiens)

19 Prescriptions Techniques Réglementaires Voie - PTR V2.2 -Visites et contrôles – Avis 34 I-AM/2022 : 2.6 VISITES EN POSTE DE CONDUITE

20 SNCF Réseau : "Conditions d'exploitation de la section frontière Aulnoye-Quévy"

Instructions techniques, de sécurité et administratives

Infrabel détaille, au sein de documents de type "Prescriptions Techniques Réglementaires" (PTR), différents types d'informations, entre autres :

- l'ensemble des règles et normes à respecter dans les postes haute tension pour l'alimentation des lignes caténaïres (en 1x 25 kV alternatif ou 2x 25 kV alternatif) ;
- l'utilisation des dispositifs de mise aux rails et au poteau lors de travaux à la caténaire 15 kV et 25 kV alternatif ;
- les obligations administratives et techniques lors de la préparation de travaux caténaïres 3 kV continu et 25 kV alternatif.

Distance de sécurité

Le Plan 490.001 d'Infrabel, intitulé "Distances de sécurité applicables lors de travaux", spécifie les protections de même que les distances de sécurité applicables lors des travaux à proximité des lignes de contact en 3 kV continu et 25 kV alternatif.

La "distance de sécurité - caténaïres applicable lors des travaux" (aussi appelée "distance de sécurité") est la distance minimum dans l'air, mesurée en ligne droite, qu'il convient de maintenir obligatoirement entre :

- d'une part : une partie sous tension, dépourvue de protection, de gaine ou d'isolation qui fait partie de la caténaire aérienne et;
- d'autre part: une personne au travail et les objets avec lesquels celle-ci est en contact.

Cette distance de sécurité comprend une marge qui tient compte de l'exécution de mouvements involontaires. Elle s'obtient en prenant en compte :

- des mouvements accidentels du conducteur sous tension et de la surface de travail;
- des objets auxquels la personne est reliée (par définition);
- des mouvements involontaires que cette personne pourrait exécuter;
- de l'estimation des distances pendant le travail.

La réglementation d'Infrabel définit différentes valeurs de distance de sécurité en fonction :

- de la formation/information de la personne au travail ;
- le type de surface de travail ;
- la taille de l'outillage utilisé ;
- la valeur de la tension électrique (3 kV DC ou 25 kV AC) ;
- les mouvements volontaires pour travaux effectués à l'aide de petit outillage.

3.2.2.4. RÈGLES, INSTRUCTIONS, EXIGENCES ET NORMES DU GESTIONNAIRE D'INFRASTRUCTURE FRANÇAIS SNCF

La réglementation de SNCF Réseau stipule les mesures à prendre par le RSS dès la connaissance ou le signalement d'un incendie dans les emprises ferroviaires (zone comprenant la plateforme ferroviaire jusqu'à 3m de la file extérieure du rail).

Le RSS prend contact avec le Service de Gestion des Circulations (SGC) afin que celui-ci prenne les mesures nécessaires :

- Dégagement des circulations du ou des éléments de caténaïres concernés par l'incendie ainsi que ceux qui seront affectés par la coupure d'urgence avec SNOP (Section Neutre Occasionnelle de Protection²¹) ;
- Retenue des circulations se dirigeant vers le ou les éléments de caténaïres concernés par l'incendie ainsi que ceux qui seront affectés par la coupure d'urgence avec SNOP.

Ce n'est que suite à cela que le RSS avise le SGC des secteurs à mettre hors tension pour réaliser la coupure d'urgence.

²¹ Selon la réglementation de la SNCF Réseau, lorsqu'il faut effectuer la coupure d'urgence d'une section de caténaïres suite à un signalement, il a lieu de l'encadrer avec mise en place de sections neutres occasionnelles de protection (SNOP) afin d'écartier tout risque électrique (l'alimentation de la section signalée et des sections encadrantes est coupée).

3.2.3. FACTEURS ORGANISATIONNELS ET MISSIONS

3.2.3.1. INFORMATION

Information disponible pour les agents

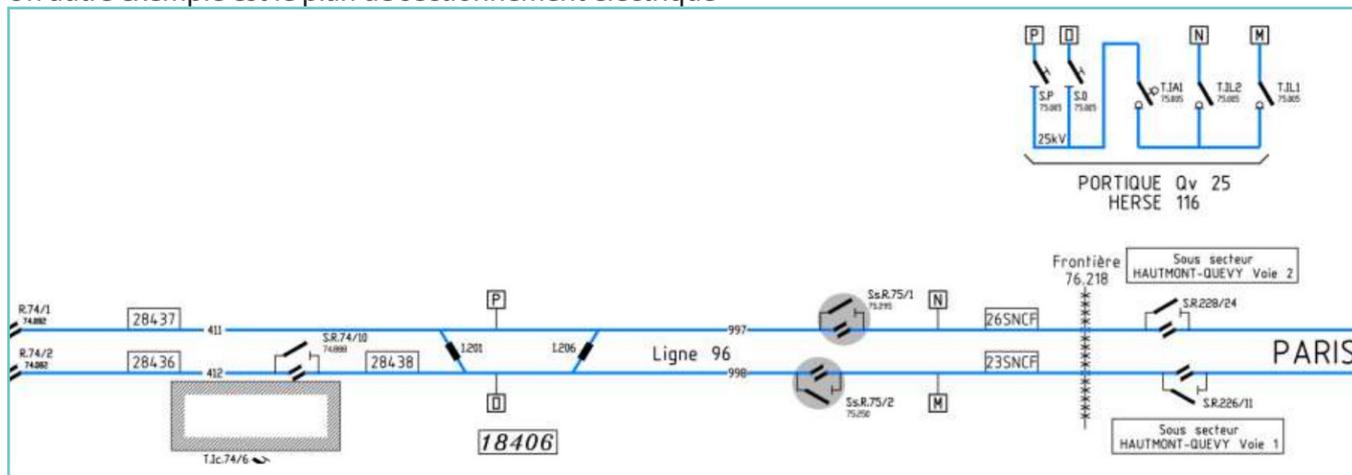
Pour le travail des agents du service "Caténaires" et des agents travaillant au poste RES, différents plans de la situation électrique à Quévy existent.

A titre d'exemple, le plan de piquetage donne l'information de la présence des caténaires alimentées par une tension de 25 kV AC, des câbles 25 kV AC et de leurs positions, des poteaux caténaires, de la herse, etc.



Vue partielle sur le plan de piquetage – Zone de Quévy (source : Infrabel)

Un autre exemple est le plan de sectionnement électrique



La fiche de sécurité (aussi appelée fiche "Safecat") reprend les dangers électriques qui ne sont pas visibles sur le plan de sectionnement. Son utilisation est obligatoire lors de travaux prévus et imprévus pour toute personne qui accède sur la plateforme d'un train de travaux ou d'un autorail d'entretien de la caténaire.

Les fiches de sécurité :

- doivent être disponibles à tout moment pour tout le personnel caténaire lors des interventions réalisées avec un train de travaux ou un autorail ;
- sont établies par cas électrique du tableau II.

Il existe bien une fiche de sécurité concernant le tronçon 28437, mais étant donné que le tronçon 28437 est maintenu par les agents caténaristes de la SNCF, cette fiche de sécurité ne sert au personnel d'Infrabel que dans le cadre des interventions d'entretien qu'ils effectuent sur la section de séparation de systèmes (zone neutre) située entre les BK 73.956 et 74.082.

Lors de leur intervention sur le site à Quévy, les agents Infrabel, intervenant sans train de travaux ni autorail, ne disposaient pas de cette fiche.

Information disponible pour les riverains et l'entretien de la végétation

Le site web d'Infrabel reprend, au sein de sa FAQ²², les informations sur l'entretien de la végétation.



Ces informations sur l'entretien de la végétation font référence au texte de la loi sur la police des chemins de fer du 27/04/2018²³, dont le paragraphe 1 de l'article 20 :

Sauf dérogation accordée par le gestionnaire de l'infrastructure ferroviaire, la végétation doit être maintenue, le long des voies de chemin de fer, à une hauteur maximale de un mètre cinquante inférieure à la distance entre le pied de celle-ci et le rail le plus proche. Les interventions de coupe et d'élagage doivent être prévues avant que la végétation n'atteigne cette hauteur maximale.

Quand le chemin de fer est établi en remblai ou en déblai, la distance est calculée entre le pied de la végétation et l'arête supérieure du remblai ou du déblai.

Sauf dérogation accordée par le gestionnaire de l'infrastructure ferroviaire, la végétation située derrière les murs érigés le long des voies devra être maintenue à hauteur égale à ces murs.

Cette information se retrouve expliquée sur le site web d'Infrabel :



Au niveau de l'entretien, la FAQ du site web d'Infrabel précise :

Dans un rayon de 4,5 mètres autour des rails, seule de la végétation herbacée est autorisée. Il est interdit de pénétrer dans cette zone pour des travaux d'entretien, tels que la taille de haies, par exemple. Il est donc préférable d'en tenir compte lors de l'aménagement de votre jardin.

²² Site Infrabel : <https://info.infrabel.be> – FAQ : <https://info.infrabel.be/fr-FR/category/?id=CAT-01004>

²³ <https://www.ejustice.just.fgov.be/eli/loi/2018/04/27/2018012126/justel>

La procédure d'Infrabel (Circulaire 20 I-I de 2007 "Gestion de la végétation de long des voies") comprend des modèles de courrier à adresser aux riverains propriétaires des arbres. La loi du 27/04/2018 relative à la police des chemins de fer prévoit également des mesures administratives alternatives ou accessoires pour faire respecter les dispositions relatives à l'état de la végétation.

En pratique selon Infrabel, en ce qui concerne la végétation sur les parcelles appartenant à des riverains, les riverains prennent eux-mêmes les mesures adéquates pour l'entretien de la végétation leur appartenant et qui se trouve le long des voies :

- soit spontanément ;
- soit après avoir été sensibilisés à l'abattage dans le contexte de la préparation de chantiers de travaux à l'occasion de contacts directs sur place entre le personnel Infrabel qui travaille sur les voies et les riverains.

Le 21/06/2023, le riverain (propriétaire des arbres) a spontanément averti le Block 27 de Mons de la présence d'arbres de grande hauteur dont les branches étaient proches de la caténaire de la ligne 96 à Quévy.



Les arbres de haute taille sont visibles sur la photo, à l'extrémité de la haie.

Il est généralement admis que ce type d'arbre a une vitesse de pousse d'environ 30 à 50 cm par an.

Information à l'adresse de l'élagueur

Le propriétaire des arbres avait pris contact avec un élagueur professionnel.

Par sa formation et son expérience, un professionnel de l'élagage devrait connaître les dangers amenés par les lignes électriques dans le cadre de son travail, et connaître les mesures à mettre en œuvre pour pallier les risques liés (demande d'autorisation, mesures pour empêcher la chute sur une ligne électrique (risques électriques et risques mécaniques),...).

Les informations dispensées par les fédérations professionnelles concernent les mesures de sécurité que doivent respecter les élagueurs dans le cadre de leur travail : ces mesures ont trait au bien-être au travail (prévention douleurs dorsales, par exemple), à la sécurité lors de l'utilisation des outils (tronçonneuses, par exemple), etc.

Selon les informations à disposition de l'OE, peu d'informations à propos des risques liés à la présence de lignes ferroviaires sont repris sur les sites web des fédérations.

3.2.3.2. COMMUNICATION

Communication vers l'élagueur

Ainsi que précisé par Infrabel sur son site web (cf. plus haut) :

Dans un rayon de 4,5 mètres autour des rails, seule de la végétation herbacée est autorisée. Il est interdit de pénétrer dans cette zone pour des travaux d'entretien, tels que la taille de haies, par exemple. Il est donc préférable d'en tenir compte lors de l'aménagement de votre jardin.

Suite au signalement du riverain du 21/06/2023, deux agents du service de la voie d'Infrabel ont averti le riverain et l'élagueur de la possibilité de réaliser le travail le 20/07/2023 sous le couvert d'une coupure totale de ligne programmée pour ce jour-là entre Mons et Quévy-Frontière.

Cette coupure devait être confirmée par Infrabel au riverain le 17/07/2023.

Lors de leur intervention à Quévy le jour de l'accident (10/07/2023), les agents du service "Signalisation" d'Infrabel constatent la présence de l'élagueur au travail ainsi que la présence d'une branche qui pend au câble de terre de la caténaire.

Ces agents demandent à l'élagueur d'interrompre son travail car les conditions de sécurité ne sont pas remplies.

Un peu plus tard, à 12h40, un agent de la permanence 3x8 arrive sur place et s'assure que les travaux d'élagage restent à l'arrêt jusqu'à l'arrivée des agents du service "Caténaires". L'élagueur lui confirme qu'il est en mesure d'enlever lui-même la branche accrochée au câble sans devoir faire appel à du matériel lourd.

Les agents du service "Caténaires" se sont ensuite entretenus avec l'élagueur pour coordonner le retrait de la branche du câble de terre de la caténaire par l'élagueur, avec les mesures de sécurité qu'ils devaient mettre en place (couverture définitive du cas caténaire (section) n°28437).

Une fois la couverture définitive du cas caténaire n°28437 en place, l'élagueur a coupé le haut d'un sapin, qui est tombé sur le feeder alimenté en 25kV~.

Communication agents – RES – RSS

Lors de la chute de la partie supérieure du sapin sur le feeder, conformément aux procédures, un des agents du service "Caténaires" appelle le RES de Mons et il décrit que l'arbre coupé par l'élagueur touche le feeder, que l'arbre fume et qu'il y a toujours du courant.

Conformément aux procédures, l'agent du RES de Mons coupe l'alimentation en ouvrant le disjoncteur IA1 (cas du tableau I n°18406).

Comme l'agent du service "Caténaires" signale que des étincelles sont toujours visibles, et compte tenu de la spécificité de la situation électrique à Quévy (cf. 3.1.8.3), le RES de Mons contacte le RSS de Lille pour demander une coupure de la tension.

3.2.4. FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

3.2.4.1. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET GÉOGRAPHIQUES

Selon les informations dont dispose l'OE, une branche serait tombée dans le câble de terre de la caténaire la veille du jour de l'accident, motif qui expliquerait l'intervention de l'élagueur.

Le relevé de l'IRM donne les informations suivantes pour la veille du jour de l'accident (soit le 09/07/2023) :

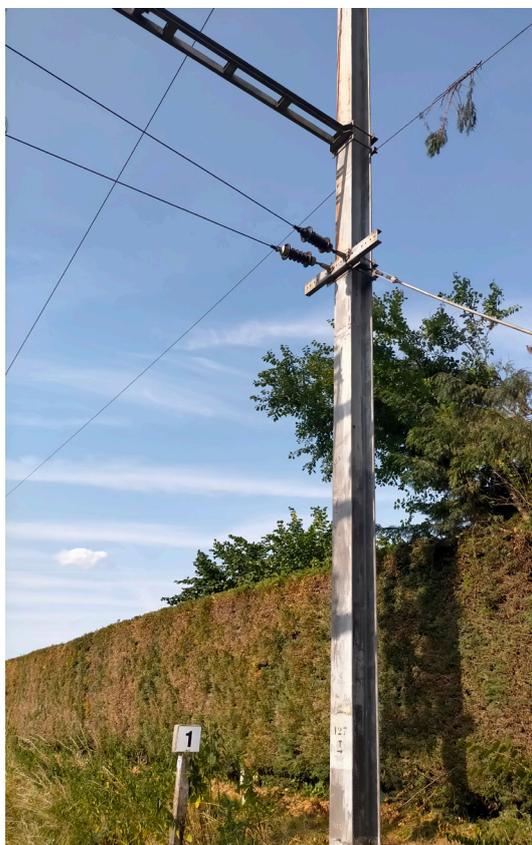
- température entre 17 et 27°C ;
- présence de phénomènes orageux entre 13h et 15h ;
- 12mm de précipitation sont tombés ;
- vitesse du vent entre 3 et 15 km/h environ (pointes à 29km/h environ) avec une direction variable.

Selon l'échelle de Beaufort, les effets du vent selon sa vitesse sont les suivants :

- entre 1 et 5 km/h : La fumée indique la direction du vent. Les girouettes ne s'orientent pas.
- entre 4 et 6km/h : On sent le vent sur le visage. Les feuilles s'agitent. Les girouettes s'orientent.
- entre 12 et 19km/h : Les drapeaux flottent au vent. Les feuilles sont sans cesse en mouvement.
- entre 20 et 28km/h : Les poussières s'envolent. Les petites branches plient.
- entre 29 et 38km/h : Le tronc des arbustes et arbrisseaux en feuilles balance. La cime de tous les arbres est agitée.
- entre 39 et 49km/h : On entend siffler le vent. Les branches de large diamètre s'agitent. Les parapluies sont susceptibles de se retourner.
- entre 50 et 61km/h : Tous les arbres balancent. La marche contre le vent peut devenir difficile.
- entre 62 et 74km/h : Les branches sont susceptibles de casser. La marche contre le vent est très difficile, voire impossible.

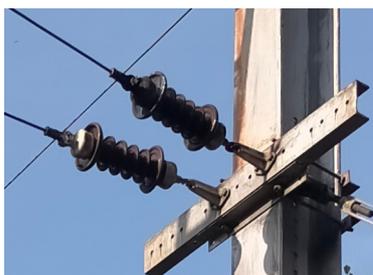
Avec la vitesse de vent mesurée la veille du jour de l'accident, la probabilité est faible qu'une branche puisse se casser et tomber dans le câble de terre de la caténaire.

De plus, aucun déclenchement (suite à une branche touchant un câble électrique) n'a été enregistré par le RES de Mons en date du 09/07/2023.



Selon l'hypothèse retenue par l'OE, durant les travaux d'élagage, vers 11h20, une branche, dans sa chute, s'est probablement approchée d'un élément sous tension électrique, créant un arc.

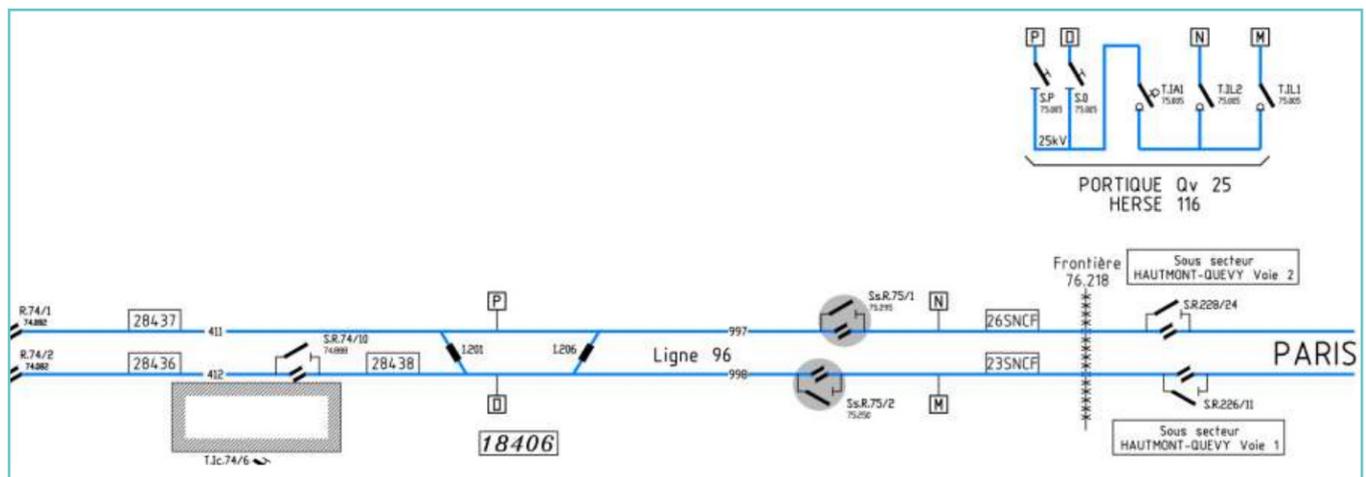
Cet arc a endommagé un isolateur monté sur le poteau caténaire 127 et a occasionné le premier déclenchement de l'interrupteur IA1.



Lors de la tentative conjointe du RES de Mons et du RSS de Lille de refermer l'interrupteur IA1, les dégâts à cet isolateur ont empêché l'interrupteur IA1 de rester fermé.

Les travaux d'élagage ont, en outre, provoqué la chute d'autres branches, dont certaines sont restées accrochées au câble de terre de la caténaire entre les poteaux 127 et 129.

3.3. DESCRIPTION FACTUELLE DES ÉVÉNEMENTS



A 11h20, le RES de Mons constate que l'interrupteur IA1 s'est ouvert (= déclenchement). Ce déclenchement concerne une partie des lignes de contact alimentée en 25 kV~. Le RES de Mons se met en contact avec le régulateur de central sous-station de Lille Flandre (= RSS de Lille) : ensemble, ils investiguent sur ce déclenchement. Leur conclusion est que le souci est situé au niveau de la caténaire en gare de Quévry.

Au même moment, le block 27 de Mons constate deux dérangements en gare de Quévry aux circuits de voies 411 et 08AI sur la voie A de la ligne 96. Le RIOC prend contact avec le service de la signalisation pour demander une visite de contrôle des installations.

Le RES de Mons applique une protection provisoire (cas caténaire de tableau I n°18406) : il laisse l'interrupteur IA1 ouvert et contacte le Block 27 de Mons pour signaler l'application de ce cas.

Le RES de Mons demande également la visite des installations par des agents du service "Caténaires" belges afin de déterminer les causes des déclenchements observés.

Un peu avant 11h30, le RES de Mons contacte le RSS de Lille pour tenter de déterminer de façon plus précise le lieu où se trouve la cause des déclenchements : selon le RES, la cause du déclenchement serait localisée dans le tronçon 28437, tronçon se trouvant à hauteur de Quévry.

Le sectionneur SP (alimentant le tronçon 28437) est ouvert et l'interrupteur IA1 est refermé : l'absence de déclenchement de IA1 confirme que la voie B n'est pas concernée par le problème.

L'interrupteur IA1 est ouvert à nouveau : le cas caténaire n°18406 est maintenu.

En arrivant en gare de Quévry vers 12h00, les agents du service "Signalisation" d'Infrabel découvrent que des travaux d'élagage sont en cours par une entreprise privée dans une propriété proche des voies près de la gare de Quévry.

Un de ces agents demande à l'élagueur d'interrompre immédiatement de ces travaux. Les agents du service "Signalisation" constatent qu'une branche est accrochée à un câble de terre de la caténaire.

Un agent de la Permanence d'Infrabel se rend également à Quévry. Arrivé sur place vers 12h40, l'agent de la Permanence est à Quévry s'assure que les travaux d'élagage restent à l'arrêt jusqu'à l'arrivée des agents du service "Caténaires" car les conditions de sécurité ne sont pas remplies.

Vers 13h10, les agents du service "Caténaires" arrivent sur les lieux.

Suite à l'inspection du site par ces agents, il est décidé de mettre le tronçon concerné (28437) hors tension afin que :

- des mesures de sécurité puissent être prises (couverture définitive par cas caténaire du tableau II n°28437 et pose des perches (DMR)) ;
- l'élagueur puisse retirer la branche qui pend dans sur le câble de terre de la caténaire, ce dernier ayant confirmé qu'il est en mesure d'enlever lui-même la branche accrochée au câble sans devoir faire appel à du matériel lourd.

Par des échanges téléphoniques avec les agents du service "Caténaïres" sur le terrain, avec le Block 27 de Mons et avec le RSS de Lille, le RES de Mons :

- lève le cas du tableau I (18406) après application du cas de tableau II (28437) ;
- remet sous tension la voie B (tronçons 28436 et 28438).

Ces différentes opérations des agents du service "Caténaïres" et du RES de Mons sont finalisées à 13h28.

Selon les informations reçues par le gestionnaire d'infrastructure, les agents d'Infrabel se sont positionnés de sorte à ne pas s'exposer au risque de chute de branches : ils se tenaient de l'autre côté des voies, en face de l'endroit où l'élagueur exécutait son travail.

Vers 14h06, un des agents du service "Caténaïres" appelle le RES de Mons : un arbre coupé par l'élagueur touche le feeder, l'arbre fume et il y a toujours du courant.

Le RES de Mons coupe directement l'alimentation en ouvrant le disjoncteur IA1 (cas du tableau I n°18406). L'agent du service "Caténaïres" signale que des étincelles sont toujours visibles : le RES de Mons demande à son collègue de contacter le RSS de Lille.

A 14h10, le RES de Mons appelle le RSS de Lille pour expliquer qu'il a dû appliquer un cas de tableau I et pour demander de couper la tension sur la voie B (= voie 1 côté français) suite à l'incendie.

Conformément à la procédure de la SNCF, le RSS de Lille mentionne qu'il va d'abord vérifier le trafic ferroviaire.

A 14h12, l'agent du service "Caténaïres" appelle le RES de Mons pour signaler que la tension électrique est toujours présente sur le feeder et que l'élagueur est touché.

Le RES de Mons appelle de nouveau le RSS de Lille et mentionne qu'une personne est électrocutée : le RSS de Lille coupe immédiatement l'alimentation électrique de toute la zone entre Hautmont et Quévy (cas caténaire français n° 23 et 26).

3.4. FAITS SURVENUS ANTÉRIEURS DE NATURE COMPARABLE

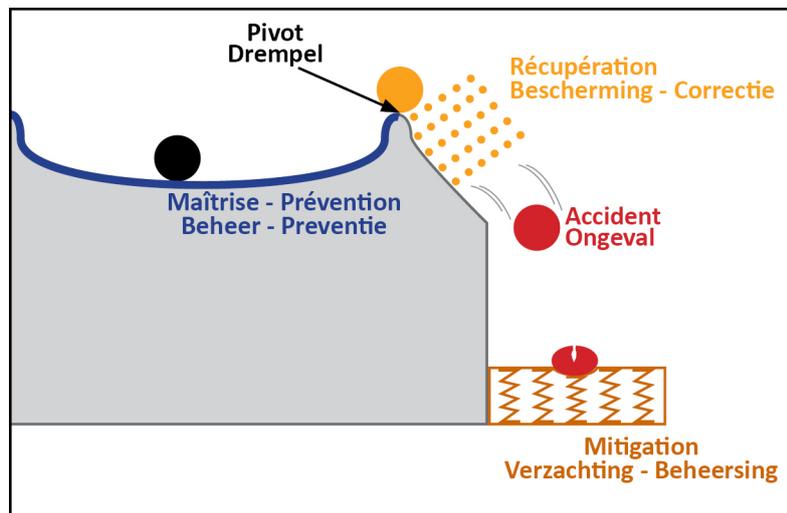
Aucun autre accident du même type n'est à déplorer.

4. ANALYSE DU FAIT SURVENU ET DES FACTEURS CONTRIBUTIFS

Un accident peut être expliqué comme une perte de contrôle sur la dynamique d'une situation, c'est à dire la survenue d'un événement pivot, ou initiateur, à partir duquel le cours des événements bifurque.

Avant l'événement initiateur, le processus est intrinsèquement stable en sécurité. Des opérations "normales" se déroulent, ce qui ne veut pas dire que tout est standard ou conforme aux anticipations : des pannes se produisent, des erreurs et même des écarts aux règles et procédures peuvent être commis, des événements imprévus peuvent être rencontrés, mais tout cela est amorti et gardé sous contrôle par des mécanismes homéostatiques de défense et de sécurité du système, de sorte qu'aucune menace sérieuse ne se développe.

Après l'événement initiateur, le processus bascule dans un état instable en sécurité, il devient intrinsèquement non sûr. Une porte vers l'accident s'est ouverte, et le cours des événements va inexorablement conduire à l'accident si une action de récupération volontaire et efficace n'est pas effectuée à temps. Un événement initiateur est donc tout événement à partir duquel une séquence accidentelle se développe si une action de récupération efficace n'est pas déclenchée. Il correspond à la défaillance d'une fonction de sécurité principale du système.



Cette représentation de l'accident peut être traduite par la métaphore suivante :

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

Si l'énergie de la bille devient trop forte ou si la hauteur des rebords diminue, la bille franchit le rebord. Il y a perte de contrôle.

A partir de ce moment, le mouvement naturel de la bille devient divergent. Seule une action de récupération active peut stopper cette divergence.

Si cette récupération échoue, la bille chute et s'écrase : c'est l'accident. On peut en atténuer les conséquences en amortissant l'impact.

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

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

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

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

4.1. ANALYSE DU FONCTIONNEMENT ET DES DYSFONCTIONNEMENTS DES PRINCIPES DE SÉCURITÉ / BARRIÈRES ASSOCIÉS À LA SITUATION OPÉRATIONNELLE

Principes de maîtrise	Pivot	Principes de récupération	Accident	Principes de mitigation
1. Les arbres dans la propriété à proximité des voies sont surveillés et entretenus par le propriétaire pour respecter la loi.	La partie supérieure du sapin est coupée.	1. Le travail d'élagage est effectué de sorte que la partie supérieure de l'arbre ne tombe pas sur le feeder.	La partie supérieure du sapin touche le feeder, crée un arc électrique qui électrocute l'élagueur.	1. L'alimentation est coupée.
2. Les arbres à proximité des voies sont surveillés par Infrabel conformément à ses procédures.		2. La tension électrique est coupée sur le feeder.		2. Les circulations ferroviaires restent interrompues pour éviter un suraccident.
3. L'élagueur suit la date qui a été planifiée avec Infrabel.				
4. L'élagueur suit les consignes discutées avec les agents du services "Caténaires".				

4.1.1. PRINCIPES DE MAÎTRISE N°1 ET N°2

Les arbres dans la propriété à proximité des voies sont dans la limite des tailles réglementaires, par la surveillance par le propriétaire d'une part, et par la surveillance par Infrabel d'autre part.

Selon la loi du 27/04/2018 relative à la police des chemins de fer, la végétation doit être maintenue, le long des voies de chemin de fer, à une hauteur maximale de un mètre cinquante inférieure à la distance entre le pied de celle-ci et le rail le plus proche.

La surveillance de l'état de la végétation aux abords des voies doit être effectuée par le propriétaire et par Infrabel.

Étant donné la vitesse de croissance généralement admise pour le type d'arbre impliqué dans l'accident, l'hypothèse retenue par l'OE est que l'arbre avait dépassé la taille autorisée depuis plus d'un an.

Le 21/06/2023, soit moins d'un mois avant l'accident, le propriétaire des arbres a spontanément averti le Block 27 de Mons de la présence d'arbres de grande hauteur dont les branches étaient proches de la caténaire de la ligne 96 à Quévy.

Les visites de voie courante et les visites en poste de conduite (2 fois par an) reprises dans les procédures d'Infrabel prévoient :

- de surveiller la végétation aux abords des voies ;
- d'adresser des courriers (dont les modèles et les échéances sont repris dans la procédure) aux riverains-propriétaires des arbres.

Aucun signalement de l'arbre impliqué dans l'accident n'a été retrouvé dans les fiches de contrôle d'Infrabel, et aucun courrier n'a été adressé par Infrabel au propriétaire de l'arbre impliqué.

La surveillance régulière ainsi que l'entretien de l'arbre impliqué auraient permis d'éviter qu'il n'atteigne une taille le mettant en contact potentiel avec le feeder d'alimentation 25 kV.

4.1.2. PRINCIPE DE MAÎTRISE N°3

L'élagueur suit la date qui a été planifiée avec Infrabel

Suite au signalement effectué par le propriétaire en date du 21/06/2023, Infrabel avait averti le riverain et l'élagueur de la possibilité de réaliser le travail d'élagage des arbres le 20/07/2023 sous le couvert d'une coupure totale de ligne programmée pour ce jour-là entre Mons et Quévy-Frontière. Cette coupure devait être confirmée le 17/07/2023.

Selon les observations de l'enquêteur de l'OE sur le site de l'accident, il semble que les travaux aient été débutés plus tôt, sans qu'Infrabel ait été mis au courant.

4.1.3. PRINCIPE DE MAÎTRISE N°4

L'élagueur suit les consignes, dont celles discutées avec les agents du service "Caténaires"

Le site du gestionnaire de l'infrastructure mentionne qu'il est interdit de pénétrer dans une zone située dans un rayon de 4,5 mètres autour des rails pour des travaux d'entretien de la végétation.

Lors de leur intervention à Quévy le jour de l'accident, les agents d'Infrabel ont demandé à l'élagueur d'interrompre son travail car les conditions de sécurité n'étaient pas remplies.

Suite aux discussions avec l'élagueur, les mesures de sécurité à mettre en place par les agents du service "Caténaires" étaient destinées à le protéger lorsqu'il allait retirer la branche qui pendait dans la caténaire. Ces mesures de sécurité consistent en la couverture définitive du cas caténaire 28437 (coupure de tension, application des couvertures et pose des DMR).

Selon les informations à disposition de l'OE, le jour de l'accident, la coupe de la partie supérieure de l'arbre par l'élagueur n'a fait l'objet d'aucune concertation.

4.1.4. PIVOT

La coupe de la partie supérieure de l'arbre constitue le pivot, la perte de contrôle sur la dynamique d'une situation.

Le placement des DMR et la présence des agents d'Infrabel ont pu induire un faux sentiment de sécurité dans le chef de l'élagueur, l'inscrivant dans un schéma mental erroné d'une situation où il n'y aurait aucun danger électrique.

4.1.5. PRINCIPE DE RÉCUPÉRATION N°1

Le travail d'élagage est effectué de sorte que la partie supérieure de l'arbre ne tombe pas sur le feeder

Durant le travail de démontage d'un arbre, tout élagueur devrait gérer les risques liés à la chute des branches et morceaux de tronc qu'il coupe : un système de cordes et poulies retenues par un cylindre de freinage permet de réaliser ce travail avec un niveau de sécurité élevé.

Une fois le tronc mis à nu, il peut être tronçonné par morceaux : la taille des morceaux coupés permet de gérer les risques d'éventuels impacts sur ce qui se trouve dans l'entourage immédiat de l'arbre tronçonné.

Selon les observations sur le site de l'accident, il semble que ces risques liés à la chute d'éléments tronçonnés n'aient pas été complètement gérés lors du travail de coupe.

4.1.6. PRINCIPE DE RÉCUPÉRATION N°2

La tension électrique est coupée sur le feeder

Suite au signalement effectué par le propriétaire en date du 21/06/2023, Infrabel avait averti le riverain et l'élagueur de la possibilité de réaliser le travail d'élagage des arbres le 20/07/2023 sous le couvert d'une coupure totale de ligne programmée pour ce jour-là entre Mons et Quévy-Frontière. Cette coupure devait être confirmée le 17/07/2023.

Le 10/07/2023, en l'absence de tout signalement d'un problème par le riverain ou l'élagueur, il n'y avait aucune raison pour que l'alimentation électrique soit coupée.

Les agents d'Infrabel (agents du service "Caténares" intervenus à Quévy et agents travaillant au poste RES de Mons) disposent de différents plans de la situation électrique à Quévy : la présence du feeder est renseignée sur ces plans, et ce même si ce feeder, de même que les installations 25 kV~ présentes à Quévy sont entretenues par les agents de la SNCF.

A l'endroit où la branche est accrochée au câble de terre, une distance de 4.1 m existe entre le câble de terre et le feeder.

Selon la réglementation d'Infrabel sur les distances de sécurité, il est possible d'intervenir sans entrer dans la zone interdite située à 1.5 m du feeder alimenté par une tension de 25 kV~.

Pour retirer la branche de la caténaire, il n'était pas nécessaire de couper l'alimentation du feeder.

Selon les informations à notre disposition, il semble que l'élagueur n'ait pas été informé que le feeder était toujours sous tension électrique. Il n'a pas semblé nécessaire de rappeler à l'élagueur que le feeder était toujours sous tension. Par défaut, tout élément de caténaire qui n'est pas déclaré hors tension doit être considéré être dans son état correspondant à l'exploitation de la ligne, c'est-à-dire sous tension.

4.1.7. ACCIDENT

La partie supérieure de l'arbre tombe de manière non contrôlée vers le feeder sous tension (25 kV), entraînant un début d'incendie de cette partie coupée mais également un arc électrique en direction de l'élagueur.

4.1.8. PRINCIPE DE MITIGATION N°1

L'alimentation est coupée

Afin d'éviter un suraccident (électrisation d'un agent intervenant après l'accident ou électrisation du personnel des services de secours), l'alimentation électrique doit être coupée.

Tout agent qui constate ou est avisé de l'existence de l'un des cas où la tension doit être coupée d'urgence ordonne verbalement ou fait ordonner verbalement la coupure d'urgence par les moyens les plus rapides.

Au moment de l'accident, un des agents du service "Caténaire" appelle en urgence le RES de Mons pour signaler l'électrisation de l'élagueur : le RES de Mons applique directement le cas du tableau I n°18406 en ouvrant le disjoncteur IA1.

Sur base de l'information de l'électrisation de l'élagueur, le RES de Mons contacte le RSS de Lille : le RSS de Lille coupe l'alimentation électrique de toute la zone de Hautmont (cas caténaire français n° 23 et 26) comprenant la zone de l'accident.

4.1.9. PRINCIPE DE MITIGATION N°2

Les circulations ferroviaires restent interrompues pour éviter le suraccident

Le cas caténaire de tableau I reste appliqué, empêchant ainsi que des trains soient envoyés vers la zone de l'accident : l'intervention des services de secours et des équipes techniques peut ainsi avoir lieu en toute sécurité.

5. CONCLUSIONS

La spécificité de la situation électrique de la ligne 96 à Quévy constitue le contexte de la situation dans laquelle les agents du service "Caténares" et les agents du RES de Mons d'Infrabel, ainsi que les agents du RSS de Lille de la SNCF doivent effectuer leur mission, dont celle du jour de l'accident.

L'Organisme d'Enquête a décidé de contacter son homologue français, le BEA-TT, afin d'obtenir des informations. Des documents issus des gestionnaires de l'infrastructure belge et français ont été rassemblés et analysés, des interviews d'agents belges et français ont été conduites, les actions des intervenants ont été étudiées.

5.1. RÉSUMÉ DE L'ANALYSE ET DES CONCLUSIONS

Suite à l'électrocution d'un élagueur professionnel survenue alors qu'il était un arbre sur un terrain privé le long de la ligne 96 à Quévy, l'Organisme d'Enquête a mené une enquête de sécurité : l'analyse des différents éléments mis en lumière permet de déterminer les facteurs tels que décrits ci-après.

5.1.1. FACTEUR CAUSAL

La chute de l'arbre sur le feeder alimenté par une tension de 25 kV~ a créé un arc électrique, causant l'électrocution de l'élagueur.

5.1.2. FACTEURS CONTRIBUTIFS

5.1.2.1. FACTEUR CONTRIBUTIF N°1 : CONDITIONS AMBIANTES

La hauteur de l'arbre a contribué à la survenance de l'accident.

Du fait de la hauteur atteinte par l'arbre :

- l'intervention d'un élagueur professionnel a été commandée par le riverain propriétaire de l'arbre ;
- la partie supérieure de l'arbre, une fois coupée et sans retenue, pouvait atteindre le feeder.

5.1.2.2. FACTEUR CONTRIBUTIF N°2 : CONDITIONS DE TRAVAIL

L'intervention de l'élagueur n'a pas suivi les prescrits :

- le travail prévu était de retirer une branche tombée dans un câble de la caténaire, et non de couper le haut de l'arbre;
- aucune mesure n'a été prise pour empêcher la partie supérieure de l'arbre de tomber sur le feeder lorsqu'elle a été coupée.

5.1.2.3. FACTEUR CONTRIBUTIF N°3 : COMMUNICATION

Les agents du service "Caténares" ont mis en place des mesures de sécurité et les ont communiquées à l'élagueur.

Il est possible que la mise en place de ces mesures ait induit un faux sentiment de sécurité dans l'esprit de l'élagueur, qui a alors décidé de couper rapidement le haut de l'arbre.

5.1.3. FACTEURS SYSTÉMIQUES

5.1.3.1. FACTEUR SYSTÉMIQUE N°1 : RÉGLEMENTATION

L'article 20 de la loi sur la police des chemins de fer du 28 avril 2018 spécifie la hauteur maximale de la végétation le long des voies.

La hauteur ainsi que la vitesse de croissance de l'arbre impliqué permet de penser qu'il avait dépassé la taille autorisée depuis plus d'un an. Il semble que la surveillance de la végétation par le propriétaire-riverain n'ait pas permis de détecter plus tôt la taille hors tolérance.

5.1.3.2. FACTEUR SYSTÉMIQUE N°2 : MONITORING

Les visites de la voie prévues deux fois par an dans les procédures d'Infrabel incluent la surveillance de la végétation aux abords des voies. Ces visites n'ont pas permis de détecter que les arbres impliqués le long de la ligne 96 à Quévy dépassaient la taille limite autorisée.

5.2. MESURES PRISES DEPUIS LES ÉVÉNEMENTS

5.2.1. MESURES PRISES PAR INFRABEL

1. Rappel de la réglementation en vigueur (loi sur la police des chemins de fer de 2018 + avis 34 I-AM de 2022) aux responsables d'équipe et aux agents qui réalisent les visites de voie courante et les diagnostics.
2. Mise au point d'une campagne d'information à l'adresse des riverains de la voie en ce qui concerne leurs obligations de maintenance de la végétation

En outre, dans le cadre de son enquête, l'OE a posé la question à Infrabel sur l'existence de potentielles situations similaires à d'autres points frontière du réseau ferroviaire belge. Selon Infrabel, il existe sur le réseau quelques autres points frontières où l'alimentation électrique des caténaires provient du réseau du pays voisin, mais la spécificité de la situation électrique de la ligne Quévy-Aulnoye est unique.

5.2.2. MESURES PRISES PAR SNCF RÉSEAU

Mesures communiquées par la SNCF :

"Nous avons dans les jours suivants redessiné notre image du système de conduite PIRATE (Poste Informatisé à la Régulation Appliquée de la Traction Electrique) pour coller au mieux à la situation géographique du poste de Quévy et notamment du cheminement des Feeders.

[...]

Nous avons dans le même temps proposé à notre Pôle Régional Ingénierie (PRI) de modifier également le schéma secteur Hautmont DJ de la même manière.

[...]"

6. RECOMMANDATIONS

Les recommandations en matière de sécurité formulées par l'Organisme d'Enquête sur les Accidents et Incidents Ferroviaires s'adressent aux parties concernées. Elles visent à améliorer ou maintenir la sécurité ferroviaire.

Les recommandations en matière de sécurité formulées par l'Organisme d'Enquête ne visent nullement à désigner des responsables ou des coupables. Elles ne peuvent donc être utilisées dans ce sens.

Le destinataire d'une recommandation est l'autorité de contrôle qui a des compétences sur certains acteurs. Pour le secteur ferroviaire, le destinataire est l'Autorité Nationale de Sécurité, à savoir NSA Rail (ou SSICF).

Suite aux recommandations formulées, des solutions (mesures, actions d'amélioration, innovations, ...) sont élaborées par les parties concernées relevant d'une autorité de contrôle.

Le suivi de la mise en œuvre de ces solutions en rapport avec la recommandation formulée relève de la compétence de l'Autorité Nationale de Sécurité.

	Constat	Recommandation
1.	Lors du premier l'appel de l'agent caténaire vers le RES de Mons au moment de l'accident, seul l'incendie de la branche coupée a été mentionné, ce qui n'a pas permis de transmettre l'urgence de la demande de coupure pour électrisation vers le RSS de Lille.	L'OE recommande au SSICF de veiller à ce que le gestionnaire d'infrastructure prenne les mesures nécessaires pour que la qualité et la clarté des informations communiquées en cas d'urgence permettent de limiter le risque d'une mauvaise compréhension.
2.	Les visites de la voie périodiques (2 fois par an) repris dans les procédures d'Infrabel prévoient de surveiller la végétation aux abords des voies et d'adresser des courriers (dont les modèles et les échéances sont repris dans la procédure) aux riverains-propriétaires des arbres. Aucun signalement de l'arbre impliqué dans l'accident n'a été retrouvé dans les fiches de contrôle d'Infrabel, et aucun courrier n'a été adressé par Infrabel au propriétaire de l'arbre impliqué.	L'OE recommande au SSICF de veiller à ce que le gestionnaire d'infrastructure prenne les mesures nécessaires pour que les contrôles de la végétation aux abords des voies suivent les prescrits légaux et réglementaires.
3.		L'OE recommande aux fédérations professionnelles regroupant les élagueurs et autres professionnels de l'entretien des parcs et jardins de s'assurer que les risques liés à la présence d'éléments de l'infrastructure ferroviaire à proximité d'arbres sur lesquels leurs membres doivent travailler soient connus, que leurs membres soient informés de ces risques ainsi que des indispensables contacts.



7. ANNEXES

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

