

The background of the cover features a large, stylized graphic of three concentric, overlapping circular arcs in shades of purple and blue, creating a sense of depth and movement. The text is centered within this graphic.

**RAPPORT
D'ENQUÊTE TECHNIQUE**
sur l'incendie survenu à bord
de la navette fret Eurotunnel 7340
le 17 janvier 2015
Avril 2016

Affaire n° BEATT-2015-001

**Rapport d'enquête technique
sur l'incendie survenu à bord
de la navette fret Eurotunnel 7340
le 17 janvier 2015**

**BEA-TT – Bureau d'enquêtes sur les accidents
de transport terrestre**

Tour Pascal B – 92055 La Défense cedex
Tél : +33 1 40 81 21 83

mél : bea-tt@developpement-durable.gouv.fr

www.bea-tt.developpement-durable.gouv.fr

RAIB – Rail Accident Investigation Branch

The Wharf – Stores Road – Derby – DE21 4BA
Tél : +44 1332 253300

mél : enquiries@raib.gov.fr

www.raib.gov.uk

Bordereau documentaire

Organismes commanditaires :

Pour la France : Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer (MEEM)

Pour l'Angleterre : Department for Transport

Organismes auteurs :

Pour la France : Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre (BEA-TT)

Pour l'Angleterre : Rail Accident Investigation Branch (RAIB)

Titre du document : Rapport d'enquête technique sur l'incendie survenu à bord de la navette fret Eurotunnel 7340 le 17 janvier 2015

N° ISRN : EQ-BEAT--16-6--FR

Proposition de mots-clés : incendie, tunnel, camion, caténaire, amorçage

Avertissement

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport a été réalisée en coopération par les organismes français et britannique chargés de ces enquêtes dans le domaine ferroviaire.

En France, l'enquête a été réalisée par le Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transports Terrestres (BEA-TT) dans le cadre des articles L. 1621-1 à 1622-2 et R. 1621-1 à 1621-26 du code des transports relatifs, notamment, aux enquêtes techniques après accident ou incident de transport terrestre.

Au Royaume-Uni, l'enquête a été réalisée par le Rail Accident Investigation Branch (RAIB) dans le cadre de la loi « Railways and Transport Safety Act 2003 » et des règlements « Railways Accident and Investigation Regulations 2005 ».

Cette enquête a pour seul objet, conformément aux législations française et britannique, de prévenir de futurs accidents, en déterminant les circonstances et les causes de l'événement analysé, et en établissant les recommandations de sécurité utiles. Elle ne vise pas à déterminer des responsabilités.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

SOMMAIRE

GLOSSAIRE.....	11
RÉSUMÉ.....	13
1 - CONSTATS IMMÉDIATS ET ENGAGEMENT DE L'ENQUÊTE.....	15
1.1 - Circonstances de l'incendie.....	15
1.2 - Bilan humain et matériel.....	15
1.3 - Mesures circulations prises après l'incendie.....	17
1.4 - Détermination de l'origine de l'incendie.....	17
1.5 - Engagement de l'enquête.....	18
2 - ORGANISATION DE L'ENQUÊTE.....	19
2.1 - Coopération BEA-TT / RAIB.....	19
2.2 - Investigations réalisées.....	19
2.3 - Rédaction du rapport.....	19
3 - CONTEXTE DE L'ACCIDENT.....	21
3.1 - Contexte général.....	21
3.1.1 -La concession Eurotunnel.....	21
3.1.2 -La section de ligne ferroviaire Folkestone – Coquelles.....	21
3.1.3 -Le Tunnel sous la Manche.....	22
3.1.4 -Les installations de traction électrique.....	23
3.1.4.1 - Consistance des installations de traction électrique.....	23
3.1.4.2 - Gestion des installations de traction électrique.....	24
3.1.5 -Les installations de ventilations.....	24
3.1.5.1 - Principes de ventilation.....	24
3.1.5.2 - Installations de ventilation.....	25
3.1.6 -Les installations de communication.....	27
3.1.7 -Le centre de contrôle ferroviaire.....	27
3.1.8 -La sécurité incendie.....	30
3.1.8.1 - Dispositifs de sécurité incendie.....	30
3.1.8.2 - Procédures en cas de détection d'un incendie à bord d'une navette fret.....	31
3.1.8.3 - Principes de gestion des navettes fret en cas d'incendie.....	32
3.1.9 -Les navettes fret.....	32
3.1.9.1 - Composition des trains.....	32
3.1.9.2 - Matériel roulant.....	33
3.1.10 -L'embarquement des véhicules routiers.....	36
3.1.11 -La procédure de départ du train.....	39
3.1.12 -Le rôle des agents embarqués.....	41

3.1.13 -L'organisation des secours en cas d'incendie.....	41
3.1.13.1 - Principes d'organisation.....	41
3.1.13.2 - Moyens de secours.....	41
3.1.14 -Le système de gestion de la sécurité d'Eurotunnel.....	43
3.1.14.1 - Démarche en matière de gestion des modifications.....	43
3.1.14.2 - Gestion des recommandations.....	44
3.1.15 -La CIG et le CTSA.....	44
3.2 - La mission 7340.....	45
3.2.1 -La composition de la mission 7340.....	45
3.2.2 -Le chargement de la mission 7340.....	45
3.2.3 -Le camion en cause.....	45
4 - COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS.....	47
4.1 - Le chargement et le départ du train.....	47
4.1.1 -Le résumé des témoignages.....	47
4.1.1.1 - Le témoignage de l'équipe de chargement et des agents de feu (AdF).....	47
4.1.1.2 - Le témoignage de la conductrice du train.....	48
4.1.1.3 - Le témoignage du chauffeur du camion en cause.....	48
4.1.2 -Les données électroniques.....	49
4.1.2.1 - L'enregistreur de données embarqué sur le train.....	49
4.1.2.2 - Les enregistrements du système de vidéosurveillance.....	50
4.1.3 -Le résumé des procédures associées à Eurotunnel.....	55
4.1.4 -La hauteur du camion et de l'antenne.....	56
4.1.5 -Le détecteur d'antenne.....	56
4.1.5.1 - Description du système.....	56
4.1.5.2 - Disponibilité et fiabilité du système.....	58
4.1.6 -Le rôle des Agents de Feu dans la détection des antennes.....	59
4.1.7 -Le résumé des résultats clés associés au chargement et au départ du train.....	60
4.2 - La circulation, les disjonctions et les arrêts du train 7340.....	61
4.2.1 -Le résumé des témoignages.....	61
4.2.1.1 - Témoignage du personnel à bord de la navette 7340.....	61
4.2.1.2 - Témoignage des agents du centre de contrôle ferroviaire.....	62
4.2.2 -L'exploitation des enregistrements audio.....	63
4.2.3 -L'exploitation des enregistreurs embarqués.....	63
4.2.4 -La recherche des causes des disjonctions.....	64
4.2.5 -Les recherches des causes des arrêts.....	66
4.2.5.1 - Les procédures du RCC.....	66
4.2.5.2 - Les procédures du conducteur.....	67
4.2.5.3 - Le déroulement des arrêts.....	68
4.3 - L'évacuation des passagers et la sortie des autres trains.....	69
4.3.1 -Le résumé des témoignages.....	69
4.3.2 -Les conclusions des investigations.....	69

4.4 - La gestion de la ventilation.....	70
4.4.1 -Le résumé des témoignages.....	70
4.4.2 -La conclusion des investigations.....	71
4.5 - La lutte contre l'incendie.....	71
4.5.1 -Le résumé des témoignages et des rapports.....	71
4.5.2 -La conclusion des investigations.....	76
4.6 - La problématique des pagodes des wagons Arbel.....	77
4.6.1 -La conception des pagodes des wagons.....	77
4.6.2 -Les modifications dans la conception des wagons Arbel.....	77
4.6.3 -Les évaluations des risques à l'appui de la suppression des pagodes.....	79
4.6.4 -Le résumé des principales conclusions relatives à la gestion des pagodes.....	81
4.7 - Les mesures prises par Eurotunnel après l'incendie de 2008.....	82
4.7.1 -L'incendie du 11 septembre 2008.....	82
4.7.2 -Les mesures prises par Eurotunnel après l'incendie.....	82
4.7.3 -L'enquête conjointe et les recommandations.....	82
4.7.4 -La mise en œuvre et le suivi des recommandations.....	83
4.7.5 -La recommandation n° 38.....	83
4.8 - Les mesures prises par Eurotunnel après l'incendie de 2011.....	84
4.8.1 -L'incident du 8 mars 2011.....	84
4.8.2 -Les mesures prises par Eurotunnel après l'incendie.....	84
4.9 - Les mesures prises par Eurotunnel après l'incendie de 2012.....	84
4.9.1 -L'incident du 29 novembre 2012.....	84
4.9.2 -Les mesures prises par Eurotunnel après l'incendie.....	85
4.10 - Les autres scénarios.....	85
4.10.1 -La méthodologie.....	85
4.10.2 -Scénario 1 : le chargement d'un camion sur le dernier wagon de la rame avant.....	85
4.10.3 -Scénario 2 : le chargement d'un camion complet sur le wagon 13 à la place d'une camionnette.....	85
4.10.4 -Scénario 3 : le chargement du camion en cause sur le premier wagon de la rame avant.....	86
4.10.5 -La conclusion sur les différents scénarios.....	86
5 - DÉROULEMENT DE L'ÉVÉNEMENT.....	87
6 - ANALYSE ET RECOMMANDATIONS PRÉVENTIVES.....	89
6.1 - Les causes de l'événement.....	89
6.2 - Les processus et systèmes de détection des antennes et menus objets.....	90
6.3 - Les pagodes et autres dispositifs physiques de séparation.....	91
6.4 - Les systèmes de détection d'incendie.....	91
6.5 - Les procédures du RCC et du conducteur.....	92
6.6 - L'arrêt après la première disjonction.....	93
6.7 - La gestion des évolutions liées à la sécurité.....	93
6.8 - La gestion des équipements fixes et la lutte contre l'incendie.....	96
6.9 - Communication des documents et des enregistrements en lien avec l'événement.....	97

7 - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	99
7.1 - Les causes.....	99
7.2 - Les recommandations.....	99
ANNEXES.....	103
Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête du BEA-TT.....	105

Glossaire

- **BEA-TT** : Bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestres
- **BINAT** : Plan BI-NATional d'urgence
- **BINAT GO** : Message déclenchant la mise en œuvre du plan BINAT
- **CIG** : Commission Inter Gouvernementale
- **CP** : Rameau de communication (Cross Passage)
- **CTSA** : Comité de sécurité du tunnel sous la Manche (Channel Tunnel Safety Authority)
- **DOS** : Directeur des Opérations de Secours
- **EMS** : Système de gestion des équipements fixes (Equipment Management System)
- **ET** : Eurotunnel
- **FD** : Détection d'incendie (Fire Detection)
- **FEMC** : Centre de secours (Fire Emergency Management Centre)
- **FLOR** : Première ligne de réponse (First Line of Response)
- **ISIS** : Système d'information intégré
- **KFRS** : Service d'incendie et de secours du Kent (Kent Fire and Rescue Service)
- **NVS** : Système de ventilation normal (Normal Ventilation System)
- **PK** : Point Kilométrique
- **PRD** : Rameau de pistonement (Piston Relief Duct)
- **RAIB** : Rail Accident Investigation Branch
- **RCC** : Centre de contrôle ferroviaire (Railway Control Center)
- **RTM** : Gestion du trafic ferroviaire
- **SDIS** : Service Départemental d'Incendie et de Secours
- **SAFE** : Station d'Attaque du FEu
- **SEL** : Section ELémentaire de traction électrique
- **SLOR** : Seconde ligne de réponse (Second Line Of Response)
- **STTS** : Système de transport du tunnel de service
- **SVS** : Système de ventilation supplémentaire
- **TCC** : Centre de contrôle terminal routier (Terminal Control Center)

Résumé

Le 17 janvier 2015, la navette fret Eurotunnel 7340, chargée de 30 véhicules, quitte le terminal anglais de Folkestone à 11h57. C'est une navette de type Arbel dont la rame de tête est entièrement dépourvue de toitures (pagodes).

À 12h00, alors qu'elle entrait dans le tunnel, la navette est affectée par une coupure de la tension caténaire qui provoque son arrêt. Après rétablissement de la tension, elle repart à 12h03. Vers 12h23, alors qu'elle se trouve à un kilomètre environ avant la station d'attaque du feu (SAFE 4F), la présence d'un feu à bord de la navette est détectée.

Peu après 12h26, le train effectue un arrêt contrôlé au-delà de la station SAFE 4F avec sa tête au PK 44,2 de sorte que sa voiture aménagée se trouve au droit du rameau de communication CP 4418, à environ 16 km de la sortie côté France.

L'évacuation des passagers et du personnel du train vers le tunnel de service s'effectue sans problème particulier et se termine à 12h37.

Aucune des 42 personnes présentes dans le train n'a été blessée au cours de l'événement.

Les deux camions situés sur les wagons n° 14 et 15 de la rame de tête ont complètement brûlé.

Le tunnel ferroviaire Nord est endommagé. Outre la caténaire et le câblage électrique qui sont avariés, le béton armé de la voûte a été dégradé par l'incendie. Sur une soixantaine de mètres, l'enrobage s'est détaché laissant voir les armatures des voussoirs.

Une exploitation réduite a pu reprendre à partir du 18 janvier à 3h45 dans le tunnel ferroviaire Sud.

La circulation normale dans les deux tunnels a été rétablie le 23 janvier à 12h.

Le départ de l'incendie a été causé par un amorçage entre la caténaire et une antenne CB qui n'avait pas été détectée par les dispositifs concernés et qui était montée sur un camion qui avait été chargé sur une navette Arbel sans pagode.

L'analyse causale a conduit à formuler trois recommandations concernant les domaines suivants en lien avec les causes directes :

- les processus et les systèmes de détection des antennes et menus objets ;
- les pagodes ou autres dispositifs physiques de séparation entre les véhicules et la caténaire ;
- les systèmes de détection d'incendie ;
- les procédures du RCC en cas d'incendie et de disjonction concomitantes.

L'examen des causes sous-jacentes et premières a amené à formuler trois recommandations concernant le système de management des évolutions liées à la sécurité.

Par ailleurs, l'examen du déroulement des opérations de secours et de lutte contre l'incendie a conduit à formuler une recommandation en lien avec les délais d'acheminement des sapeurs pompiers à l'intérieur du tunnel.

1 - Constats immédiats et engagement de l'enquête

1.1 - Circonstances de l'incendie

Le 17 janvier 2015, la navette fret Eurotunnel 7340, chargée de 30 véhicules, quitte le terminal anglais de Folkestone à 11h57. C'est une navette de type Arbel dont la rame de tête est entièrement dépourvue de toitures (pagodes). La voiture aménagée, où se tiennent les chauffeurs routiers avec le chef de train, est à son emplacement normal, c'est-à-dire immédiatement derrière la locomotive de tête.

À 12h00 alors qu'elle entrait dans le tunnel la navette est affectée par une coupure de la tension caténaire qui provoque son arrêt. Après rétablissement de la tension, elle repart à 12h03 et circule dans le tunnel ferroviaire Nord qui est normalement affecté aux circulations d'Angleterre vers la France. Vers 12h23, alors qu'elle se trouve à un kilomètre environ avant la station d'attaque du feu (SAFE 4F), la présence d'un feu à bord de la navette est détectée.

Peu après 12h26 le train effectue un arrêt contrôlé au-delà de la station SAFE 4F avec sa tête au PK 44,2 de sorte que sa voiture aménagée se trouve au droit du rameau de communication CP 4418, à environ 16 km de la sortie côté France.

L'évacuation des passagers et du personnel du train vers le tunnel de service s'effectue sans problème particulier et se termine à 12h37.

1.2 - Bilan humain et matériel

Aucune des 42 personnes présentes dans le train n'a été blessée au cours de l'événement.

Les deux camions situés sur les wagons 14 et 15 de la rame de tête ont complètement brûlé.



Figure 1 : Camions chargés sur les wagons n° 14 (à gauche) et n° 15 (à droite)

Les véhicules chargés en avant des deux camions incendiés ne présentent pas de dommage apparent autre que des traces de fumée.

Les trois premiers véhicules situés à l'arrière des camions brûlés ont subi des avaries significatives dues à la chaleur mais n'ont pas été incendiés. Les véhicules suivants ne présentent pas de dommage apparent autre que des traces de fumée.



Figure 2 : Fourgonnette sur le wagon n° 13 et premier camion de la rame de queue

Les deux wagons sur lesquels se trouvaient les camions incendiés ont subi des dommages importants mais leurs organes de roulement et de freinage sont en bon état apparent. Les autres wagons n'ont pas subi de dommage apparent.

Le tunnel ferroviaire Nord est endommagé. Outre la caténaire et le câblage électrique qui sont avariés, le béton armé de la voûte a été dégradé par l'incendie. Sur une soixantaine de mètres, l'enrobage s'est détaché laissant voir les armatures des voussoirs.



Figure 3 : Dégâts à la voûte du tunnel au droit des camions incendiés

1.3 - Mesures circulations prises après l'incendie

À l'heure de la détection de l'incendie (12h23), aucun train n'était engagé dans le tunnel Nord derrière le train 7340. La navette « voyageurs » 6350 avait quitté son quai de chargement mais elle avait été arrêté avant d'entrer dans le tunnel. Le train précédent (navette « voyageurs » 6340) était sortie du tunnel, côté France, à 12h16.

Deux autres trains étaient engagés dans le tunnel ferroviaire Sud. Une fois les mesures réglementaires prises, ces deux trains ont poursuivi leur route vers l'Angleterre.

Le trafic a été ensuite totalement interrompu dans les deux sens de circulation.

Une exploitation réduite a pu reprendre à partir du 18 janvier à 3h45 dans le tunnel ferroviaire Sud.

La circulation normale dans les deux tunnels a été rétablie le 23 janvier à 12h.

1.4 - Détermination de l'origine de l'incendie

Lors des constatations effectuées sur place immédiatement après l'événement, il est apparu, comme indiqué au paragraphe 1.2 que seuls les deux camions situés sur les wagons n° 14 et 15 de la rame de tête avaient complètement brûlé.

Lors de l'enquête immédiate effectuée par Eurotunnel et par les autorités judiciaires françaises, l'examen des enregistrements des caméras surveillant le portail du tunnel côté britannique a montré qu'à 12h00'08 un arc électrique s'établit entre la caténaire et le camion chargé sur le wagon n° 15 sur la rame de tête, juste avant que celui-ci n'entre dans le tunnel.

Ensuite, la caméra située dans le tunnel au CP 1114 montre qu'à 12h04'10 la cabine de ce même camion semble être pleine de fumée.



Figure 4 : Vue du camion B 139 CAL au CP 1114

Il est donc rapidement apparu évident que l'incendie a pris naissance au niveau du camion immatriculé B 139 CAL situé sur le 15^e et avant-dernier wagon de la rame de tête et qu'il a été causé par un amorçage électrique entre la caténaire et une partie haute de ce camion.

C'est ce camion qui sera désigné dans la suite de l'enquête comme le camion en cause.

1.5 - Engagement de l'enquête

La décision d'engagement de l'enquête technique a été prise, côté français, par le directeur du Bureau d'Enquête pour les Accidents de Transport Terrestre (BEA-TT) le 20 janvier 2015 (voir annexe n° 1).

Du côté britannique, la décision d'engagement de l'enquête par le Rail Accident Investigation Branch (RAIB) a été prise par sa directrice le 26 janvier 2015.

Cette enquête se situe dans le cadre des enquêtes devant être engagées au titre de la directive 2004-49 CE, le montant des dégâts paraissant devoir être supérieur à deux millions d'Euros lors de l'engagement de l'enquête.

2 - Organisation de l'enquête

2.1 - Coopération BEA-TT / RAIB

Chacun des deux organismes d'enquête français (BEA-TT) et britannique (RAIB) a engagé une enquête dans son État.

Ils ont décidé de coopérer pour réaliser un rapport d'enquête commun, selon les modalités prévues par le protocole d'accord qui avait été établi préalablement.

En application de ce protocole :

- l'enquête et le rapport sont communs ;
- les deux organismes déterminent ensemble le champ et les méthodes d'enquête, la répartition des tâches et l'organisation des travaux. Ils se consultent sur les rapports et supports de communication qu'ils produisent ;
- le point d'arrêt de la navette ayant été en territoire français, le BEA-TT assure la direction de l'enquête, réalise la synthèse des éléments produits par les deux enquêtes et rédige le projet de rapport commun ;
- au cours de l'enquête, les deux organismes échangent régulièrement les informations obtenues dans la limite des réglementations nationales.

2.2 - Investigations réalisées

Chaque organisme a mené ses recherches dans les domaines convenus avec ou sans la participation d'un enquêteur de l'autre organisme, selon les besoins et les possibilités.

Un enquêteur technique non permanent a été désigné et commissionné par le ministère français en charge des transports par un arrêté du 18 février 2015 pour une mission d'assistance au BEA-TT pour la durée de l'enquête.

Les enquêteurs ont travaillé principalement sur la base des :

- comptes rendus d'audition des autorités judiciaires ;
- auditions réalisées par eux-mêmes ;
- documents de travail tenus par les agents le jour de l'incendie ;
- réunions avec des responsables et autres membres d'Eurotunnel concernés ;
- réglementations et documentations techniques applicables le jour de l'incendie.

Ils ont échangé les informations qu'ils ont obtenues, ainsi que les études partielles qu'ils ont été amenés à réaliser.

2.3 - Rédaction du rapport

Comme le prévoit le protocole de coopération, le BEA-TT a rédigé l'ensemble du rapport. Celui-ci a été mis en forme lors d'échanges et de réunions communes, puis a été validé sous sa forme définitive par les deux organismes d'enquête.

3 - Contexte de l'accident

3.1 - Contexte général

3.1.1 - La concession Eurotunnel

Eurotunnel est le concessionnaire chargé de l'exploitation des installations du tunnel sous la Manche et des installations annexes.

La Concession comprend les installations suivantes :

- les deux tunnels ferroviaires et le tunnel de service ;
- les installations en surface et souterraines ;
- les terminaux de Folkestone et de Coquelles ;
- les raccordements avec les réseaux ferroviaires français et britannique.

Eurotunnel exploite et entretient l'ensemble des installations depuis son ouverture en 1994. Eurotunnel est donc :

- gestionnaire d'infrastructure au sens de la directive européenne 91-440 ;
- entreprise ferroviaire pour ses propres trains (navettes fret ou voyageurs).

3.1.2 - La section de ligne ferroviaire Folkestone – Coquelles

La longueur de la ligne ferroviaire est de 63 km.

Le tunnel lui-même est long de 50,6 km dont 37 km sous la Manche. La figure ci-dessous montre l'implantation du tunnel sous la Manche et de ses principales installations techniques.

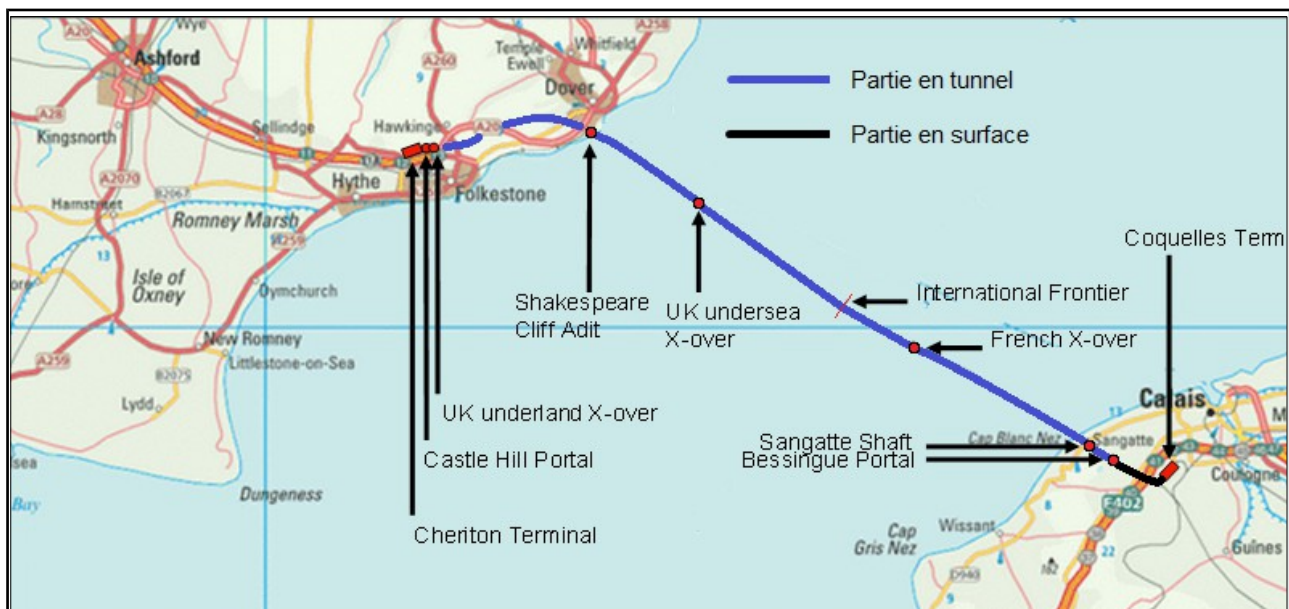


Figure 5 : Implantation de la section de ligne

La ligne comporte deux voies banalisées. En fonctionnement normal, les trains circulent sur la voie de gauche mais les équipements permettent de circuler en sens contraire avec une vitesse limitée à 100 km/h.

Le réseau ferré est électrifié en 25kV alternatif par caténaire. Il est équipé d'une signalisation de cabine de type Transmission Voie-Machine (TVM).

La circulation des trains est gérée par des centres de contrôle ferroviaires (RCC) situés dans chaque terminal. Un seul des deux RCC fonctionne à un instant donné et gère, en temps réel, l'ensemble des installations.

3.1.3 - Le Tunnel sous la Manche

L'ouvrage comporte deux tunnels ferroviaires :

- le tunnel ferroviaire Nord (TFN) où circulent normalement les trains dans le sens Grande-Bretagne – France ;
- le tunnel ferroviaire Sud (TFS) où circulent normalement les trains dans le sens France – Grande-Bretagne.

Ces tunnels ont un diamètre de 7,6 m et comportent chacun une seule voie.

Un troisième tunnel situé entre les deux tunnels ferroviaires, sauf au droit des traversées jonctions, joue le rôle de tunnel de service. Son diamètre est de 4,80 m. Il permet d'accéder aux installations techniques souterraines, d'assurer la petite maintenance des tunnels ferroviaires, aux équipes de secours de patrouiller et d'assurer les secours en cas d'incident ou d'accident ferroviaire. Des véhicules sur pneus spécialisés (STTS) circulent dans ce tunnel de même que des voitures automobiles de service (Agila).

Tous les 375 mètres environ, des rameaux de communication (CP) relient le tunnel de service aux tunnels ferroviaires. Ces rameaux sont, en situation normale, isolés des tunnels ferroviaires par des portes étanches et résistantes au feu. Ces portes sont, en situation normale, télécommandées depuis le centre de contrôle ferroviaire (RCC). Elles peuvent également être manœuvrées sur place par deux commandes électrique ou manuelle.

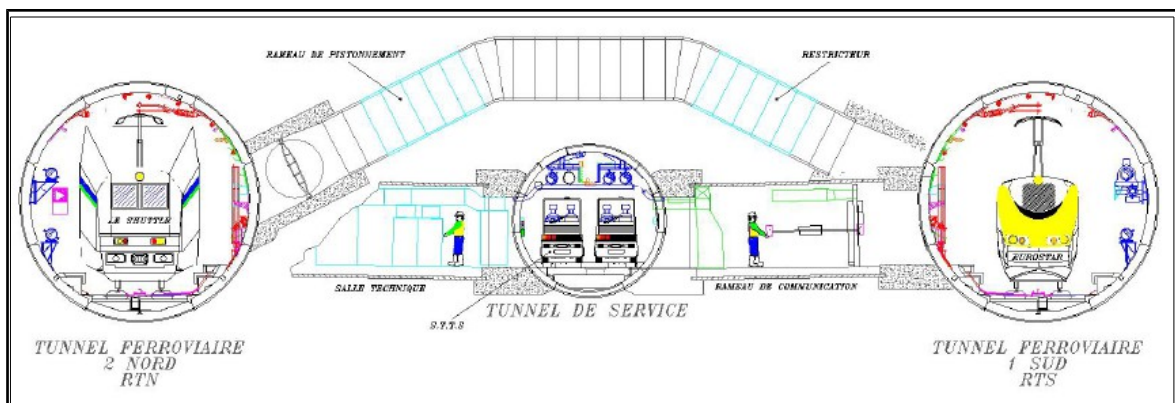


Figure 6 : Coupe standard de l'ouvrage

Chaque tunnel est divisé en trois intervalles. Trois communications permettent aux trains de passer d'une voie à l'autre en cas de besoin, notamment en cas d'incident indisponibilisant un tronçon de voie.

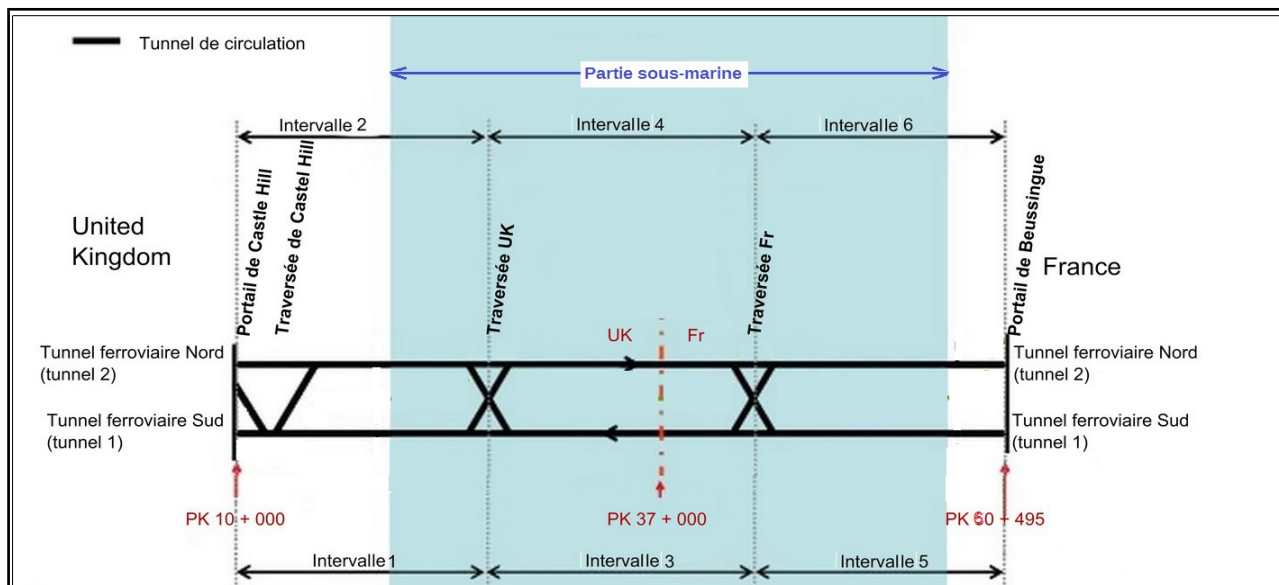


Figure 7 : Schéma des voies dans le tunnel

3.1.4 - Les installations de traction électrique

3.1.4.1 - Consistance des installations de traction électrique

Les caténaires sont alimentées sous une tension nominale de 25 kV alternative.

Le domaine caténaire se compose de six secteurs dont quatre couvrent les deux tunnels ferroviaires Nord et Sud (deux par tunnel). Le point milieu des deux secteurs de chaque tunnel se situe au PK 35,3.

Chaque secteur est divisé en sections élémentaires dont la longueur en pleine voie est d'environ 1 200 mètres.

À l'ouverture du tunnel, en 1994, l'alimentation des deux secteurs côté britannique était assurée depuis l'Angleterre alors que celle des deux secteurs côté français l'était depuis la France. Ce mode d'exploitation est dénommé « *mode symétrique* ».

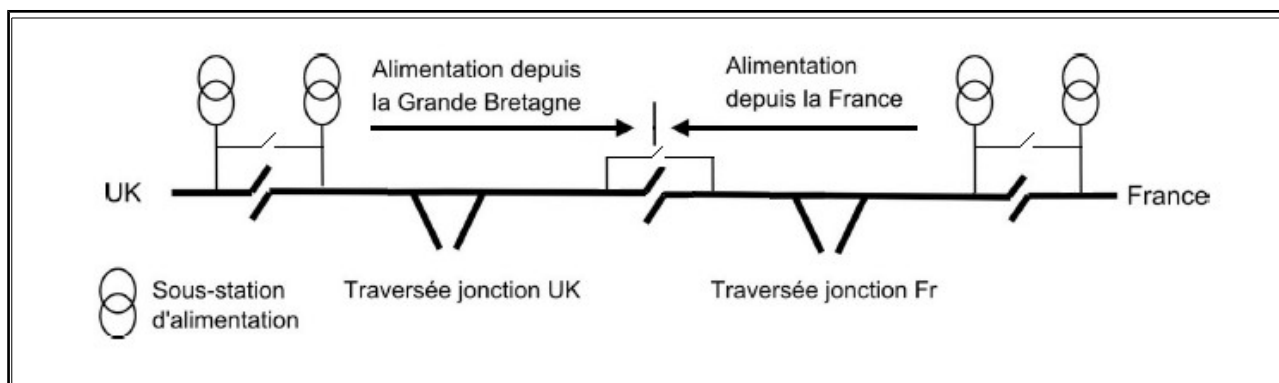


Figure 8 : Alimentation du TFN en mode symétrique

Il existe un autre mode d'exploitation où l'un des tunnels, les deux tunnels voire l'ensemble des installations peuvent être alimentés par l'une ou l'autre des extrémités. C'est le « *mode étendu* ».

Depuis 2007, c'est le mode étendu, alimenté depuis la France, qui est le mode normal d'exploitation.

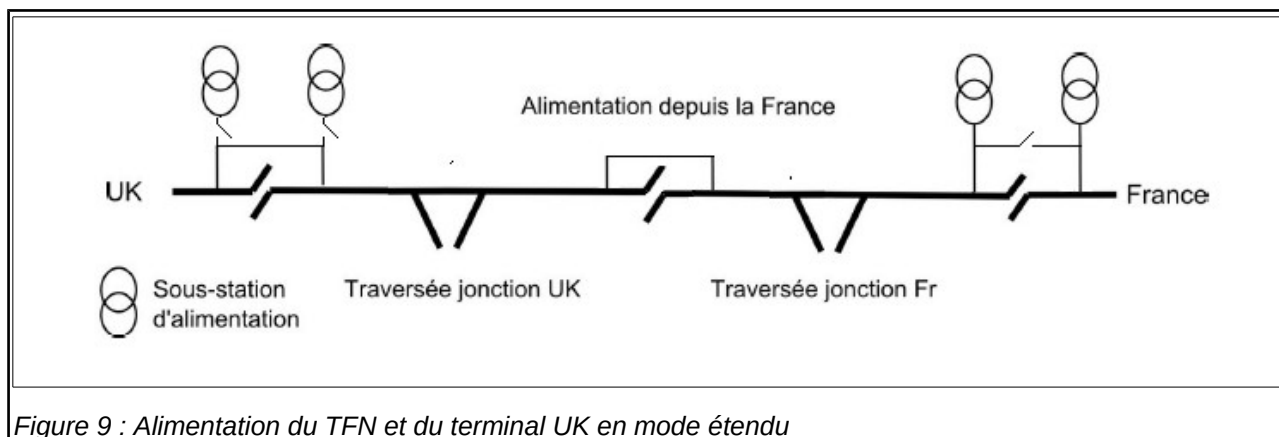


Figure 9 : Alimentation du TFN et du terminal UK en mode étendu

3.1.4.2 - Gestion des installations de traction électrique

La commande des installations de traction électrique est assurée par le contrôleur équipements fixes (EMS) du centre de contrôle ferroviaire (voir paragraphe 3.1.7).

En cas d'incident caténaire dans le tunnel, lorsque celui-ci est alimenté selon le mode étendu, le contrôleur EMS doit :

- alimenter le terminal UK depuis la sous-station britannique ;
- supprimer l'alimentation d'un minimum de 3 sections élémentaires (SEL) autour de l'incident, la section de l'incident et une de part et d'autre de celle-ci ;
- réalimenter les sections utiles pour les trains arrêtés dans le tunnel.

3.1.5 - Les installations de ventilations

La ventilation des tunnels joue un rôle fondamental tant en exploitation normale qu'en situation perturbée.

Dans ce dernier cas, non seulement elle permet de fournir de l'air frais aux personnes présentes dans le tunnel, mais elle est utilisée pour maîtriser le déplacement d'éventuelles fumées afin de faciliter l'évacuation des personnes et la lutte contre le feu.

Les installations de ventilation sont commandées par le contrôleur EMS.

3.1.5.1 - Principes de ventilation

Les tunnels ferroviaires

Les tunnels ferroviaires sont à pression naturelle et sont reliés par des rameaux de pistonnement (PRD) pour diminuer la pression d'air devant les trains.

En cas de fumées dans l'un des tunnels ferroviaires, il est indispensable qu'elles ne se propagent pas dans l'autre tunnel ferroviaire ou dans le tunnel de service. Pour cela :

- les rameaux de pistonnement peuvent être obturés par des clapets ;

- les rameaux de communication sont isolés des tunnels ferroviaires par des portes pivotantes normalement fermées ;
- les tunnels ferroviaires sont isolés l'un de l'autre, au niveau des traversées-jonction, par des portes coulissantes qui ne sont ouvertes que lorsque le tunnel est exploité avec un intervalle à contre-sens.

Le tunnel de service

Il est maintenu en permanence en surpression par rapport aux tunnels ferroviaires. Il est fermé à ses deux extrémités par des sas.

Cette surpression permet d'avoir l'assurance qu'il est dégagé de toute fumée en cas d'incendie dans un des tunnels ferroviaires et qu'il peut être considéré comme un lieu de refuge sûr. Elle permet également de créer, dans le tunnel ferroviaire concerné, une bulle d'air de 4 à 5 m de longueur de part et d'autre de la porte d'un rameau de communication (CP) lorsque celle-ci est ouverte.

En cas d'incendie et si l'évacuation d'une navette fret est décidée dans un tunnel ferroviaire, la porte d'évacuation de la voiture aménagée de la navette doit normalement être positionnée au droit de cette bulle d'air, permettant aux passagers de se rendre en sécurité dans le tunnel de service.

Pour garantir le maintien de cette surpression, des règles spécifiques pour l'ouverture des portes des rameaux de communication doivent être appliquées. Selon les procédures en vigueur au moment des faits, deux et seulement deux des portes donnant accès à l'un des tunnels ferroviaires doivent être ouvertes simultanément¹ et aucune porte vers l'autre tunnel.

3.1.5.2 - Installations de ventilation

Deux systèmes de ventilation sont mis en œuvre dans le tunnel sous la Manche.

Le système normal de ventilation (NVS)

Le rôle de ce système est de maintenir le tunnel de service en surpression et d'assurer une ventilation permanente de l'ensemble des tunnels. Elle fonctionne en permanence et les ventilateurs sont toujours en position d'insufflation d'air.

L'air est insufflé dans le tunnel de service depuis deux centrales situées à Shakespeare Cliff en Grande-Bretagne et Sangatte en France. Le flux d'air débité dans le tunnel de service est introduit dans les tunnels ferroviaires par 39 paires de grilles de distribution d'air (ADU). L'air introduit dans les tunnels ferroviaires est ensuite évacué vers les portails par les mouvements d'air naturels et ceux créés par la circulation des trains.

Le système de ventilation supplémentaire (SVS)

Le système de ventilation supplémentaire (SVS) n'est mis en service qu'en cas d'incident avec présence de fumées ou pour fournir de l'air frais à des trains arrêtés pendant une longue durée.

L'air est insufflé ou aspiré dans le tunnel ferroviaire concerné depuis les deux centrales de Shakespeare Cliff et Sangatte afin de créer un courant d'air convenablement orienté pour chasser les fumées, les pollutions ou la chaleur dans une direction permettant de

¹ L'ouverture d'une seule porte générerait une vitesse du flux d'air trop importante au travers du passage et l'on craignait que l'ouverture de plus de deux portes provoque une diminution de la surpression du tunnel de service, voire une inversion du flux d'air telle que les fumées pourraient envahir le tunnel de service. Cette règle a évolué, il est maintenant permis d'ouvrir 3 portes de rameaux de communication.

préservé les passagers et le personnel des trains puis de permettre aux services de secours d'intervenir le plus efficacement possible.

Les deux centrales sont chacune capable de desservir l'un et l'autre des tunnels ferroviaires. Le système SVS est conçu pour obtenir ce résultat même si l'un ou plusieurs des clapets de rameaux de pistonnement, ou les portes de traversées-jonctions sous-marines, sont restés ouverts.

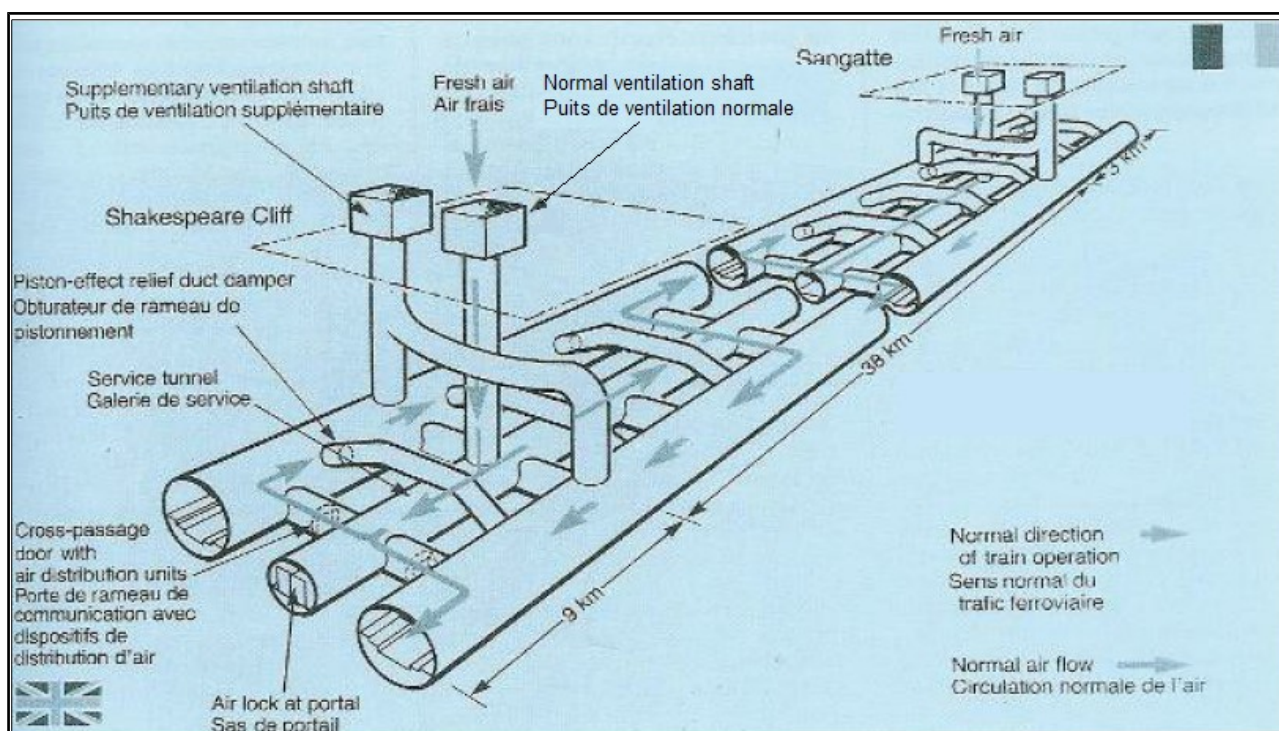


Figure 10 : Les installations de ventilation

Les ventilateurs

Une usine de ventilation est implantée près de chaque extrémité du tunnel, à Shakespeare Cliff au Royaume-Uni et à Sangatte en France.

Dans chaque usine, deux ventilateurs assurent l'insufflation d'air pour la ventilation normale NVS et deux ventilateurs assurent la ventilation supplémentaire.

Tous les ventilateurs sont à pales réglables et réversibles.

Pour la NVS, les ventilateurs fonctionnent normalement en mode soufflage. Un seul est en service à chaque extrémité.

Pour la SVS, une extrémité fonctionne en soufflage et l'autre en extraction. Normalement, un ventilateur est utilisé à chaque extrémité mais les deux ventilateurs d'une extrémité peuvent fonctionner simultanément en cas de besoin.

3.1.6 - Les installations de communication

Le système global de communication est composé de trois réseaux de radio, de deux réseaux téléphoniques et d'un système de sonorisation.

La radio sol-train

La radio sol-train assure les communications voix et données entre le centre de contrôle ferroviaire (RCC) et les trains dans les tunnels ferroviaires et sur les terminaux.

La radio concession

La radio concession permet des communications verbales en tout endroit de la Concession, y compris dans les tunnels, pour le personnel d'Eurotunnel et des divers organismes ayant à intervenir sur le site. Les utilisateurs utilisent des récepteurs portatifs.

La radio tactique

La radio tactique est un réseau UHF pouvant être mis en service dans le tunnel de service et desservant une zone suffisante pour les interventions locales combinées des services de secours d'un ou des deux États. Les personnels des équipes de secours (sapeurs-pompiers, ambulances, police) sont équipés de radios portables reliés à ce réseau.

Le fonctionnement de la radio tactique nécessite la présence dans la zone à couvrir d'un ou des deux véhicules « STTS-communication » qui servent de relais en se connectant aux réseaux téléphoniques d'Eurotunnel.

La téléphonie d'exploitation et d'urgence

La téléphonie d'exploitation et d'urgence permet d'être relié automatiquement au centre de contrôle ferroviaire (RCC) actif, en soulevant simplement le combiné des appareils situés dans le tunnel ; il n'est pas nécessaire de composer un numéro et tous les appels sont enregistrés. Ces téléphones sont installés, entre autres, à chaque rameau de communication.

La téléphonie administrative

Le réseau de téléphonie administrative couvre l'ensemble de la Concession y compris les tunnels où des téléphones sont installés, entre autres, dans les salles techniques du tunnel de service. Il est également possible de s'y raccorder en utilisant des prises situées à chaque rameau de communication. Il est relié aux réseaux publics Français et Britanniques.

La sonorisation

Une sonorisation est installée dans l'ensemble de la Concession, à l'exception des tunnels ferroviaires. Elle permet une diffusion totale ou sélective dans certaines zones, notamment dans le tunnel de service et les rameaux de communication.

3.1.7 - Le centre de contrôle ferroviaire

La gestion en temps réel du trafic ferroviaire est assurée depuis l'un des deux centres de contrôle ferroviaire (RCC), l'un situé en Grande-Bretagne à Folkestone et l'autre en France à Coquelles.

Les deux centres ne sont pas actifs simultanément. Le centre actif est susceptible de changer à chaque relève d'équipe selon le programme prévu par les roulements d'utilisation du personnel.

Chaque RCC comporte six postes de travail qui sont organisés de manière similaire avec des écrans permettant de visualiser les informations nécessaires et des terminaux permettent de lancer les procédures. Des indications d'alerte sont également reprises sur ces écrans. Certaines procédures sont automatiquement lancées dès que le contrôleur a validé la situation les justifiant.



Figure 11 : Poste de travail du contrôleur ferroviaire

Le superviseur

Le superviseur est chargé de surveiller le déroulement de l'exploitation, de donner les instructions utiles aux autres contrôleurs en cas de situations perturbées. En cas d'incendie dans le tunnel, il doit confirmer à chaque contrôleur chacune des instructions à appliquer afin d'avoir l'assurance qu'elles sont mises en œuvre dans l'ordre prévu par les procédures.

Le contrôleur trafic ferroviaire

Le contrôleur trafic ferroviaire (RTM) est chargé de la gestion du trafic ferroviaire sur l'ensemble de la Concession en situation normale et en situation dégradée.

En plus des circulations propres d'Eurotunnel (navettes passagers, navettes fret et trains de travaux), il gère également les trains de passagers, les trains de fret conventionnel pendant leur parcours sur la Concession.

Il a notamment à sa disposition :

- des écrans lui affichant l'état des installations ferroviaires, l'occupation des voies, l'alimentation électrique de traction, le graphique de circulation... ;
- la commande de la signalisation (TVM) ;
- la radio sol-train lui permettant d'entrer en relation avec les trains ;
- des terminaux informatiques lui permettant de lancer l'exécution de procédures, notamment celles d'urgence.

En cas d'incendie d'un train dans un des tunnels, il est chargé de gérer la circulation ou l'arrêt du train en cause et des autres trains afin de permettre l'évacuation éventuelle des passagers et le traitement de l'incident.

Le contrôleur équipements fixes

Le contrôleur équipements fixes (EMS) gère les équipements fixes liés à l'exploitation du tunnel (traction électrique, ventilation, éclairage, drainage, pompage, refroidissement...), en situation normale comme situation dégradée. Il est en particulier responsable de la mise en œuvre des mesures d'urgence relatives à la mise en protection des personnes et des équipements en cas de situation dégradée ou d'urgence.

Il a notamment à sa disposition :

- des écrans affichant l'état des installations sous sa surveillance et l'occupation des voies ;
- les organes de commande de ces installations ;
- des terminaux informatiques lui permettant de lancer l'exécution de procédures, notamment celles d'urgence.

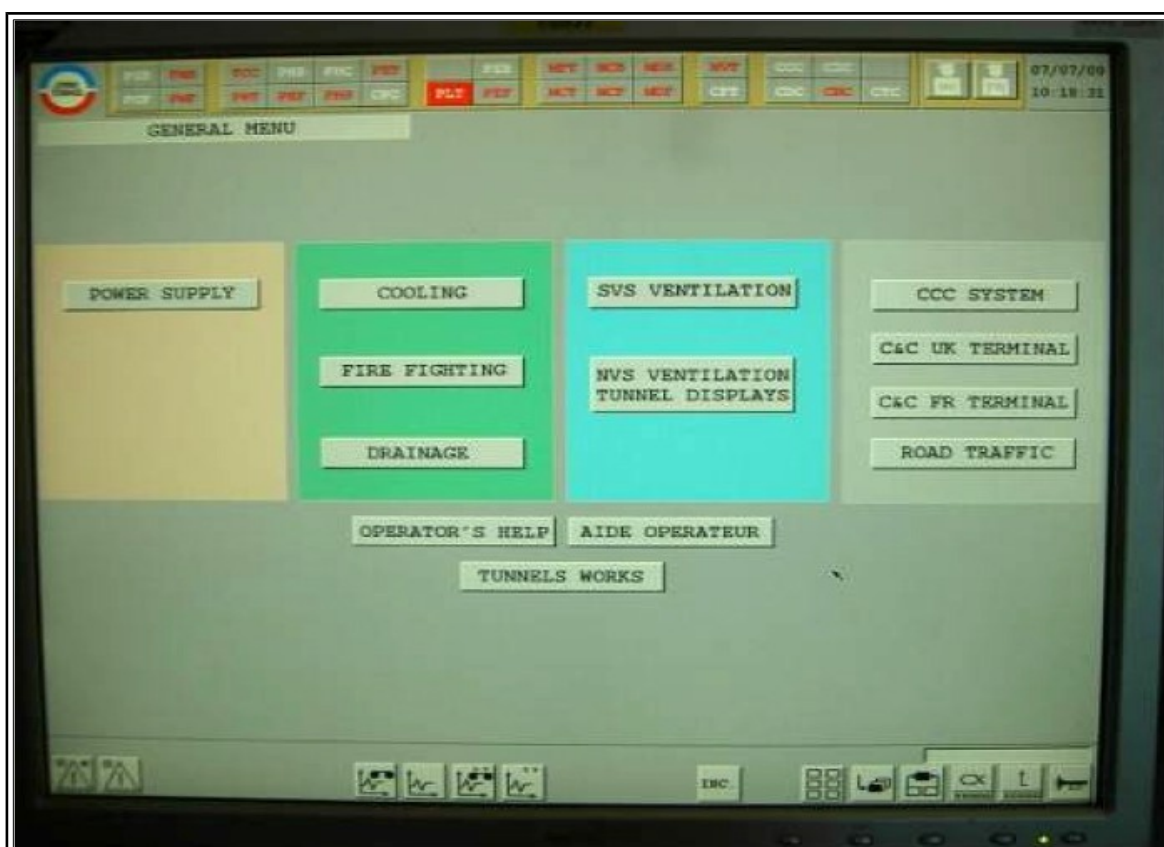


Figure 12 : Un écran de l'opérateur EMS

Le contrôleur détection d'incendie

Le contrôleur détection d'incendie (FD) gère le système de détection des incendies dans les tunnels ferroviaires et dans le tunnel de service. Il est également chargé de la gestion de la circulation des véhicules dans le tunnel de service et de l'appel des services de secours en cas de situation d'urgence.

En cas d'alarme de l'un de ses systèmes, il avise verbalement immédiatement les autres contrôleurs. Lors de situations d'urgence, il est chargé du déploiement correct des secours vers les zones identifiées.

Le contrôleur système d'informations

Le contrôleur système d'information a la responsabilité de la surveillance de la commande du système d'information intégré pour le personnel (ISIS). Il lui permet de traiter et de fournir en temps réel les informations relatives au service ferroviaire vers les personnels concernés. Il est en particulier chargé de fournir les informations relatives aux matières dangereuses aux autres contrôleurs du RCC et aux services de secours en cas de besoin.

Le contrôleur gestion des équipages

Ce contrôleur est chargé de la gestion en temps réel de la gestion des équipages des trains Eurotunnel (navettes voyageurs et navettes fret).

3.1.8 - La sécurité incendie

3.1.8.1 - Dispositifs de sécurité incendie

Les détecteurs de fumées et de flammes

Des détecteurs statiques de fumée et de flammes sont installés environ tous les 1500 m dans chaque tunnel ferroviaire. Ces détecteurs relèvent la présence de particules ionisées, la diminution de la transparence de l'air (suite à la présence de fumées) et le taux de monoxyde de carbone. Dès qu'une valeur atteint un seuil considéré comme anormal, le centre de contrôle ferroviaire (RCC) est alerté.

Des détecteurs de fumées sont installés sur les wagons chargeurs de tête et de queue. En cas de détection, le chef de train reçoit une alarme sur son tableau de contrôle situé à son poste de travail dans la voiture aménagée.

Le réseau d'eau incendie

Ce réseau permet d'alimenter des bouches à incendie situées à 125 mètres de part et d'autre de chaque rameau. Ces bouches à incendie sont chacune équipées de raccord de type français et britannique.

Les stations d'attaque de feu (SAFE)



Figure 13 : Station SAFE en action

Ce sont des zones de 800 mètres chacune situées dans les tunnels ferroviaires (deux par voie). Elles sont équipées d'un système destiné à contenir les incendies qui émet un fin brouillard d'eau sur la partie du train où un feu a été détecté.

Elles sont signalées par un panneau d'annonce « SAFE à 1000 m ».

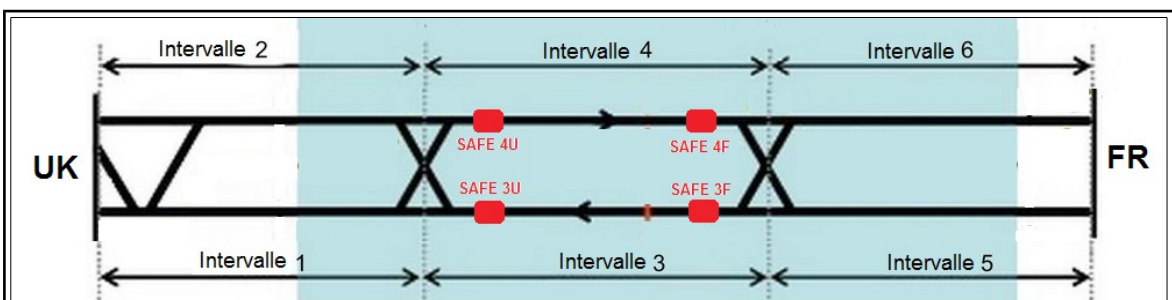


Figure 14 : Positionnement des stations SAFE

3.1.8.2 - Procédures en cas de détection d'un incendie à bord d'une navette fret

Il existe deux niveaux d'alerte incendie :

- le niveau 1 correspond à une alarme signalée par une seule station fixe de détection ;
- le niveau 2 est déclenché si l'on a plusieurs alarmes simultanées de type différent par une seule station ou la confirmation d'une alarme de niveau 1 par la station adjacente dans les 3 mn ou une indication de la présence de flammes ou de fumées par une personne.

En cas d'alarme par les détecteurs embarqués d'une navette fret, cette alarme est transmise par le chef de train au conducteur qui la transmet au RCC. Elle est alors traitée comme une alerte de niveau 1.

En fonction des indications que lui transmet le contrôleur détection d'incendie (FD), le superviseur définit le niveau d'alerte et l'indique verbalement à tous les contrôleurs simultanément. Il décide de la stratégie à appliquer en fonction de la position du train et de la disponibilité des installations SAFE.

Les différents contrôleurs, le conducteur et le chef de train appliquent les procédures définies dans leurs documents métier.

3.1.8.3 - Principes de gestion des navettes fret en cas d'incendie

En situation normale, dans le cas d'une alarme incendie de deuxième niveau pour une navette fret, le train en cause doit poursuivre sa marche jusqu'à la première des stations SAFE rencontrée dans le tunnel où la navette circule. Si le panneau d'annonce de la seconde station est franchie, la navette doit chercher à sortir du tunnel vers la voie d'urgence du terminal de destination selon la stratégie « *Moving Train* »².

Si le train alarmé circule avec la voiture aménagée en queue, le conducteur doit appliquer la stratégie « *Stopping Train* »³.

Si une ou plusieurs stations SAFE sont indisponibles, la procédure ORCC 4060 « *Instructions d'application superviseur* » précise la stratégie à tenir selon la position du train.

3.1.9 - Les navettes fret

3.1.9.1 - Composition des trains

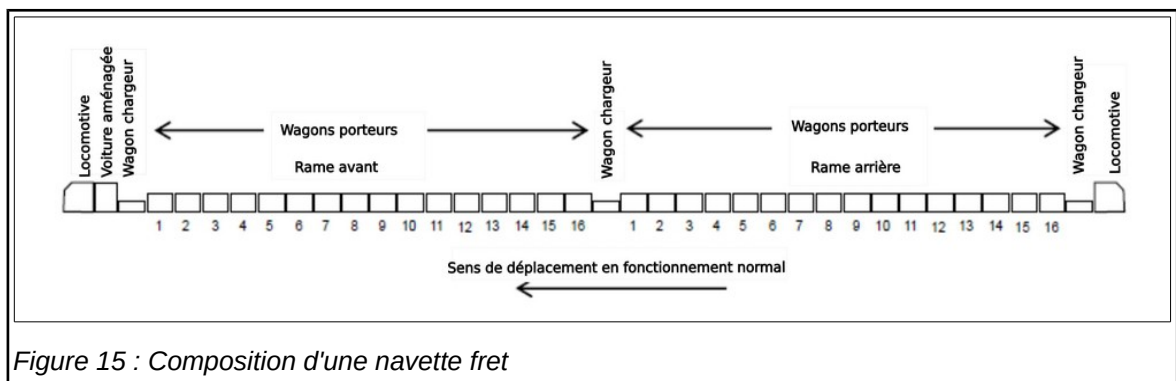
Chaque navette fret de l'Eurotunnel est en général composée du matériel de traction et du matériel roulant suivants :

- deux locomotives (une à chaque extrémité de la navette fournissant la puissance de traction)
- une voiture aménagée (destinée aux chauffeurs de camion durant la traversée)
- deux rames de wagons porteurs (destinés aux camions)
- trois wagons chargeurs (pour permettre aux camions d'entrer et de sortir de la navette)

² Moving Train : ensemble de procédures visant à ne pas arrêter le train.

³ Stopping Train : ensemble de procédures visant à effectuer un arrêt contrôlé dès que possible.

Une composition standard est illustrée figure 15.



3.1.9.2 - Matériel roulant

Les wagons porteurs

À la différence des wagons des navettes pour passagers qui sont entièrement fermés, les wagons porteurs des navettes fret n'ont pas de parois ni de cloisons pleines

Les navettes fret Eurotunnel sont actuellement de deux types. Une navette fret est composée d'un type unique de wagon porteur (Breda ou Arbel).

Les wagons de la première génération, fabriqués par Breda (Italie), sont constitués d'un toit plein et de parois latérales avec une structure en treillis qui font partie intégrante de l'ossature du véhicule. Le toit et les parois contribuent à l'intégrité structurelle du wagon.



Figure 16 : Wagons Breda

Les wagons de la seconde génération, fabriqués par Arbel-Fauvet-Rail (France), étaient également fournis au départ avec un châssis doté d'un toit constitué de quatre sections individuelles, connues sous le nom de « *pagodes* ». Ce système ne contribuait pas à l'intégrité structurelle du wagon.

Les quatre pagodes couvraient toute la longueur du wagon et constituaient une barrière physique entre les camions et les caténaires.

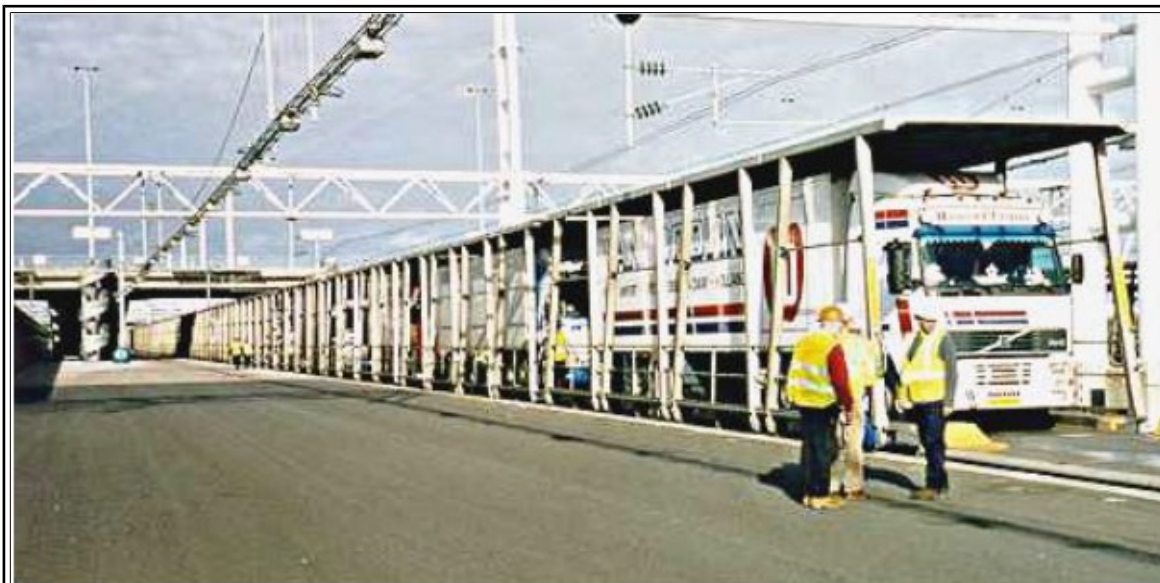


Figure 17 : Wagons Arbel surmontés de quatre pagodes (historique)

Au fil des années, la conception des wagons Arbel a évolué et les pagodes ont été progressivement supprimées.



Figure 18 : Wagons Arbel avec une pagode avant uniquement



Figure 19 : Wagons Arbel sans pagode

Au moment de l'incident, toutes les pagodes d'origine avaient été supprimées des wagons Arbel. Néanmoins, les wagons des rames arrière étaient équipés d'une pagode unique de nouvelle génération couvrant seulement la partie avant.

Les wagons chargeurs

Ces wagons sont plats et intégrés de manière permanente à la rame de chaque navette. Ils permettent aux camions d'entrer et de sortir du train. Ils sont dotés de passerelles latérales qui sont abaissées lors des opérations de chargement et de déchargement.

Chaque navette est équipée de trois wagons chargeurs, qui sont situés à l'avant (derrière la voiture aménagée), au milieu (entre les deux moitiés de la navette) et à l'arrière (devant la locomotive de queue).

Les deux wagons chargeurs d'extrémité sont équipés d'un dispositif de détection de fumée. Les alarmes visuelles et sonores sont transmises au chef de train en cas de détection de fumée.

La voiture aménagée

La voiture aménagée est une voiture à voyageurs qui transporte les conducteurs de camion pendant le trajet dans le tunnel sous la Manche. Le chef de train voyage également dans cette voiture où il a un poste de travail dédié.

En fonctionnement normal, la voiture aménagée est attelée entre la locomotive avant et le wagon chargeur avant⁴. Elle est dotée de quatre portes d'accès latérales, deux de chaque côté aux extrémités du véhicule.

Les portes extérieures sont protégées par des joints et les prises d'air des conduits de ventilation sont équipées de volets qui se ferment automatiquement si une alarme incendie est activée par le conducteur ou sur ordre du chef de train si elles ne se ferment pas automatiquement.

⁴ Dans des cas exceptionnels, pour des opérations « en tiroir », elles sont à l'arrière, juste en face de la locomotive arrière

Si de la fumée est détectée par l'un des détecteurs installés sur les wagons chargeurs, une alarme sonore et une alarme visuelle alertent le chef de train. Il est alors en mesure d'informer le conducteur qu'une alarme incendie s'est déclenchée en appuyant sur un bouton de son poste de travail. Il peut également aviser le conducteur de la situation verbalement par téléphone ou radio.

La voiture aménagée est équipée de masques respiratoires individuels, en quantité suffisante pour tous les passagers et le personnel de bord.

Les locomotives

Les locomotives utilisées pour la navette fret sont des locomotives de la classe 9 construites exclusivement pour des opérations au sein de l'infrastructure d'Eurotunnel par le consortium ABB et Brush Traction.

Toutes les locomotives sont équipées de trois bogies, chacun avec deux essieux motorisés et sont capables d'atteindre une vitesse de pointe de 160 km/h.

Les locomotives sont dotées d'un équipement de signalisation TVM430 utilisé couramment pour les lignes à grande vitesse et sur la High Speed 1 (Liaison Ferroviaire de Londres au Tunnel sous la Manche) au Royaume-Uni.

3.1.10 - L'embarquement des véhicules routiers

Le processus utilisé par Eurotunnel pour gérer le transit des camions sur son terminal de Folkestone est linéaire ; les poids lourds se déplacent en suivant les diverses étapes, les uns après les autres.

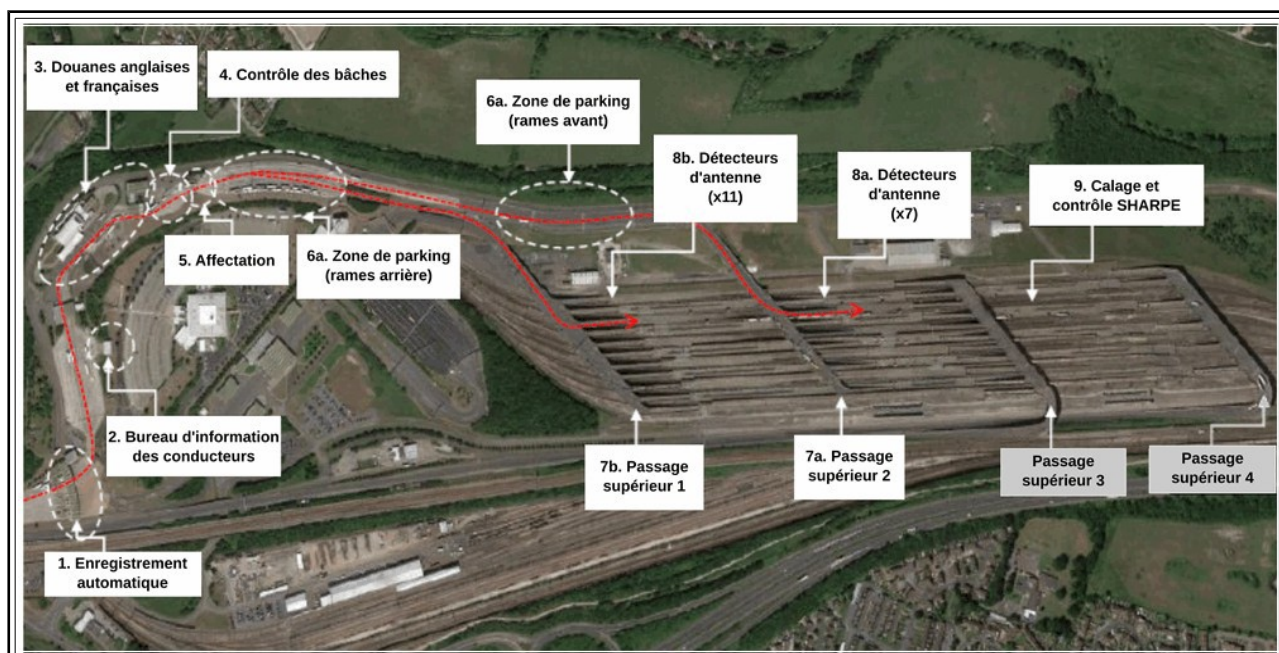
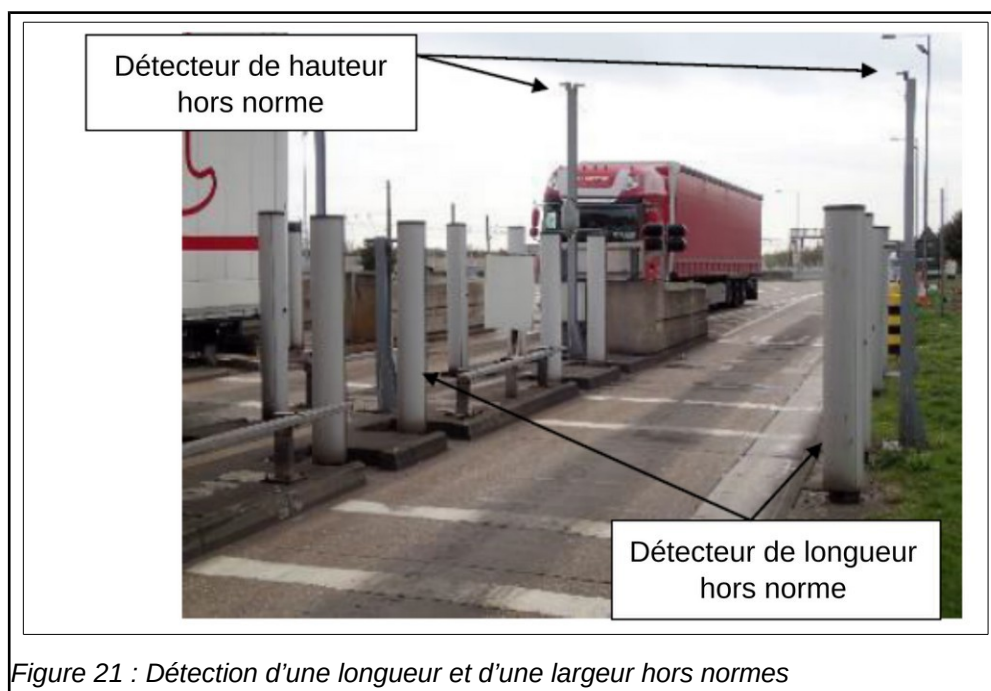


Figure 20 : Processus d'embarquement des camions à Folkestone

Un camion qui réserve une traversée sur une navette fret du tunnel sous la Manche exploitée par Eurotunnel au départ du Royaume-Uni pour la France accède au terminal de Folkestone par des bornes d'enregistrement automatique.

Lorsqu'il s'approche des bornes, des détecteurs installés sur la voie d'accès mesurent automatiquement le camion afin de confirmer qu'il fait moins de 19 400 mm de long et moins de 4 250 mm de haut.



Si les systèmes de détection déclenchent une alarme, le camion n'est pas autorisé à passer les bornes d'enregistrement automatiques tant qu'il n'est pas pris en charge par un agent d'accueil. Si la hauteur d'un poids lourd s'avère supérieure à 4 250 mm, le véhicule est dirigé vers le bureau d'information Fret où un agent vient mesurer physiquement la hauteur avec une jauge réglée sur 4 250 mm.



Figure 22 : Mesure physique de la hauteur au bureau d'information Fret

La plupart des camions ont des systèmes de suspension réglables et si l'un d'entre eux, après une mesure manuelle, est au-dessus de la hauteur requise, le chauffeur est invité à baisser les suspensions à un niveau acceptable.

Le camion est ensuite autorisé à passer les contrôles de sécurité et de passeport menés par les douanes britanniques et françaises. Des inspections d'échantillons de la marchandise transportée sont effectuées par les douanes à cet endroit. Elles visent à vérifier la conformité de la déclaration et des produits, et à confirmer la nature de ladite marchandise. Elles n'incluent pas des aspects associés à la sécurité tels que des bâches mal fixées ou la hauteur hors normes des antennes.

Une fois ces contrôles passés, le camion se dirige vers la zone de vérification des bâches. Cette opération est menée par une équipe d'agents sur le terrain et dans une salle de contrôle avec un système de vidéosurveillance. Au moment de l'incendie en janvier 2015, leur rôle était d'identifier des défauts sur les poids lourds bâchés. Il s'agit d'une inspection purement visuelle menée par deux agents sur place, un de chaque côté du véhicule et un troisième dans une cabine qui supervise un écran où s'affiche l'état du toit du camion.



Figure 23 : Vérification des bâches

Si un agent décèle des anomalies sur les bâches pendant son examen, il contacte les agents chargés de l'affectation afin qu'ils s'organisent pour affecter le camion à une mission constituée de wagons dotés de toit de protection.

L'affectation est l'étape suivante dans le processus de chargement. Elle est orchestrée par des agents dans une cabine qui affectent manuellement chaque camion à une mission sur la base des demandes des agents de la zone de vérification des bâches et de leur propre série de critères. Par exemple, l'un de ces critères consiste à diriger les camions qui transportent des véhicules routiers vers des wagons Breda (du fait de la protection supplémentaire que procure leur toit). Autre critère : la densité de charge calorifique des camions ; seuls les véhicules à faible densité sont autorisés à embarquer dans les trois premiers wagons situés immédiatement derrière la voiture aménagée.

Le choix de l'affectation est communiqué aux chauffeurs des poids lourds sous la forme d'une lettre qui leur indique la voie vers laquelle ils doivent conduire leur véhicule dans les voies d'attente de la zone suivante.

Les poids lourds restent sur cette zone d'attente jusqu'à ce que la navette soit prête pour l'embarquement. Ils se dirigent ensuite vers le quai désigné en utilisant l'un des deux passages supérieurs qui passent au-dessus des voies. L'accès au quai se fait par une rampe qui conduit les camions depuis le pont vers le quai qui lui est destiné.

Selon l'affectation sur la rame arrière ou avant, les camions utilisent respectivement le passage supérieur 1 ou 2.

Un agent attend les poids lourds en bas de la rampe. Il effectue d'autres inspections visuelles des véhicules juste avant qu'ils ne montent dans la navette afin de confirmer s'ils sont en état de voyager. Tout en inspectant le véhicule à la recherche de problèmes évidents (ex. : bouchon du réservoir manquant, bâche de la remorque mal fixée), cet agent répond également à toutes les alarmes qui se déclenchent avec le détecteur d'antenne installé en bas de la rampe.

Ce système détecte automatiquement les antennes qui dépassent 4 250 mm au-dessus du niveau de la route. Si une antenne est détectée hors norme, l'agent veille à ce que le chauffeur du camion la baisse à une hauteur acceptable.

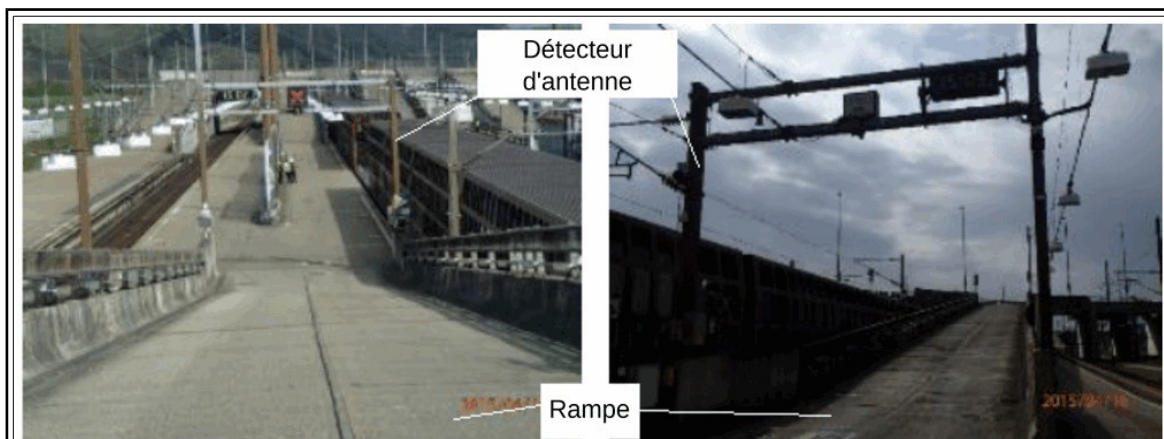


Figure 24 : Passage supérieur, rampe, quai et détecteur d'antenne

Le camion est ensuite autorisé à poursuivre sur le wagon chargeur et à monter sur la navette.

Une fois le véhicule sur le train, le conducteur continue à avancer jusqu'à ce qu'un autre groupe de deux agents lui donne l'ordre de s'arrêter. Ces agents invitent le conducteur à quitter la navette et à monter à bord d'un bus sur le quai qui le conduit à la voiture aménagée à l'avant du train. Les agents calent ensuite les camions de manière à ce qu'ils ne puissent pas bouger pendant le trajet. Ils effectuent également les dernières vérifications en matière de sécurité, appelées les vérifications SHARPE (Smoke, Heater, Aerial, Refrigerator, Petrol cap and Electrics), à savoir : fumée, chauffage, antenne, groupe frigorifique, bouchon de réservoir et éléments électriques.

Une fois le processus de chargement achevé, tous les chauffeurs routiers sont conduits à la voiture aménagée dans deux bus (l'un pour la trame arrière, l'autre pour la trame avant).

3.1.11 - La procédure de départ du train

Les plaques qui servent de passerelles entre les wagons chargeurs et le quai sont relevées par les agents à l'arrière des rampes.

Le chef de train dans la voiture aménagée vérifie que la documentation relative au chargement a été correctement remplie et compte les chauffeurs pour vérifier qu'il a bien le nombre de passagers annoncé. Il ferme ensuite les portes du wagon et vérifie les indications sur son poste de travail qui confirment que le train est prêt à partir (par ex. : les plaques servant de passerelles relevées, les portes fermées, etc.).

Il transmet ensuite son rapport de situation au Centre de contrôle routier et au conducteur de la navette en précisant la position de la voiture aménagée (à l'arrière ou à l'avant du train), le type de wagons utilisés⁵ (Arbel ou Breda) et si le train transporte des marchandises dangereuses. Il actionne ensuite un des commutateurs sur son pupitre pour indiquer au conducteur que la mission est prête pour le départ.

⁵ Le conducteur a besoin de savoir si le train est constitué de wagons Arbel afin de vérifier à l'arrivée sur un quai que l'alimentation des caténaires est isolée (voir la section 4.6.3)

En recevant ce rapport du chef du train, le conducteur demande une voie au Centre de contrôle ferroviaire (RCC) en appuyant sur un bouton de sa radio. Dès qu'il reçoit un signal de démarrer, le conducteur vérifie s'il a reçu un signal du chef de train confirmant que la mission est prête pour le départ puis il applique une traction et desserre les freins pour permettre au train de sortir du quai.

Les navettes en partance sont supervisées par trois agents de feu (AdF). Les consignes de travail destinées aux AdF expliquent que leur rôle principal consiste à identifier l'apparition de fumée ou de flammes et à vérifier si des clients ou d'autres personnes sont encore dans les véhicules. Si l'un des AdF identifie tout problème de ce type, il est tenu de contacter immédiatement le RCC pour arrêter le train en partance. Dans un tel cas de figure, la navette est déviée de la direction initialement prévue pour revenir vers le quai où le problème est alors étudié. Ce poste des AdF a été mis en place suite au premier feu déclenché dans le tunnel sous la Manche en 1996.

Sur le terminal britannique, ce rôle est rempli par deux des agents chargés du calage des poids lourds et par le coordinateur de la sécurité des quais (PSC) (un superviseur du chargement qui intervient sur les quais). Avant le départ d'une mission, les deux agents qui ont calé les véhicules sur la rame arrière se positionnent respectivement en bas de la rampe du passage supérieur 4 et sur ce même pont, d'où il peut observer le train. Le coordinateur de la sécurité des quais se place lui-même sur la rampe du passage supérieur 3 en ligne avec le chargeur du milieu. Ce rôle d'AdF rempli par le coordinateur a

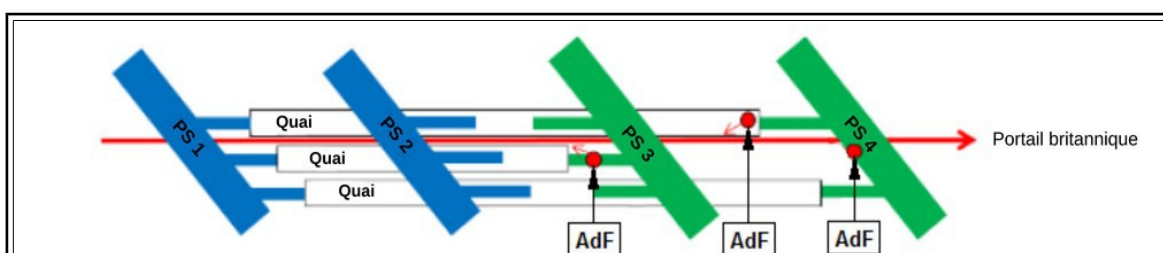


Figure 25 : Position des AdF au départ d'une mission constituée de wagons Arbel

été ajouté après l'incendie de 2008.

La stratégie consiste à placer deux agents près du passage supérieur 4 pour regarder la rame avant et le PSC sur la rampe du passage supérieur 3 pour observer la rame arrière.

La figure 26 montre la vue d'ensemble qu'ont ces AdF lorsqu'ils effectuent leurs tâches.



Figure 26 : Vue des AdF d'un train en partance

3.1.12 - Le rôle des agents embarqués

Pendant la circulation des trains

Le conducteur démarre lorsque la signalisation le lui permet et sous réserve d'avoir reçu du chef de train l'indication « *conduite autorisée* ». Il assure la conduite de son train dans le respect de la signalisation. Il est attentif à détecter toute situation anormale notamment par l'écoute des bruits et la détection des odeurs et fumées.

Le chef de train se tient à son poste de travail sauf si une tâche particulière l'en écarte. Il surveille le bon fonctionnement des équipements de la navette. Il est attentif aux éventuelles alarmes.

En cas d'évacuation

Le chef de train avise le conducteur si une évacuation lui semble nécessaire.

Le conducteur en avise le contrôleur trafic ferroviaire (RTM) avec qui il se met d'accord. Il informe alors le chef de train de la décision d'évacuation.

Le conducteur effectue un arrêt contrôlé. Il avise le chef de train lorsque cet arrêt est effectif.

Le chef de train dirige l'évacuation vers le tunnel de service. Il est assisté par tout agent certifié éventuellement présent à bord du train qui se met sous ses ordres. Quand tous les voyageurs sont dans le tunnel de service, et que le conducteur a vérifié que la voiture est vide, il en avise le centre de contrôle ferroviaire (RCC). Il avise également le RCC que tous les voyageurs sont à bord du train de secours, lorsque l'évacuation vers l'extérieur est assurée ainsi.

À son arrivée, l'équipe de première ligne (FLOR) prend en charge la sécurité des personnes évacuées et prête assistance au chef de train, en fonction des besoins.

3.1.13 - L'organisation des secours en cas d'incendie

3.1.13.1 - Principes d'organisation

L'alerte des services de secours en cas d'urgence est de la responsabilité d'Eurotunnel.

En règle générale, le centre de contrôle ferroviaire (RCC) est chargé de coordonner les interventions de secours dans le tunnel.

Lorsque la gravité de l'accident nécessite l'intervention de moyens de secours extérieurs à Eurotunnel, et si l'accident a eu lieu sur la partie française de la concession, le Préfet du Pas-de-Calais ou son représentant peut décider de mettre en œuvre le plan de secours spécialisé (PSS), s'il juge que les moyens français seront suffisants ou le plan binational d'urgence (BINAT), s'il juge que des moyens britanniques seront également nécessaires.

3.1.13.2 - Moyens de secours

Le centre de secours

Un centre de secours (FEMC) est implanté dans chacun des deux terminaux de Folkestone et de Coquelles.

Le centre de secours est adjacent au portail du tunnel. Il sert de base opérationnelle à la FLOR et de lieu de stationnement des véhicules spécialisés.

Un agent de la société sous-traitante d'Eurotunnel chargée des tâches de la FLOR Fr est présent normalement au FEMC de Coquelles. Il possède les mêmes informations relatives aux détecteurs de fumées et de flammes que le contrôleur détection d'incendie du RCC.

Les personnels de secours

L'organisation de la lutte contre l'incendie repose sur deux niveaux de personnel susceptible d'intervenir :

- la première ligne de secours (FLOR) : côté français, ce sont des agents d'une société sous-traitante d'Eurotunnel, formés aux tâches d'agents de sécurité incendie (ASI) pour le tunnel. Côté britannique, ce sont des sapeurs-pompiers de la Kent Fire Brigade travaillant pour Eurotunnel 24h sur 24. Neuf ASI français et huit britanniques sont présents en permanence pour pouvoir intervenir. Ils assurent des patrouilles régulières dans le tunnel, ces patrouilles étant alternativement française ou anglaise.
- la seconde ligne de secours (SLOR) : Ce sont des sapeurs-pompiers des centres de secours extérieurs qui viennent, sur appel d'Eurotunnel, combattre l'incendie et assurer les secours aux personnes. La SLOR comprend également des services de police et des services médicaux d'urgence.

Les véhicules à disposition des sapeurs-pompiers

Sept véhicules STTS d'urgence sont présents dans chacun des centres de secours, soit 14 pour l'ensemble du tunnel. Ce sont :

- 4 STTS incendie et secours dont deux dans chaque pays sont utilisés par les FLOR ;
- 2 STTS ambulances ;
- 1 STTS de commandement et de communication (STTS-Com). En cas d'urgence binationale le STTS-Com de chaque pays est utilisé pour mettre en place un poste de commandement avancé conjoint.

En outre, en cas de besoin, les services de secours peuvent utiliser les STTS maintenance et les voitures légères d'Eurotunnel.



Figure 27 : STTS incendie et secours

3.1.14 - Le système de gestion de la sécurité d'Eurotunnel

Au moment de l'incendie du 17 janvier 2015, le système de gestion de sécurité était défini dans un document intitulé « *Système de gestion de la santé et la sécurité* » SAFD 1000. Ce document a été élaboré en 2008 et a été révisé 6 fois, la dernière datant du 27 février 2014.

L'un des principes du système de gestion de sécurité d'Eurotunnel énoncé dans le document SAFD 1000 précise que les systèmes techniques et les procédures d'exploitation sont satisfaisants dans la mesure où ils « *ont empêché l'apparition d'incidents graves ou d'événements lourds de conséquences* ».

En conséquence, la démarche d'Eurotunnel en matière de gestion continue de la sécurité est la suivante :

- garantir que les membres du personnel ont les compétences requises pour exploiter les systèmes conformément aux procédures ;
- mesurer et évaluer le niveau de conformité des tâches à effectuer par rapport aux normes et aux procédures applicables ;
- utiliser le « *retour d'expérience en matière d'exploitation* » (REX) pour tirer profit des incidents et accidents survenus,
- lorsque des systèmes techniques, normes ou procédures sont modifiés, veiller à ce que le niveau général de sécurité soit au moins aussi élevé que précédemment (conformément au principe de sécurité français de « *globalement au moins équivalent – GAME* »).

Les éléments du système de gestion de la sécurité concernés par cette enquête sont ceux relatifs à la gestion des modifications et des recommandations.

3.1.14.1 - Démarche en matière de gestion des modifications

La procédure ORF9 0590, « *Procédure pour gérer les modifications techniques* », décrit les processus utilisés par Eurotunnel pour gérer ses activités associées à la mise en œuvre de changements en lien avec la sécurité.

Afin de gérer les risques associés à une modification, le document ORF9 0590 explique que la démarche d'Eurotunnel consiste à identifier et à évaluer les dangers associés aux changements proposés et de mettre en place les mesures d'atténuation nécessaires.

Le processus d'évaluation est basé sur les pratiques française et britannique en matière d'évaluation des risques. Il est généralement conforme aux approches suggérées à l'article R 4121-1 du Code du travail en France et de la « *Health and Safety Commission* » au Royaume-Uni dans son code de pratique intitulé « *Management of Health and Safety at Work* ».

Le risque associé à chaque danger est déterminé par deux éléments :

- la fréquence à laquelle le danger apparaît ;
- la gravité des conséquences corporelles.

Si la modification se traduit par une augmentation du risque, les mesures d'atténuation nécessaires sont définies. Le risque résiduel après la mise en œuvre des mesures d'atténuation doit répondre au principe GAME (à savoir, le niveau global de sécurité doit au moins être équivalent à celui qui existait avant le changement).

La procédure ORF9 0590 stipule qu'Eurotunnel suit la Directive européenne en matière de sécurité 2004/49/CE ainsi que la réglementation n° 352/2009⁶ de la Commission européenne sur la méthode de sécurité commune (MSC) pour l'évaluation et l'examen des risques. Cela requiert l'intervention d'un organisme d'évaluation indépendant qui réexamine l'évaluation du risque préparée en vue de soutenir un changement important.

3.1.14.2 - Gestion des recommandations

Les recommandations délivrées dans des rapports des organismes d'enquête nationaux suite à un accident ou un incident sont examinées par Eurotunnel et transmises aux responsables concernés. Chaque directeur est chargé de faire des propositions puis de mettre en place des actions retenues.

Ces actions sont supervisées de manière centralisée par l'équipe de gestion de la sécurité d'Eurotunnel.

Cette équipe fournit à la Commission intergouvernementale (CIG) et au comité de sécurité du tunnel sous la Manche (CTSA) les réponses d'Eurotunnel aux recommandations et leur transmet régulièrement des rapports sur les actions mises en œuvre.

3.1.15 - La CIG et le CTSA

La Commission intergouvernementale (CIG), créée dans le cadre de l'article 10 du Traité de Canterbury (1986) est l'Autorité nationale de sécurité (ANS) pour le tunnel sous la Manche au sens de la Directive en matière de sécurité 2004/49/CE. La CIG est chargée de :

- la délivrance des certificats de sécurité aux entreprises qui exploitent les trains dans le tunnel sous la Manche ;
- l'agrément de sécurité d'Eurotunnel en tant que société responsable de l'infrastructure ;
- l'autorisation de mise en service dans l'infrastructure du tunnel sous la Manche des véhicules qui sont déjà agréés par d'autres États membres.

Le comité de sécurité du tunnel sous la Manche (CTSA) créée dans le cadre de l'article 11 du traité de Canterbury, conseille et assiste la CIG pour toutes les questions relatives à la sécurité dans le cadre de l'exploitation du tunnel sous la Manche. Elle ne donne pas de conseils en matière de protection de l'infrastructure, en dehors du contexte de la sécurité des personnes et de la sécurité des circulations ferroviaires.

En tant qu'Autorité nationale de sécurité (ANS) pour le tunnel sous la Manche, la CIG est chargée de garantir que les actions appropriées sont mises en œuvre en réponse aux recommandations des organismes d'enquête nationaux suite à un accident ou incident.

⁶ Désormais remplacé par le règlement d'exécution 402/2013

3.2 - La mission 7340

3.2.1 - La composition de la mission 7340

Le 17 janvier 2015, la mission 7340 était composée des véhicules suivants :

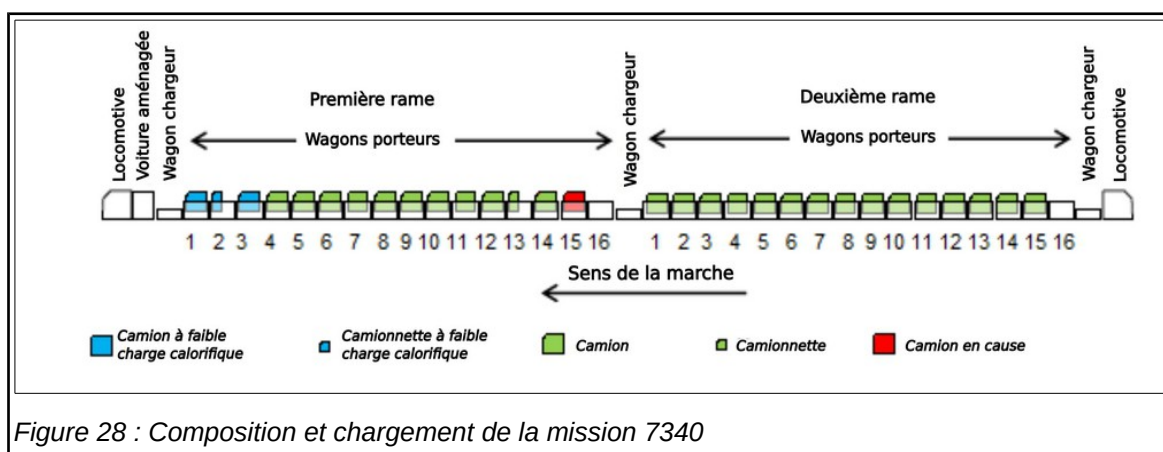
- une locomotive de tête n° 9701 ;
- une voiture aménagée n° 5904 ;
- un wagon chargeur avant n° 7801 ;
- 16 wagons Arbel sans pagode ;
- un wagon chargeur au milieu du train n° 7855 ;
- 16 wagons Arbel avec une pagode à l'avant ;
- un wagon chargeur arrière n° 7814 ;
- une locomotive de queue n° 9814.

3.2.2 - Le chargement de la mission 7340

Le chargement sur la mission 7340 était constituée de 28 camions et 2 camionnettes. Tous les wagons de transport étaient chargés avec un camion ou une camionnette, à l'exception du dernier wagon de chaque rame qui était vide.

Le camion en cause était sur le wagon de transport n° 15 de la rame avant.

Il n'y avait aucun véhicule transportant des marchandises dangereuses identifié sur le plan de charge⁷. Les trois premiers camions sur la rame avant avaient été identifiés comme des véhicules à faible charge calorifique.



3.2.3 - Le camion en cause

Le semi-remorque impliqué dans l'incident appartenait et était exploité par Giraud International en Roumanie, société affiliée au groupe Geodis depuis 2009.

Il comprenait un véhicule tracteur MAN et une remorque Krone.

⁷ Le plan de charge est un document préparé par le personne d'Eurotunnel pour chaque mission qui affiche le nombre de véhicules et de passagers affectés à ladite mission. Il identifie également les véhicules qui transportent des marchandises dangereuses et ceux à faible charge calorifique.

La remorque était une semi-remorque bâchée à 3 essieux transportant des freins à tambour en fonte.



Figure 29 : Le camion en cause pendant l'embarquement

4 - Compte rendu des investigations

4.1 - Le chargement et le départ du train

4.1.1 - Le résumé des témoignages

Note : Les résumés présentés dans ce paragraphe sont établis par les enquêteurs techniques sur la base des déclarations et des témoignages dont ils ont eu connaissance, en retenant les éléments qui paraissent utiles à la compréhension des événements. Il peut donc y avoir des divergences entre les différents témoignages, ou avec des constats présentés par ailleurs, ou avec la description des faits retenue par les enquêteurs telle qu'elle apparaît au chapitre 5.

4.1.1.1 - Le témoignage de l'équipe de chargement et des agents de feu (AdF)

L'équipe de chargement a commencé son service à 8 h le samedi 17 janvier 2015 et a effectué 3 ou 4 opérations de déchargement/chargement avant la mission 7340. Le temps ce jour-là était sec et la visibilité bonne.

Les agents dans la zone de vérification des bâches n'ont rien remarqué d'anormal sur le camion en cause et ce dernier a été affecté à la rame avant de la mission 7340 qui partait du quai B9.

L'agent responsable du chargement en bas de la rampe du passage supérieur 2 vers le quai B9 avait testé, avec des résultats probants, le détecteur d'antenne avant de passer au chargement des véhicules.

Le détecteur d'antenne s'est déclenché pour le 3^e ou le 4^e camion durant la séquence de chargement. Lors de l'inspection visuelle, l'agent n'a rien noté d'anormal et le camion a été embarqué sur la mission 7340. Le détecteur d'antenne ne s'est plus déclenché lors du chargement de la rame avant.

Durant les opérations de calage des camions sur la rame avant, les agents ont remarqué que quelque chose était branché sur l'allume-cigare d'un véhicule sur le wagon porteur 2. Le chauffeur était déjà dans le bus lorsque cela a été constaté. À la fin de la séquence de chargement et avant d'entrer dans la voiture aménagée, le chauffeur du véhicule a été invité à débrancher l'appareil.

Lors des opérations de calage des camions sur la rame avant, les agents ont également remarqué que le chauffage de la cabine d'un camion situé sur le wagon porteur 5 ou 6 était resté allumé. Ils demandèrent au chauffeur qui se trouvait encore près du véhicule de régler immédiatement le problème.

L'agent à la base de la rampe du passage supérieur 2 a calé les deux derniers camions sur la rame avant, y compris le véhicule lié à l'incident.

Lors des opérations de calage sur la rame arrière, aucun poids lourd ne fut identifié avec des anomalies nécessitant d'être corrigées.

Les deux agents chargés de caler les camions sur la rame arrière étaient deux des trois AdF présents au départ de la mission 7340. L'un s'était placé en bas de la rampe du passage supérieur 4 et l'autre en haut de ce même passage supérieur.

Lors du départ de la mission 7340, l'AdF placé en bas de la rampe du passage supérieur 4 avait identifié ce qui lui semblait être une antenne métallique qui paraissait

être à une hauteur supérieure à la normale sur le dernier camion de la rame avant. Il n'était pas certain que la hauteur de l'antenne était hors norme.

L'AdF en parla avec le chauffeur du bus destiné à la trame arrière qui se trouvait à proximité à ce moment-là et qui lui rappela que la plate-forme était équipée d'un détecteur d'antenne. L'AdF ne prit aucune mesure supplémentaire en la matière. L'AdF en était à son 4^e service sur site depuis la fin de sa formation.

L'AdF qui se trouvait sur le passage supérieur 4 et observait d'en haut pour vérifier les camions n'a rien remarqué d'anormal.

L'équipe de chargement fut informée de l'incident environ 30 minutes après le chargement de la mission 7340 lorsqu'on leur demanda de cesser leurs activités. Ils furent interrogés par Eurotunnel peu de temps après que l'AdF qui avait détecté quelque chose d'inhabituel eut transmis ses doutes concernant l'antenne.

4.1.1.2 - Le témoignage de la conductrice du train

La conductrice a pris son service à 9 h 45 le 17 janvier 2015 au terminal de Coquelles.

Son premier tour de service consistait à conduire la mission 7180, c'est à dire la navette fret Coquelles – Folkestone de 10 h 58. Ce trajet s'est déroulé sans incident et la mission 7180 est arrivée à Folkestone à 11 h 30.

À Folkestone, elle reste dans le train, qui devient alors la mission 7340 et quitte Folkestone à 11 h 57.

Elle voit qu'il y a un agent de feu sur le quai de départ. Il lui semble qu'il n'y en a pas sur le pont au départ de la Grande-Bretagne⁸. Elle n'est pas arrêtée avant de rentrer dans le tunnel. Le train entre dans le tunnel sans incident particulier.

Aux alentours de PK12, elle constate que son train a perdu son alimentation électrique et déclenche un arrêt contrôlé conformément aux exigences de la procédure ORT2 001 – « *Instructions de référence pour conducteur* », entraînant l'immobilisation du train au CP1138.

Elle baisse ensuite les pantographes sur les locomotives et informe le RCC de l'arrêt contrôlé. Sur instruction, elle relève les pantographes sur les locomotives et vérifie que le courant a été rétabli.

Elle reprend alors son parcours en respectant les consignes du RCC de ne pas dépasser les 100 km/h.

4.1.1.3 - Le témoignage du chauffeur du camion en cause

Suite à l'incident, le chauffeur du camion en cause a été interrogé par la police française⁹.

Il a confirmé qu'il traversait régulièrement la Manche, via le tunnel ou sur un ferry et que l'opération de chargement ce jour-là s'était passée sans incident.

Il a également confirmé que son semi-remorque était équipé d'une radio CB et d'une antenne rigide.

⁸ Ce point n'a pas été confirmé par l'enquête.

⁹ L'entretien a été mené avec l'assistance d'un interprète car le chauffeur est roumain

Le chauffeur a reconnu, par l'intermédiaire de son employeur, que l'extrait de l'enregistrement de vidéosurveillance (figure 30) montrait bien son antenne rigide attachée à l'arrière de la cabine de son camion.

Il n'a pu donner que des détails limités sur son antenne : le nom du fournisseur où il l'a achetée et a déclaré se souvenir d'avoir baissé l'antenne le 5 janvier 2015 et de ne pas l'avoir relevée depuis cette date.

4.1.2 - Les données électroniques

Les deux locomotives de la mission 7340 étaient équipées d'un système ATESS (Acquisition et traitement des événements de sécurité en statique) qui enregistre l'heure, la vitesse, la distance et les actions du conducteur du train.

En outre, les enquêteurs ont eu accès aux enregistrements du système de télévision en circuit fermé (CCTV) positionné en divers endroits sur le terminal de Folkestone d'Eurotunnel et à l'intérieur du tunnel.

L'horloge interne du système ATESS des locomotives n'est pas synchronisée avec l'heure utilisée par le système CCCTV. Les enquêteurs ont donc ajusté l'horloge de l'ATESS pour qu'elle corresponde à l'heure affichée sur le CCTV. Le système se base sur l'heure de l'Europe centrale.

4.1.2.1 - L'enregistreur de données embarqué sur le train

Les données du système ATESS montrent que le conducteur de la mission 7340 a commencé à préparer la locomotive n° 9701 pour ce trajet à 11 h 36.

Il a reçu l'autorisation de partir à 11 h 56 et la navette a démarré à 11 h 57.

Conformément à la pratique habituelle, la vitesse de départ était limitée à 40 km/h par le système de signalisation en cabine. Alors que le train a continué d'accélérer, la vitesse limite est passée à 60 km/h.

La locomotive de tête a pénétré dans le tunnel à 11 h 59 min 41 s. La mission 7340 circulait à environ 50 km/h à ce moment-là.

À 12 h 00 min 08 s et 12 h 00 min 10 s, les disjoncteurs principaux se sont déclenchés respectivement sur les locomotives de tête et de queue.

À 12 h 00 min 32 s, le conducteur de la mission 7340 a commencé à freiner. Le train circulait alors à une vitesse de 59 km/h.

À 12 h 00 min 40 s, la vitesse limite est portée à 100 km/h par le système de signalisation en cabine puis à 140 km/h à 12 h 00 min 54 s.

Entre 12 h 00 min 56 s et 12 h 01 min 38 s, le conducteur de la mission 7340 a freiné et relâché le frein plusieurs fois pour arrêter le convoi dans le tunnel au point CP1138 entre le PK 11 et le PK 12 (ceci étant lié à la perte de puissance de traction à 12 h 00 min 08 s).

À 12 h 03 min 40 s, le train a repris sa course et accéléré jusqu'à atteindre la vitesse limite de 100 km/h ; vitesse atteinte à 12 h 07.

Le train a maintenu cette vitesse jusqu'à 12 h 24.

4.1.2.2 - Les enregistrements du système de vidéosurveillance

Peu de temps après l'incident, Eurotunnel a visionné les enregistrements de vidéosurveillance montrant le semi-remorque situé sur le wagon porteur n° 15 de la rame avant de la mission 7340. Ces données ont permis d'établir les faits suivants.

Le camion associé à l'incident traversait le tunnel du continent vers le Royaume-Uni le vendredi 16 janvier 2015 en utilisant les services d'Eurotunnel. Lors de ce trajet, il a été affecté à la rame avant sur un wagon Breda de la navette (mission 7319) au départ de Coquelles. Ce trajet s'est déroulé sans incident.

Le samedi 17 janvier 2015, ledit camion est entré dans le terminal de Folkestone par les bornes d'enregistrement automatiques à environ 10 h 35.

Le détecteur de hauteur hors norme ne s'est pas déclenché à l'approche des bornes d'enregistrement automatiques.

Le camion en cause a passé les contrôles de sécurité avec les douanes britanniques et françaises. Il n'a pas été sélectionné pour une enquête plus approfondie et s'est dirigé directement vers la zone de vérification des bâches.

L'enregistrement du CCTV des lieux suivants a été mis à la disposition des enquêteurs :

- la zone de vérification des bâches au moment de l'opération d'affectation ;
- le quai B9 lors de l'opération de chargement ;
- le portail britannique au moment où le train est entré dans le tunnel ;
- le point CP1114 où la navette s'est arrêtée une première fois.

Le système de vidéosurveillance de la zone de vérification des bâches

L'enregistrement du camion en cause passant à 10 h 43 par la zone de vérification des bâches montre ce qui semble être une antenne fouet qui dépasse de l'avant de la remorque.

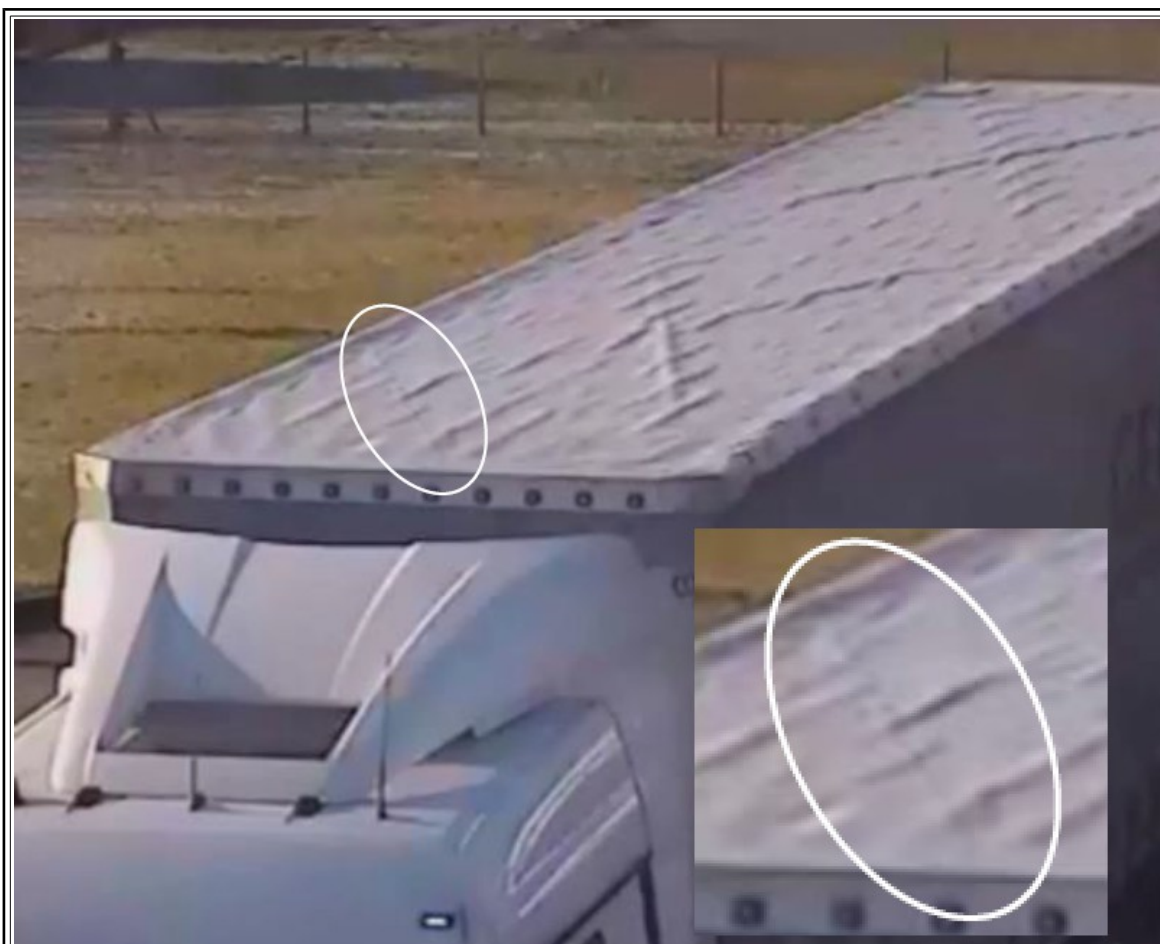


Figure 30 : Extrait de l'enregistrement vidéo sur la zone de vérification des bâches

L'enregistrement vidéo montre l'antenne fouet qui oscille alors que le camion fait un bref arrêt dans la zone de vérification des bâches.

Le système vidéosurveillance sur le quai B9

Plusieurs caméras vidéo filment le quai B9. Elles montrent toutes les mêmes événements.

À 11 h 38, les camions destinés à embarquer sur la mission 7340 sont libérés de la zone de parking.

À 11 h 41, une file de camions sur le passage supérieur 2 est prête à monter sur la trame avant de la mission 7340 avec le véhicule de tête arrêté en bas de la rampe du quai B9, en ligne avec le détecteur d'antenne (figure 31).

À 11 h 42, le déchargement de la mission 7180 alors achevé, l'agent placé au niveau du wagon chargeur du milieu s'approche du bas de la rampe. Il fait signe au chauffeur du camion de tête de ligne d'attendre.

L'agent s'arrête quelques secondes près du panneau de commande du détecteur d'antenne, probablement pour tester le système¹⁰.

L'agent se dirige ensuite vers l'arrière du véhicule de tête (figure 31).

¹⁰ La qualité de l'enregistrement vidéo n'est pas suffisante pour pouvoir formellement affirmer qu'il a fait des essais, mais il faut seulement quelques secondes à un agent pour tester le système.

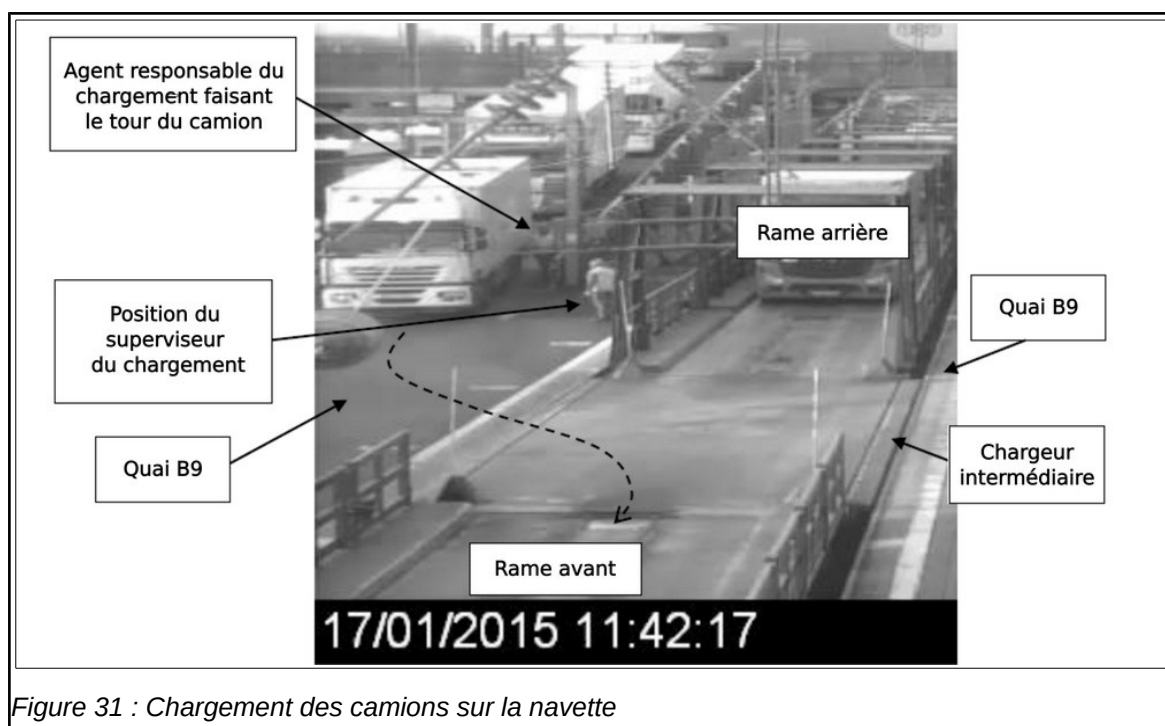


Figure 31 : Chargement des camions sur la navette

Pendant ce temps, le superviseur de chargement¹¹ l'a rejoint en bas de la rampe et s'est placé du côté opposé au panneau de commande du détecteur d'antenne.

À 11 h 42 min 30 s, l'agent qui se trouve en bas de la rampe achève son tour du camion en tête de file et est revenu auprès du panneau de contrôle du détecteur d'antenne. Il fait signe au chauffeur de ce camion de monter sur la navette. Le chargement de la rame avant de la mission 7340 commence.

Entre 11 h 42 min 30 s et 11 h 47 min, le processus suivant a été appliqué :

- l'agent en bas de la rampe se trouve dans la même position, près du panneau de commande du détecteur d'antenne,
- le superviseur de chargement est dans la même position de l'autre côté des camions,
- les véhicules, en mouvement continu, passent devant le détecteur d'antenne, entre deux agents et montent sur le wagon chargeur.

À 11 h 46 min 20 s, le camion en cause passe devant le détecteur et à 11 h 46 min 40 s, il monte sur le wagon chargeur.

À 11 h 47 min 35 s, ce camion s'arrête finalement sur le wagon porteur n° 15 de la rame avant. Le chargement de la mission 7340 est alors achevé, celui de la rame arrière étant également terminé.

L'agent en bas de la rampe s'approche du camion en cause pour effectuer l'opération de calage.

Le superviseur de chargement est à ce moment-là retourné à son véhicule sur le quai B10. Il a démarré son véhicule et a utilisé le wagon chargeur du milieu pour rejoindre le quai B9 où il s'est arrêté. Il relève les passerelles sur le chargeur du milieu, avant de retourner à son véhicule. Il disparaît ensuite du champ de vision des caméras du circuit vidéo.

¹¹ Le superviseur de chargement est un agent d'Eurotunnel qui intervient sur l'ensemble des quais et qui a pour rôle de garantir l'exécution des opérations de chargement dans les délais impartis.

À 11 h 54, tous les passagers sont à bord de la voiture aménagée. Les passerelles sur tous les wagons chargeurs ont été relevées. À 11 h 55 min 30 s, les portes de la voiture aménagée sont fermées.

À 11 h 57 min 07 s, la mission 7340 prend le départ.

Le système de vidéosurveillance au portail britannique

Plusieurs caméras vidéos filment le portail du tunnel. Elles montrent toutes les mêmes événements qui sont illustrés figure 32.

La mission 7340 est entrée dans le tunnel à 11 h 59 min 41 s.

À 12 h 00 min 08 s, alors que le camion chargé sur le wagon porteur n° 15 de la rame avant pénètre dans le tunnel, un arc électrique se déclenche entre la caténaire et le camion.

À 12 h 00 min 36 s, la locomotive de queue de la mission 7340 passe le portail du Royaume-Uni. La mission 7340 est intégralement à l'intérieur du tunnel sous la Manche.



Figure 32 : Entrée du train 7340 dans le tunnel

Le système de vidéosurveillance au rameau de communication CP1114

Le troisième rameau de communication (ou cross passage), le CP1114, est équipé d'une caméra du circuit vidéo.

L'enregistrement vidéo montre que la locomotive de tête de la mission 7340 est passée devant cette caméra à 12 h 01.

À 12 h 01 min 35 s, la mission 7340 s'est arrêtée avec l'extrémité avant du wagon porteur n° 11 de la rame avant alignée sur le CP1114.

À 12 h 03 min 37 s, la mission 7340 se remet en marche.

À 12 h 04 min 10 s, tandis que la cabine du camion en cause passe devant le CP1114, l'intérieur de la cabine du tracteur semble rempli de fumée.



Figure 33 : Passage du camion en cause au CP 1114

4.1.3 - Le résumé des procédures associées à Eurotunnel

Le chargement du train suivait les règles applicables au moment de l'incident telles que décrites dans le document ORT2 0406 « *Service client au Royaume-Uni : Instructions de références pour les agents du service client* ». Le chargement de la mission 7340 était conforme à cette procédure.

Les enquêteurs ont revu l'intégralité du processus utilisé par Eurotunnel pour charger les camions sur les navettes fret et en concluent que le détecteur d'antenne était le seul système prévu pour repérer les antennes de dimension hors norme. En outre, aucun des agents de chargement, y compris ceux qui se trouvaient en bas de la rampe¹², n'était tenu d'identifier les antennes de hauteur hors norme¹³.

La composition du train était conforme aux règles en vigueur.

Les actions du conducteur et du personnel au sein du Centre de contrôle routier (RCC) suite à l'arc électrique à hauteur du portail étaient conformes aux instructions. Les procédures n'exigeaient pas d'effectuer des inspections visuelles du train avant qu'il ne sorte du tunnel à l'autre extrémité. La limitation de vitesse imposée de 100 km/h prévue par les procédures est justifiée par l'hypothèse que la perte d'alimentation pourrait avoir été provoquée par une bâche desserrée.

¹² Conformément à la procédure, l'agent en bas de la rampe répond uniquement aux alarmes déclenchées par le détecteur d'antenne. Les agents peuvent décider d'entreprendre une inspection visuelle des poids lourds, mais cela n'est pas prévu dans les instructions opérationnelles. C'est uniquement si le détecteur d'antenne est inopérant, que l'agent est tenu d'effectuer une vérification visuelle des antennes des camions.

¹³ Depuis l'incident, les agents chargés de vérifier les bâches ont également pour mission d'identifier les antennes fouet et d'affecter les camions qui en sont pourvus sur des wagons Breda.

4.1.4 - La hauteur du camion et de l'antenne

Les sociétés MAN et Krone ont respectivement donné des informations sur les dimensions du tracteur et de la remorque. À l'aide de ces données, les enquêteurs ont calculé que la hauteur du tracteur devait se situer entre 3 895 et 3 975 mm et celle de la remorque entre 3 908 et 4 183 mm (sans l'antenne fouet) selon la configuration du système de suspension.

Ces hauteurs sont conformes aux exigences d'Eurotunnel, stipulant que les véhicules transportés sur une navette fret ne pouvaient atteindre une hauteur supérieure à 4 200 mm. Ce qui est également cohérent avec l'absence d'activation du détecteur de hauteur hors norme situé à l'entrée du terminal (réglé sur 4 250 mm).

Sur la base des enregistrements de la vidéosurveillance et des données fournies par Krone, les enquêteurs ont estimé que l'antenne visible sur la figure 30 s'élevait approximativement à 500 mm au-dessus de la hauteur du camion. Elle dépassait donc la hauteur maximale de 4 200 mm pour toute configuration de remorque (minimum 4 408 mm, maximum 4 683 mm).

L'inspection qui a suivi l'incident du camion brûlé n'a pas permis de retrouver l'antenne rigide.

Les enquêteurs ont contacté le fournisseur où le chauffeur du camion avait acheté l'antenne, qui leur a affirmé ne vendre que des antennes CB de type ML 145. Il s'agit d'un type courant d'antenne, d'une longueur approximative de 1 450 mm, fixée au moyen d'une base magnétique pour en faciliter l'installation.

L'orientation de l'antenne par rapport à la base peut être réglée et verrouillée en position par une vis. L'antenne fouet est fabriquée en acier inoxydable et conique. Le diamètre de la pointe de l'antenne est environ de 1 mm.

Dans la mesure où il subsiste des doutes sur le fait que c'est bien le type d'antenne qui a été fixé sur le camion en cause, les enquêteurs ont fait une étude sur les antennes CB afin de déterminer leur diamètre probable. D'après leurs résultats, le diamètre de ces antennes est en général entre 1 et 2 mm.

4.1.5 - Le détecteur d'antenne

4.1.5.1 - Description du système

Depuis le début de l'exploitation du tunnel sous la Manche en 1994, un détecteur d'antenne est installé à la base des rampes qui donnent accès aux quais.

Eurotunnel avait initialement installé ce système, car l'entreprise redoutait que des antennes trop hautes n'entrent en contact avec la ligne caténaire lors des opérations de chargement et de déchargement. Lorsque Eurotunnel a commencé à exploiter l'installation, tous les wagons porteurs étaient équipés d'un toit, ce qui garantissait l'absence de contact avec la caténaire dès lors que les camions étaient chargés sur les wagons.

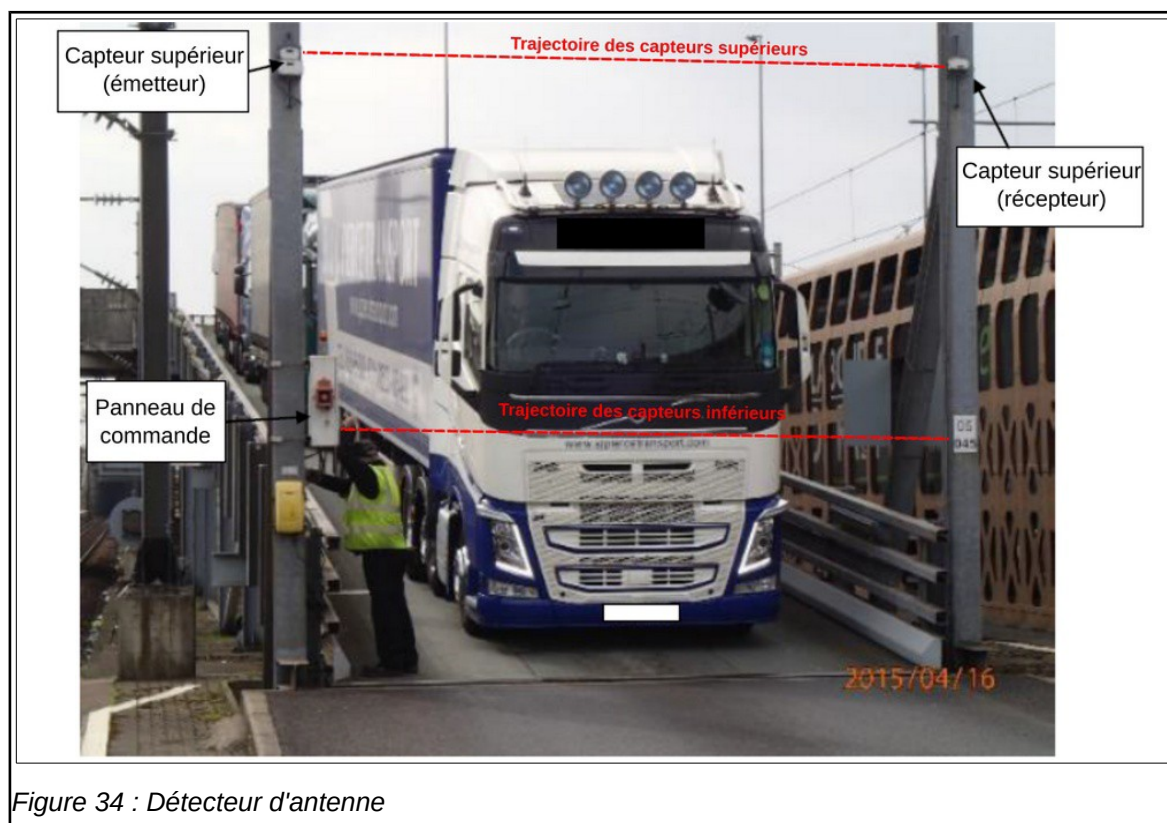
Cependant, afin de se déplacer du quai vers les wagons porteurs, les poids lourds doivent transiter sur des wagons de chargement qui n'ont jamais été équipés de toiture. En conséquence, lors du bref passage des camions sur le wagon chargeur, il existait un risque potentiel de contact entre une antenne élevée et la caténaire.

Le détecteur d'antenne fonctionne en permanence. Il est installé en bas de chaque rampe de chargement.

Il est composé de deux ensembles de capteurs reliés à un contrôleur logique programmable (CLP) qui analyse les données reçues et répond en conséquence. Le CLP est situé dans un panneau de commande qui est fixé au portail supportant les capteurs. Le panneau de commande contient également l'alimentation et les sirènes.

Les capteurs inférieurs (un émetteur et un récepteur) sont fixés des deux côtés du portail. Ces capteurs sont approximativement à 1,85 m au-dessus du niveau de la route et servent à détecter la présence d'un camion.

Les capteurs supérieurs (un émetteur et un récepteur, également de chaque côté du portail) servent à détecter la présence d'une antenne à hauteur du toit des véhicules et sont installés à 4 250 mm au-dessus du niveau de la route.



La logique du principe est la suivante : une activation confirmée qui dure plus de 100 ms au niveau des capteurs inférieurs déclenche le balayage des capteurs supérieurs durant 5 secondes (indépendamment d'une perte brève [<1 seconde] de détection des capteurs inférieurs). De fait, c'est uniquement la partie du camion qui passe devant ces capteurs durant les 5 secondes qui est scannée par le détecteur d'antenne de hauteur hors norme. À une vitesse de passage devant le détecteur d'antenne de 2 km/h, seuls les deux premiers 2,8 m du camion sont scannés. Si la vitesse du camion augmente, la longueur analysée augmente d'autant.

Le balayage par les capteurs supérieurs se poursuit jusqu'à ce que les 5 secondes soient écoulées. Ce processus est réinitialisé chaque fois que l'activation des capteurs inférieurs est perdue pendant 1 seconde ce qui représente l'écart entre les camions).

4.1.5.2 - Disponibilité et fiabilité du système

Les capteurs supérieurs ont été fournis par la société Leuze (en Allemagne) et, tels qu'ils ont été installés par Eurotunnel, sont théoriquement capables de détecter des objets d'un diamètre aussi petit que 0,8 mm.

L'agent situé en bas de la rampe est tenu de tester le fonctionnement du détecteur d'antenne avant chaque séquence de chargement. Ces tests impliquent de bloquer le capteur inférieur (pour simuler la présence d'un camion) tout en appuyant sur un bouton de test sur le panneau commande. Ce bouton active un moteur qui entraîne un bras (5 mm de diamètre) devant les capteurs supérieurs. Lorsque le capteur détecte le bras, cela déclenche l'alarme et confirme à l'agent que tous les composants du détecteur fonctionnent normalement.

Eurotunnel n'a pas été en mesure de fournir les spécifications techniques d'origine à partir desquelles le détecteur a été conçu en 1994. Les enquêteurs ont contacté Leuze, le fournisseur des capteurs supérieurs du détecteur d'antenne, afin de comprendre la vitesse maximale autorisée du passage d'une antenne devant les capteurs pour garantir la fiabilité de la détection. Sur la base des caractéristiques du capteur, Leuze a indiqué après l'accident que la vitesse maximale pour une détection fiable d'une antenne de 1 mm est approximativement de 1 km/h, vitesse pouvant atteindre approximativement 2 km/h pour une antenne d'un diamètre de 2 mm.

Sur la base des enregistrements du circuit de vidéosurveillance, les enquêteurs ont estimé que le camion circulait à une vitesse entre 4 km/h et 5,6 km/h lorsqu'il passait devant les capteurs. Ils ont également confirmé que c'était la vitesse normale des autres camions chargés.

La plage de vitesse (4 km/h et 5,6 km/h) est nettement supérieure à la vitesse déclarée par Leuze pour une détection fiable (1 km/h à 2 km/h selon la taille de l'antenne) et peut expliquer la raison pour laquelle le détecteur d'antenne ne s'est pas activé avec le camion en cause le jour de l'événement. Le graphique ci-dessous montre la plage de vitesse pour une détection fiable d'antennes de différents diamètres (d'après la technique de calcul fournie par Leuze) ainsi que la vitesse à laquelle roulait le camion.

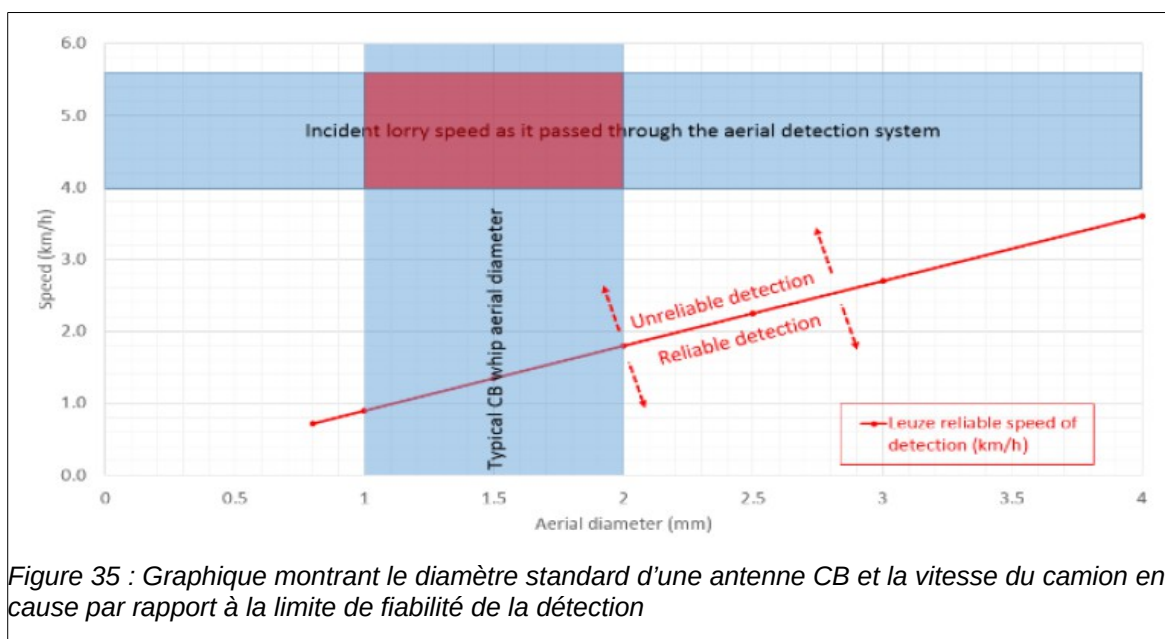


Figure 35 : Graphique montrant le diamètre standard d'une antenne CB et la vitesse du camion en cause par rapport à la limite de fiabilité de la détection

En juillet 2015, Eurotunnel testait un de ses détecteurs d'antenne afin d'évaluer la fiabilité de la détection. Les essais furent effectués avec des antennes de trois diamètres différents : 1, 1,5 et 2 mm. Les résultats du test pour un diamètre de 1 mm sont reproduits dans le tableau 1.

Vitesse (km/h)	Détection (oui/non)
24	Non
24	Non
22	Non
21	Non
16	Oui
16	Oui
14	Non
11	Non
10	Oui
6	Non

Tableau 1 – Résultats des tests d'Eurotunnel pour le détecteur d'antenne
Antenne de -1 mm de diamètre

Le nombre d'essais effectués par Eurotunnel ne permet pas de faire un calcul d'une courbe de probabilité de détection¹⁴. Néanmoins, les résultats montrent que la détection peut fonctionner à des vitesses élevées (16 km/h), mais ils montrent également que la détection ne peut être garantie même à des vitesses plutôt réduites (6 km/h). La vitesse très lente de passage requise devant les capteurs pour garantir la détection des antennes peut expliquer la raison pour laquelle le détecteur ne s'est pas déclenché pour le camion en cause le jour de l'événement.

Les enquêteurs ont également calculé la fréquence naturelle d'oscillation d'une antenne fouet et, sur la base de l'amplitude probable de déviation visible sur l'enregistrement de la vidéosurveillance, ils ont estimé la vitesse maximale à laquelle l'antenne peut se déplacer lorsqu'elle oscille. Elle peut facilement être supérieure à la vitesse de détection fiable déclarée par Leuze. En outre, la vitesse d'oscillation peut s'ajouter à la vitesse du camion, ce qui rend la vitesse de passage de l'antenne devant le capteur encore plus rapide.

4.1.6 - Le rôle des Agents de Feu dans la détection des antennes

Les instructions opérationnelles destinées aux AdF sont décrites dans le document ORT2 0417 « *UK Sub contractor commercial operations instructions* » (Instructions des opérations commerciales des sous-traitants au Royaume-Uni). Conformément aux instructions, un AdF doit s'assurer qu'il n'y a pas :

- d'apparition de fumée ;

¹⁴ Une courbe de probabilité de détection dans ce cas quantifierait la fiabilité de la détection en termes de pourcentage par rapport à la vitesse de passage devant les capteurs.

- d'apparition de flammes ;
- de passagers dans les véhicules ;
- de congélateurs en marche ;
- de portes des locomotives ouvertes ;
- de personnes à bord ;
- d'autres anomalies.

Eurotunnel fournit les preuves attestant que des trains au départ sont arrêtés, en moyenne, une fois toutes les deux semaines par des AdF.

Bien qu'une antenne hors norme ait pu être interprétée comme une « anomalie », la vitesse du train sur le départ aurait rendu délicate la fiabilité de la détection. Les enquêteurs en conclurent donc que les AdF n'étaient pas censés détecter les antennes hors norme lors du départ.

Cependant, le 17 janvier 2015, l'AdF situé en bas de la rampe conduisant au passage supérieur 4 avait noté qu'une antenne sur le camion à l'origine de l'incident semblait dépasser la hauteur requise. Néanmoins, au lieu d'en informer le RCC immédiatement tel que cela est indiqué dans la procédure, il en a parlé avec la personne la plus proche, le chauffeur de bus de la rame arrière, afin d'avoir une seconde opinion.

Le chauffeur de bus, qui n'avait pas vu l'antenne sur le camion concerné, répondit qu'il pouvait parfois être difficile d'évaluer si une antenne était de dimension hors norme. Il rappela à l'AdF qu'il y avait un détecteur d'antenne au pied de la rampe et qu'elle aurait dû déclencher l'alarme si elle était trop haute. À partir de ces éléments, l'AdF a décidé de ne pas appeler le RCC pour déclencher une alarme.

Les enquêteurs ont observé que la caténaire se trouve à une hauteur plus élevée de 400 mm sur le terminal par rapport au tunnel (les portails étant les emplacements où la hauteur de la caténaire diminue). Cela se traduit par un écart approximatif de 1 000 mm entre le point le plus haut sur un camion et la caténaire au niveau du quai.

Avec l'antenne rigide qui dépasse approximativement de 500 mm au-dessus du point le plus élevé sur un camion, il reste 500 mm d'écart entre le haut de l'antenne et la caténaire. Cela a pu donner l'impression à l'agent de feu que l'antenne n'était pas forcément d'une hauteur hors normes.

4.1.7 - Le résumé des résultats clés associés au chargement et au départ du train

Le camion en cause a été chargé sur le wagon porteur n° 15 dans la rame avant de la mission 7340, un wagon Arbel sans pagodes.

Ce camion avait une antenne fouet attachée à l'arrière de la cabine. Cette antenne s'élevait à une hauteur supérieure à celle autorisée par les procédures d'Eurotunnel.

L'antenne n'a pas déclenché le détecteur situé en bas de la rampe probablement parce qu'elle bougeait à une vitesse trop élevée pour que le détecteur la repère avec fiabilité.

Le détecteur d'antenne est le seul système mis en place pour détecter les antennes d'une hauteur hors normes. En outre, aucun des agents impliqués dans le processus de chargement n'était tenu, conformément à la description de leur poste, de vérifier la hauteur des antennes hors normes. Néanmoins, l'un des AdF a identifié l'antenne, mais il n'était pas certain qu'elle soit trop haute et n'a pris aucune mesure supplémentaire.

Il y a eu un arc électrique entre la caténaire et le camion en cause. Du fait de la perte d'alimentation associée, la conductrice du train a fait un arrêt contrôlé à l'intérieur du tunnel, avec l'avant du convoi aligné sur le CP1138.

Une fois l'autorisation de repartir reçue du RCC, la conductrice a repris son parcours sans dépasser les 100 km/h.

Il semblerait qu'il y ait eu de la fumée dans la cabine du camion impliqué alors qu'elle passait à hauteur du rameau de communication CP1114.

4.2 - La circulation, les disjonctions et les arrêts du train 7340

4.2.1 - Le résumé des témoignages

Les résumés présentés dans ce paragraphe sont établis par les enquêteurs techniques sur la base des déclarations et des témoignages dont ils ont eu connaissance, en retenant les éléments qui paraissent utiles à la compréhension des événements. Il peut donc y avoir des divergences entre les différents témoignages, ou avec des constats présentés par ailleurs, ou avec la description des faits retenue par les enquêteurs telle qu'elle apparaît au chapitre 5.

4.2.1.1 - Témoignage du personnel à bord de la navette 7340

La conductrice de la navette 7340

La navette 7340 part de Folkestone à 11h57.

Le train entre dans le tunnel sans incident particulier. Vers le PK 12, la conductrice constate une perte de tension caténaire. Le règlement prévoit qu'elle doit faire un arrêt contrôlé, ce qu'elle exécute. Elle croit qu'elle s'est arrêtée au CP 1148 *[en fait il s'agit du CP 1138]* mais sans certitude car elle a perdu sa feuille de route dans l'incident. Elle baisse ses pantographes, informe le RCC et remonte ses pantographes. La tension étant revenue, elle reprend sa marche à la vitesse maximale de 100 km/h.

Pendant le parcours, elle constate des fluctuations de tension anormales (jusqu'à 27 200 volts).

A 12h23, le chef de train lui annonce une alarme incendie wagon. Elle appelle en urgence le RCC pour l'informer et continue de rouler n'ayant pas reçu d'ordre contraire du RCC. Elle avait dépassé les deux zones SAFE. A 12h28, *[en fait 12h24 sur les enregistrements]* elle perd définitivement l'alimentation du courant traction. Elle effectue donc un nouvel arrêt contrôlé. Elle avait décidé de s'arrêter avant le cross-over FR, ce qu'elle réalise au CP 4418.

Le chef de train

Le chef de train prend son service à 9h45 à Coquelles. Il assure une première mission (départ 10h58) de France vers la Grande-Bretagne.

Il repart à 11h57 (retard 3'), avec la même rame, sur la mission 7340. Il indique aux services britanniques qu'il y a à bord 1 conducteur, 41 passagers (38 chauffeurs, 2 techniciens dépanneurs d'Eurotunnel et lui-même). Il est informé qu'il n'y a pas de marchandises dangereuses à bord de cette mission.

Le train s'arrête une première fois environ 1000/1500 m à l'intérieur du tunnel pour disjonction caténaire. Le train repart deux, trois minutes plus tard avec une limitation de vitesse à 100 km/h.

Vers 12h23, il reçoit un signal d'alarme incendie sur son pupitre. Cette alarme provient du chargeur de queue. Il avise la conductrice et ferme les clapets de ventilation de la voiture. Le wagon est ainsi mis en surpression, empêchant la pénétration de fumées.

4.2.1.2 - Témoignage des agents du centre de contrôle ferroviaire

Le superviseur

Après que le contrôleur détection incendie (FDC) a déclaré une deuxième alarme, le superviseur déclare une deuxième alarme mission 7340. Sa première pensée est d'arrêter le train dans une station SAFE. Il regarde son organigramme « *incendie* » lorsque la caténaire disjoncte.

Il demande au contrôleur trafic ferroviaire (RTM) d'entrer en relation avec le conducteur pour lui demander s'il lui est possible de s'arrêter dans la station SAFE dont il est proche (procédure SAFE). Le conducteur ne le pouvant pas, le superviseur décide d'appliquer la procédure « *Stopping Train* ». Il n'a pas l'idée de réalimenter la caténaire, étant concentré sur les procédures SAFE puis « *Stopping Train* ». Il précise que lors de la disjonction, les contrôleurs sont dans leurs actions réflexes [*liées aux alarmes incendie*].

Le contrôleur détection incendie (FDC)

A 12h22, une alarme flamme est confirmée à la station de détection 38. Quelques secondes après tombe une alarme fumée ionisante à la même station. Le superviseur déclare une alarme de 2^e niveau pour la mission 7340 à 12h23. Au même instant le conducteur de cette même mission appelle. À 12h24, nouvelle alarme se déclenche à la station suivante.

Il est trop tard pour s'arrêter dans une station SAFE. La mission 7340 s'arrête au CP 4418.

Le contrôleur trafic ferroviaire (RTM)

Le contrôleur titulaire est parti chercher le déjeuner (il est remplacé pendant ce temps-là par le contrôleur polyvalent) et rentre à 12h dans le RCC, au moment de la 1^{ère} disjonction. Après que l'alimentation a été rétablie, il prend son repas. Alors que le train est au point milieu du tunnel, il demande au contrôleur polyvalent de le remplacer. Pendant la relève, il aperçoit une alarme incendie sur le tableau synoptique. Dix secondes après, le contrôleur FDC déclare une seconde alarme.

Dès que le superviseur confirme cette seconde alarme, le contrôleur polyvalent déclenche l'écran incident et le contrôleur titulaire passe l'appel à tous les trains de ralentir à 100 km/h et de fermer les clapets de ventilation de la voiture aménagée.

Le contrôleur polyvalent reçoit un appel d'urgence de la conductrice du train lui indiquant une alarme embarquée. Quelques secondes plus tard, nouvel appel d'urgence que le contrôleur titulaire prend. Il ne comprend pas la conversation, le « *buzzer* » d'appel d'urgence sonnante. À l'écran l'indication « *emergency* » est visible. Cette indication cache le numéro de la mission appelant. Le contrôleur titulaire pense que ce deuxième appel d'urgence provient d'un train arrêté au portail par la fermeture des signaux d'accès au tunnel. Lorsqu'il demande qui appelle, on lui répond « *mission 7340* ». La coupure caténaire a lieu pendant la conversation et non au début.

Le contrôleur équipements fixes (EMS)

Le superviseur annonce une 2^e alarme dans le tunnel ferroviaire Nord après que le contrôleur FDC ait déclaré une 2^e alarme au CP 3912.

Le contrôleur équipement (EMS) active alors son écran incident. Il vérifie le fonctionnement des séquences et constate qu'un clapet de rameau de pistonnement (PRD) est en état inconnu et non fermé comme il l'aurait fallu. Il appelle le service de maintenance et tente une fermeture d'urgence qui reste sans effet. Lors de la disjonction de la caténaire, une séquence automatique (présence de CO) est en cours. Il ne pense pas à réarmer la caténaire car ce n'est pas sa priorité compte tenu de la situation. Il précise que cette manière de faire est celle appliquée lors des exercices au simulateur.

4.2.2 - L'exploitation des enregistrements audio

Nous n'avons pas pu obtenir une copie des enregistrements, les cassettes ayant été réutilisées avant la fin de l'enquête. Deux retranscriptions par des services d'Eurotunnel ont toutefois été remises.

Retranscription par la Direction de la Sécurité :

12h23'16" : la conductrice de la Mission 7340 annonce au RCC par un appel d'urgence à la radio Sol-Train une alarme feu wagon. Le Contrôleur RTM répète le message et clôture l'appel.

12h23'56" : le RCC reçoit un appel d'urgence de la part de la mission 7340. La conductrice indique ne pas comprendre l'origine de l'appel. Elle signale une absence de tension caténaire. Le contrôleur RTM lui demande de confirmer son numéro de Mission. Elle indique « *Mission 7340* » et répète qu'elle n'a plus de tension caténaire. Le contrôleur RTM lui demande si elle peut s'arrêter dans la station SAFE. Après 2 ou 3 secondes, la conductrice répond par la négative et répète qu'elle a perdu la tension caténaire. Le contrôleur RTM lui demande si elle va réaliser un Stopping train. Elle répond « *d'accord, je réalise un Stopping train* ». Cet échange marque la fin de la communication.

Retranscription par la Direction de l'Infrastructure :

12h23 : Passage canton 3926 - 4074.

12h23 : Appel depuis mobile – appel d'urgence.

12h23 : Conversation avec RCC Fr - durée 20s – qualité : 5/5 « alarme feu ».

12h24 : Appel depuis mobile – appel d'urgence.

12h24 : Conversation avec RCC Fr – durée : 1mn 08s – qualité : 4/5 - « conductrice indique qu'un appel d'urgence a été envoyé - qu'elle a une perte caténaire - RCC demande de quelle Mission il s'agit puis demande si possible de s'arrêter à SAFE – conductrice répond négatif - procédure stopping ».

4.2.3 - L'exploitation des enregistreurs embarqués

L'examen des relevés des enregistreurs embarqués des locomotives permet de préciser l'heure des principaux points ci-après :

- 11h57'14" : la mission se met en mouvement depuis le terminal UK
- 12h00'08" et 10" : ouverture des disjoncteurs de la locomotive n° 1 puis de la locomotive n° 2
- 12h01'38" : Arrêt de la mission 7340
- 12h03'37" : Nouveau départ de la mission 7340
- 12h23'50 : le bouton poussoir « *feu tunnel* » est poussé par la conductrice de la mission 7340

- 12h24'08" : ouverture des disjoncteurs des deux locomotives
- 12h26'22" : nouvel arrêt de la mission 7340

4.2.4 - La recherche des causes des disjonctions

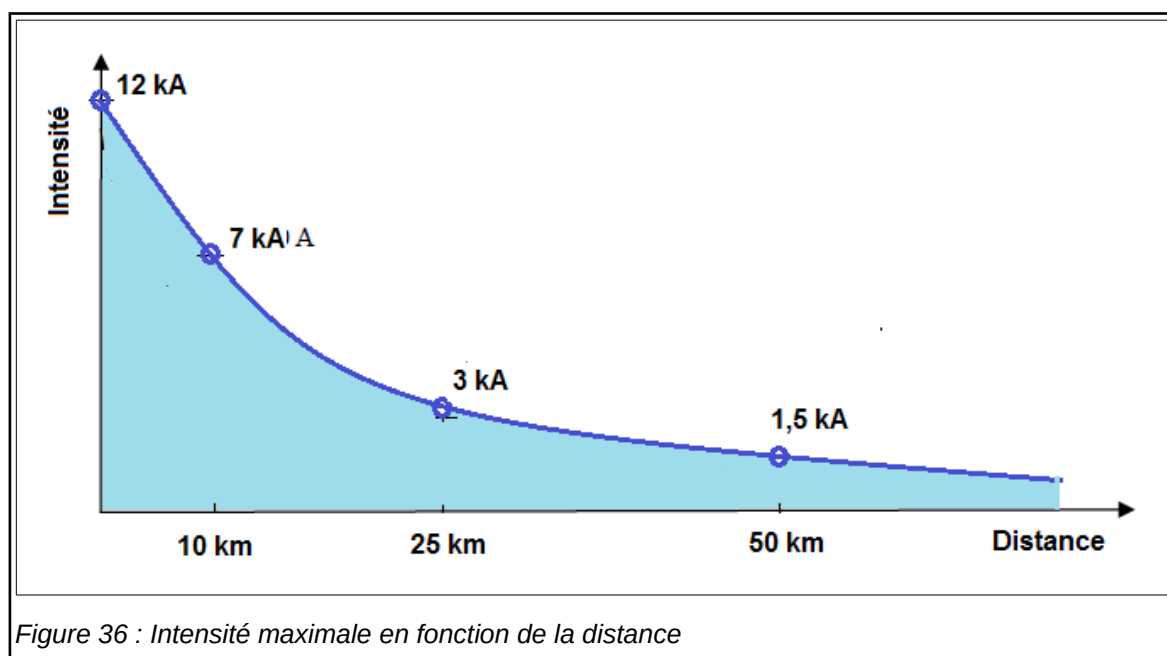
Les principes de fonctionnement des disjoncteurs

Le 17 janvier 2015, avant l'incident, l'alimentation en 25 kV des caténaires de l'ensemble de la concession était réalisé en mode étendu c'est-à-dire depuis la France (voir 3.1.4).

C'est ce mode qui est utilisé 98 % du temps.

Avec ce mode, les sections de caténaire les plus éloignées se trouvent à près de 60 km de la sous-station.

Compte tenu de l'impédance de la caténaire qui augmente avec la distance, l'intensité maximale dans la caténaire en cas de court-circuit décroît avec la distance entre celui-ci et la sous-station.



Un disjoncteur ne déclenchant que par le critère du maximum d'intensité n'est pas suffisant pour protéger efficacement les installations.

Il y a donc deux critères de déclenchement du disjoncteur :

- le maximum d'intensité (max I) : 4 500 A pendant 50 ms qui n'est efficace qu'en cas de défaut proche de la sous-station ;
- le minimum d'impédance (min Z) : avec $Z = U/I$ représenté par le graphique ci-après avec $Z = R + iX$

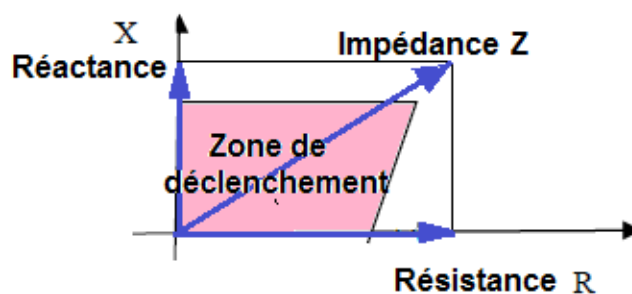


Figure 37 : Déclenchement par minimum Z

La première disjonction

L'ouverture du disjoncteur principal alimentant la caténaire du TFN a été enregistrée à 12h00'08" et a été provoquée par le critère de minimum d'impédance.

Les enregistreurs ATESS des engins moteurs indiquent que la perte de tension ligne a provoqué l'ouverture des disjoncteurs des engins moteurs à 12h00'08" et 12h00'10".

Les caméras surveillant le portail UK ont observé à 12h00'08" un flash au-dessus du camion chargé sur le 15^e wagon de la mission 7340.

La présence d'une antenne CB sur son camion a été admise par le chauffeur routier concerné.

Un examen attentif des images prises par les caméras surveillant la zone de vérification des bâches révèle la présence, sur ce camion, d'une antenne fouet dont la hauteur dépasse nettement le sommet de la cabine et le toit de la remorque.

La hauteur du plancher du wagon est d'environ 1100 mm au-dessus du niveau du rail.

Sur les voies à quai, la hauteur du fil de contact de la caténaire est d'environ 6300 m. Cette hauteur diminue à 5890 mm au portail d'entrée du tunnel. Au portail britannique, la distance entre l'antenne du camion et la caténaire n'était donc plus que de 100 mm ce qui explique que l'arc électrique se soit amorcé à cet endroit.

Ces éléments permettent de conclure que la cause de la première disjonction est identifiée sans ambiguïté. Il s'agit d'un court-circuit provoqué par l'amorçage entre la caténaire et l'antenne CB du camion en cause. Cet amorçage s'est produit à l'endroit où la caténaire s'abaisse pour franchir le portail diminuant ainsi la distance entre le fil de contact et l'extrémité de l'antenne.

La deuxième disjonction

La deuxième disjonction a également été déclenchée par le critère du minimum d'impédance de la caténaire. Toutefois, avec une intensité de 4 678 A, le critère d'intensité maximale aurait pu également être opérant. Les paramètres de la disjonction sont les suivants :

$U = 15290V$; $I = 4678 A$

$Z = 3,25 \text{ ohm}$; $X = 3,15 \text{ ohm}$

La cause de la seconde disjonction n'est pas apparue lors de l'enquête immédiate ; de nombreuses investigations ont donc été faites.

Le lieu de la deuxième disjonction a été déterminé par Eurotunnel en analysant les enregistrements du courant et de la tension lors de la disjonction. Avec les incertitudes liées à la méthode et aux données, ce lieu a été situé au PK 41,5 ±1 km.

À l'instant de cette disjonction, l'analyse des enregistreurs embarqués des locomotives permet de positionner la locomotive de tête vers le PK 42,16 et donc le 15^e porteur de la rame de tête, où se trouvait le camion en cause vers le PK 41,78.

Contrairement à la zone située entre les PK 43,859 et 43,920 où les installations ont été fortement endommagées par l'incendie, la caténaire entre les PK 40,5 et 42,5 était intacte et son examen minutieux n'a détecté aucune anomalie permettant d'expliquer cette deuxième disjonction.

Il est donc probable que la disjonction soit la conséquence d'un amorçage fugitif avec un élément du camion en cause ou d'un camion voisin, tel que lambeau de bâche, sangle ou lanière. Il est également probable que cet élément a pu être libéré par la chaleur de l'incendie, mais sans certitude.

Il apparaît également que cet amorçage n'a pas provoqué de dommage significatif à la caténaire et donc qu'un réarmement du disjoncteur aurait permis de rétablir la tension.

4.2.5 - Les recherches des causes des arrêts

4.2.5.1 - Les procédures du RCC

Les procédures en cas de disjonction

C'est l'instruction OTI-1446 « *Disjonction caténaire en tunnel ferroviaire* » qui s'applique au superviseur du RCC.

Elle prévoit que le superviseur RCC demande au contrôleur EMS de réinitialiser et de refermer le disjoncteur principal du secteur caténaire concerné.

- S'il n'y a pas disjonction immédiate :

- il demande au contrôleur RTM de limiter la vitesse des trains dans le tunnel en défaut ;
- il demande au contrôleur EMS de séparer l'alimentation du terminal UK de celle du tunnel ferroviaire concerné ;
- il recueille les informations concernant le positionnement des trains situés sous la section de caténaire concernée au moment de la première disjonction.

- En cas de disjonction immédiate :

- il demande au contrôleur RTM d'informer les conducteurs de train sous le secteur caténaire concerné de garder leurs pantographes baissés jusqu'à nouvel avis ;
- il demande au contrôleur EMS de séparer l'alimentation du terminal UK de celle du tunnel ferroviaire concerné, puis de remettre sous tension la caténaire du tunnel concerné ;
- il recueille les informations concernant le positionnement des trains situés sous la section de caténaire concernée au moment de la première disjonction ;
- il fait remettre sous tension les différents secteurs puis, s'il n'y a pas de nouvelle disjonction, il autorise successivement chaque train à remonter ses pantographes et à fermer ses disjoncteurs.

➤ il avise le service d'entretien des installations de traction électrique.

- En cas d'une 2^e disjonction ultérieurement alors que toutes les circulations situées dans le tunnel lors de la 1^{ère} disjonction n'en sont pas sorties :

➤ il autorise le contrôleur EMS à remettre sous tension le tunnel concerné ;

Ensuite :

➤ il demande au contrôleur RTM d'imposer une vitesse de 100 km/h à tous les trains dans les deux tunnels et une vitesse de 80km/h aux navettes Arbel dans le tunnel concerné ;

➤ il demande au contrôleur EMS la fermeture des PRD dans tous le tunnel ;

➤ il lance des avis aux services de maintenance.

Les procédures en cas d'incendie sur navette fret

En cas d'incendie confirmé sur une navette, le RCC est chargé de diriger le train en feu sous l'une des deux stations SAFE du tunnel concerné si cela est encore possible.

Dans le cas où les deux stations SAFE ont été franchies, le RCC doit appliquer la procédure « *Moving Train* » pour sortir le train du tunnel et diriger celui-ci vers la voie d'urgence du terminal de destination.

Enfin si, pour une raison ou pour une autre, aucune de ces procédures ne peut s'appliquer le RCC donne ordre au conducteur d'appliquer la procédure « *Stopping train* ». Dans ce cas, le conducteur doit effectuer un arrêt contrôlé c'est-à-dire s'arrêter dès que possible au droit d'un « *Cross Passage* » (CP).

4.2.5.2 - Les procédures du conducteur

Les procédures en cas de disjonction

L'instruction de référence « *Conducteur* » (ORT2-0001 Révision 31) indique les mesures à prendre par le conducteur en cas d'absence de tension à la caténaire. Il doit :

➤ effectuer un arrêt contrôlé sauf si une reconfiguration de l'alimentation caténaire signalée par le RCC est en cours ;

➤ rendre compte au RCC et se conformer à ses instructions.

Si la tension est rétablie pendant le freinage ou après l'arrêt et qu'aucune anomalie n'a été constatée, il reprend sa marche.

Les procédures en cas d'incendie

Dès qu'il reçoit du chef de train le message « *Alarme incendie wagon* », le conducteur :

➤ appuie sur le bouton « *Feu tunnel* » ;

➤ ferme manuellement les clapets de ventilation de la locomotive ;

➤ se conforme aux indications du Cab-Signal ;

➤ rend compte au RCC en transmettant le message « *Alarme incendie wagon* » ;

➤ procède à l'isolement de la veille automatique si le contrôle de vitesse est en service.

Il donne alors au RCC les informations nécessaires à celui-ci (voir point 4.2.5.1 ci-dessus) pour déterminer la stratégie à suivre. Il met en œuvre ensuite les instructions reçues du RCC.

4.2.5.3 - Le déroulement des arrêts

Le 1^{er} arrêt

Constatant une absence de tension, la conductrice déclenche la procédure visant un arrêt contrôlé au CP 1138. Elle commence à freiner 24 s après la disjonction ; elle se trouve alors au PK 10,771.

La tension est rétablie 26 s après la disjonction dans le secteur du tunnel ferroviaire Nord mais le train se trouve encore dans le secteur du terminal UK qui reste hors tension.

La séparation entre les deux secteurs se situant au CP 1120, la locomotive de tête retrouve une caténaire sous tension environ 1 mn après la disjonction. La conductrice, concentrée sur la réalisation de son arrêt contrôlé, ne s'aperçoit pas du retour de la tension et finalise son arrêt au lieu de reprendre sa marche.

L'arrêt est obtenu 1mn 30 après la disjonction au PK 11,408.

1mn 50 après la disjonction, la tension est rétablie dans tous les secteurs.

3mn 32 après la disjonction, le train 7340 reprend sa marche à la vitesse limitée de 100 km/h selon les instructions du RCC. En effet, en cas de disjonction caténaire avec une navette Arbel, on suspecte un problème de bâche de remorque qui serait entrée en contact avec un élément de la caténaire. La vitesse des trains est alors limitée à 100 km/h afin de limiter les turbulences aérodynamiques et éviter que la bâche en cause ne provoque d'autres disjonctions et d'éventuels dégâts aux équipements du tunnel.

Le 2^e arrêt

Lorsque la première alarme flamme est émise par la station de détection SD 38, la tête du train se trouve à environ 2 km avant la station SAFE 4F qui s'étend du CP 4202 au CP 4276.

Lorsque la conductrice est informée par le chef de train de l'alarme incendie provenant du détecteur embarqué du chargeur de queue et qu'elle transmet cette alarme au RCC, elle se trouve encore en amont du panneau d'annonce « *SAFE 4F 1000 m* ».

Les procédures prévoient que c'est le superviseur du RCC qui décide de la procédure à adopter, soit de s'arrêter à la station SAFE soit de continuer selon la procédure « *Moving train* ».

Le temps de déterminer la position du train au vu de l'occupation des circuits de voie, et qu'il prenne sa décision, il est trop tard pour s'arrêter à la station SAFE. La procédure « *Moving Train* » s'impose donc d'elle-même.

À ce moment, un amorçage fugitif provoque la disjonction de la caténaire.

Absorbés par les procédures d'incendie et par les prises de décisions nécessaires, ni le superviseur ni les contrôleurs RTM et EMS ne pensent à réalimenter la caténaire.

La procédure « *Stopping train* » est donc inévitable et mise en œuvre au plus vite afin d'éviter un arrêt dans le cross-over France qui s'étend entre le CP 4464 et le CP 4478.

Le train s'arrête au PK 44,202 ; la voiture aménagée est au droit du CP 4418.

4.3 - L'évacuation des passagers et la sortie des autres trains

4.3.1 - Le résumé des témoignages

Les résumés présentés dans ce paragraphe sont établis par les enquêteurs techniques sur la base des déclarations et des témoignages dont ils ont eu connaissance, en retenant les éléments qui paraissent utiles à la compréhension des événements. Il peut donc y avoir des divergences entre les différents témoignages, ou avec des constats présentés par ailleurs, ou avec la description des faits retenue par les enquêteurs telle qu'elle apparaît au chapitre 5.

La conductrice de la navette 7340

Après son arrêt contrôlé au CP 4418, elle confirme l'arrêt au RCC et elle contacte le chef de train pour qu'il procède à l'évacuation. Celui-ci l'avise qu'il a distribué des masques antifumées. Il a procédé seul à l'évacuation.

À l'ouverture de la porte de sa cabine, elle constate qu'il y a déjà énormément de fumée et elle ne voit pas où elle marche. Elle réussit quand même à rejoindre le trottoir situé dans le tunnel ferroviaire Nord puis le CP d'évacuation.

Le chef de train

Vers 12h23, il reçoit un signal alarme incendie sur son pupitre. Cette alarme provient du chargeur de queue. Il avise la conductrice et ferme les clapets HVAC. Le wagon est ainsi mis en surpression, empêchant la pénétration de fumées.

Par précaution, il distribue des masques antifumées à chaque passager. Une fois le train arrêté, il attend la conductrice de la mission 7340 puis commence, avec elle, l'évacuation des passagers par le CP 4418 vers le tunnel de service. La conductrice a fait ensuite une patrouille de sécurité dans la voiture aménagée pour s'assurer qu'il n'y avait plus personne dans cette voiture. Après qu'elle l'a rejoint, il appelle le RCC pour que celui-ci ferme la porte du CP 4418.

Ils attendent les véhicules d'évacuation qui arrivent vers 14h20/14h30 et qui évacuent les passagers et les techniciens vers le centre de secours où des médecins du SMUR les attendent.

La conductrice et lui-même restent sur place jusqu'à 15h/15h30, heure à laquelle leurs supérieurs sont venus les prendre en charge.

Les chauffeurs routiers

Ils indiquent que l'évacuation s'est passée dans le calme et qu'ils se sont retrouvés rapidement dans le tunnel de service.

4.3.2 - Les conclusions des investigations

Concernant l'évacuation des passagers

L'examen des enregistrements et des rapports des services de secours confirment que l'évacuation des passagers s'est déroulée sans problème significatif et conformément aux procédures en vigueur. L'évacuation de la conductrice a été légèrement perturbée par la difficulté qu'elle a éprouvée pour ouvrir la boîte contenant les masques de protection de la locomotive.

Concernant l'évacuation des autres trains

À l'instant de l'alarme incendie, deux trains sont dans le tunnel Sud et deux autres sont sur le point d'y pénétrer. Ces deux derniers sont arrêtés avant d'y pénétrer et les deux premiers sortent côté britannique (respectivement à 13h23 et 13h36) sans avoir été arrêtés mais seulement ralentis.

Aucun autre train que la mission 7340 ne se trouve dans le tunnel Nord. Seul un train avait quitté le terminal britannique mais il a pu être arrêté à l'entrée du portail, le signal d'accès au tunnel ayant été fermé.

4.4 - La gestion de la ventilation

4.4.1 - Le résumé des témoignages

Les résumés présentés dans ce paragraphe sont établis par les enquêteurs techniques sur la base des déclarations et des témoignages dont ils ont eu connaissance, en retenant les éléments qui paraissent utiles à la compréhension des événements. Il peut donc y avoir des divergences entre les différents témoignages, ou avec des constats présentés par ailleurs, ou avec la description des faits retenue par les enquêteurs telle qu'elle apparaît au chapitre 5.

Le superviseur

Après l'arrêt de la mission 7340, sélectionnant les écrans permettant de voir ce qui se passe dans une station SAFE, le superviseur voit de la fumée. Il en informe les contrôleurs. La ventilation supplémentaire (SVS) est alors activée dans les deux tunnels. Un obturateur de rameau de pistonnement (PRD) étant en défaut, le contrôleur équipements fixes (EMS) lance une séquence de fermeture d'urgence qui reste sans effet. Il contacte le service de maintenance des installations fixes.

Le superviseur refuse d'augmenter la vitesse des trains dans le tunnel Sud (20 km/h) malgré plusieurs demandes du contrôleur trafic ferroviaire (RTM). Le service de maintenance ayant informé le RCC que le PRD défaillant est quasiment fermé, le superviseur fait reconfigurer la SVS pour la limiter au tunnel Nord. Il autorise les deux trains situés dans le tunnel Sud à circuler à 60 km/h car il y a présence de monoxyde de carbone par endroits dans le tunnel Sud.

Lorsque les deux trains du tunnel Sud sont sortis, le superviseur fait reconfigurer la SVS dans les deux tunnels pour ventiler le tunnel Sud conformément aux demandes exprimées par le leader de l'équipe de secours (FLOR) qui se trouve sur le terrain.

Le contrôleur équipements fixes

Le superviseur annonce une 2^e alarme dans le tunnel ferroviaire Nord après que le contrôleur FDC a déclaré une 2^e alarme au CP 3912.

Le contrôleur équipement fixe (EMS) active alors son écran incident. Il vérifie le fonctionnement des séquences et constate qu'un clapet de rameau de pistonnement (PRD) est en état inconnu et non fermé comme il l'aurait fallu. Il appelle le service de maintenance (DI EM) et tente une fermeture d'urgence qui reste sans effet. Lors de la disjonction de la caténaire, une séquence automatique (présence de CO) est en cours. Il ne pense pas à réarmer la caténaire car ce n'est pas sa priorité compte-tenu de la situation. Il précise que cette manière de faire est celle appliquée lors des exercices au simulateur.

Dès que l'ordre de ralentir à 10 km/h, a été adressé à tous les trains en circulation dans le tunnel. Il lance la ventilation supplémentaire (SVS). Ce ralentissement des trains dans les deux tunnels est une conséquence du défaut constaté sur le PRD.

Après examen de son écran, il ouvre les deux portes de CP utiles. Il reconfigure la caténaire pour permettre aux trains arrêtés sur le terminal UK derrière la mission 7340 de regagner les quais.

Une fois l'évacuation terminée, il ferme les deux portes de CP et ramène le réglage de la SVS à +2 et -2¹⁵. Les écrans sont pleins d'alarmes. Il constate la perte d'un ventilateur SVS à l'usine de Sangatte. Il envoie la maintenance sur place. Il est décidé de ne pas remettre marche ce ventilateur, ceci nécessitant de mettre l'usine en fonctionnement « local » avec le risque de perdre le deuxième ventilateur.

4.4.2 - La conclusion des investigations

La ventilation supplémentaire (SVS) est mise en œuvre à 12h28 de France vers Grande-Bretagne à un fort niveau dans les deux tunnels.

À 12h39, les voyageurs ayant été évacués, elle est ramenée à un niveau moins élevé afin de limiter la propagation de l'incendie.

À 12h47 le réseau 21 kV disjoncte en raison de la rupture du câble situé dans le TFN. Ceci provoque la perte de la moitié des systèmes de ventilation (NVS et SVS) de l'usine de Sangatte. Cette défaillance est sans effet car ces systèmes sont conçus avec une redondance de 200 %. Le réseau est reconfiguré manuellement et l'ensemble des systèmes sont rétablis à 14h21.

À 13h17, le tunnel Sud n'est plus soumis à la SVS afin de permettre aux trains de ce tunnel de relever leur vitesse de circulation (de 20 km/h à 60 km/h). Ces trains étant sortis du tunnel, la SVS est remise en service dans ce tunnel à 13h38.

Sur demande des services de lutte contre l'incendie le sens de la SVS est modifié à 13h57 (Grande-Bretagne vers France) puis à nouveau à 14h46 (France vers Grande-Bretagne).

Elle est de nouveau inversée à 23h09 (Grande-Bretagne vers France).

La SVS est supprimée à 0h22.

Au total, le fonctionnement et la gestion des systèmes de ventilation ont été satisfaisants. La disjonction du réseau 21 kV et le dysfonctionnement du clapet de PRD 4935 ont été gérés conformément aux procédures et n'ont pas eu de conséquence.

4.5 - La lutte contre l'incendie

4.5.1 - Le résumé des témoignages et des rapports

Les résumés présentés dans ce paragraphe sont établis par les enquêteurs techniques sur la base des déclarations et des témoignages dont ils ont eu connaissance, en retenant les éléments qui paraissent utiles à la compréhension des événements. Il peut donc y avoir des divergences entre les différents témoignages, ou avec des constats présentés par ailleurs, ou avec la description des faits retenue par les enquêteurs telle qu'elle apparaît au chapitre 5.

¹⁵ Il s'agit de l'incidence des pales des ventilateurs SVS qui est réglable de +7 (soufflage maximal) à -7 (extraction maximale).

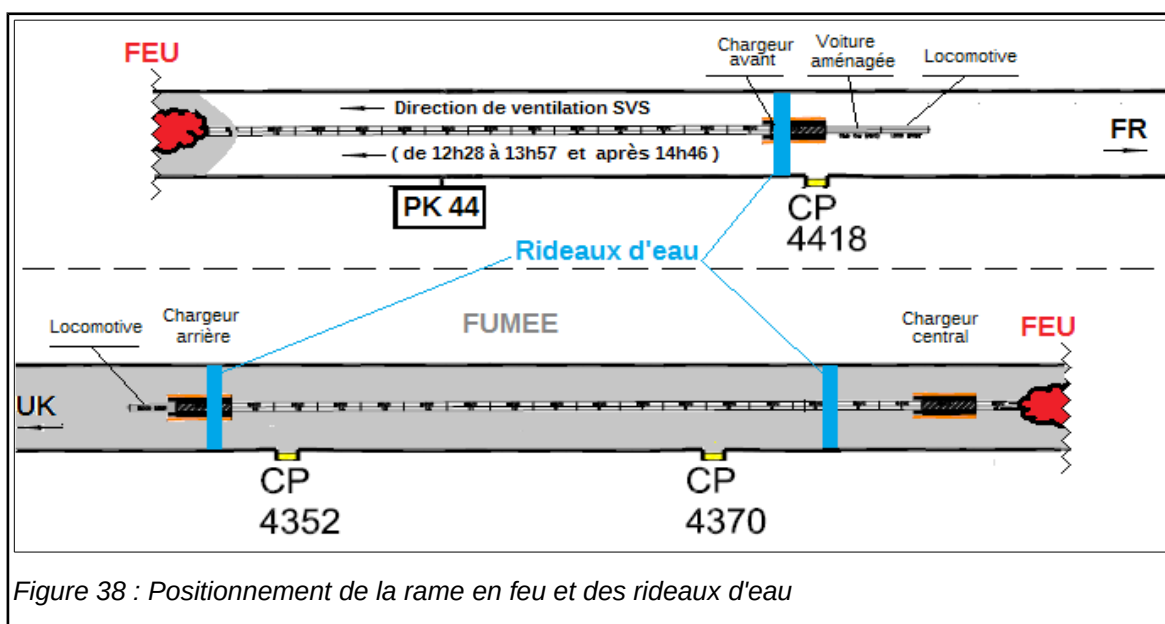


Figure 38 : Positionnement de la rame en feu et des rideaux d'eau

Témoignage du contrôleur incendie (FDC)

- 12h24 : le FDC appelle la FLOR UK (véhicule L31) en patrouille au niveau du Cross Over UK pour qu'elle se rende au CP 4418 en lui indiquant qu'il y a une alarme feu ;
- 12h25 : la FLOR Fr (véhicules L32 et L34) est envoyée vers le CP 4418 ;
- 12h28 : le FDC appelle la FLOR UK pour envoyer le véhicule L33 au CP 3088 pour une mise à la terre de la caténaire ;
- 12h35 : le FDC appelle le CODIS ;
- 12h37 : fin d'évacuation ;
- 12h40 : une voiture part au Km 32 pour Salamandre ¹⁶ puis elle revient au CP 3088 ;
- 12h55 : après être allé au Km 32, le véhicule L33 retourne au CP 3088 où le contrôleur EMS a décidé de faire mettre les perches de mise à la terre des caténaires (procédure MALT).

Le FDC précise avoir eu quelques difficultés de communication avec les FLOR.

Rapport de la première ligne de réponse française (FLOR France)

- 12h30 : appel du FDC pour une alarme feu sur un train de fret au niveau du CP 4418 ;
- 12h40 : information du FDC que tous les passagers sont évacués ;
- 12h50 : arrivée des premiers engins de la SLOR Fr au centre de secours (FEMC) ;
- 13h01 : arrivée des véhicules STTS FLOR Fr au CP 4418. Un des STTS FLOR UK s'y trouve, le second est au CP 3088 pour effectuer la mise à la terre de la caténaire à l'arrière ;
- 13h01 : arrivée de la Police française au FEMC ;
- 13h25 : arrivée du chef de colonne des sapeurs pompiers français (SDIS 62) au FEMC ;
- 13h30 : autorisation de mettre en œuvre la procédure Salamandre ;
- 13h40 : mise à la terre de la caténaire effective au CP 3088 et 4418 ;
- 13h42 : demande d'engagement de la deuxième ligne (SLOR) au plus vite ;

¹⁶ La procédure Salamandre d'écidée après l'incendie de 2008, confie à la FLOR les missions de mise à la terre des caténaires et de mise en place des rideaux d'eau.

- 13h44 : positionnement du STTS de commandement prévu au CP 4464 ;
- 14h00 : mise en œuvre d'une queue de paon au CP 4418 ainsi qu'au CP 4370 et une troisième en cours d'établissement sur l'arrière au CP 4352.



Figure 39 : Exercice de mise en œuvre d'une queue de paon

- 14h10 : départ des premiers éléments de la SLOR Fr pour le CP 4418 qui arrive à 14h36 ;
- 14h40 : arrivée au FEMC des 40 passagers (*la conductrice et chef de train sont restés sur place*) ;
- 14h51 : engagement d'un binôme FLOR Fr et d'un binôme SDIS 62 sous appareil respiratoire individuel (ARI) avec caméras thermiques pour recherche du foyer principal et début d'extinction ;
- 15h44 : confirmation du feu à 270 m du CP4418. Engagement de nouveaux binômes FLOR Fr et SDIS 62 ;
- 16h48 : mise en place de lances d'incendie supplémentaires à partir des CP 4418 (SDIS 62) et 4370 (FLOR Fr) pour extinction complète des camions en feu.

Rapport de la première ligne de réponse britannique (FLOR UK)

Le contrôleur incendie (FDC) appelle vers 12h23 l'équipe de la FLOR UK qui était en patrouille avec un STTS vers le Crossover UK (PK 27). Il leur demande de se rendre au CP 4418 pour porter assistance à l'évacuation d'une rame fret en feu.

Arrivant au CP 4418, cette équipe ne trouve aucun passager. Elle se dirige alors au CP suivant où elle ne trouve également personne. Le FDC lui indique alors que les passagers se trouvent dans un CP non standard. En liaison avec la FLOR Fr, elle escorte les passagers vers le tunnel de service.

Le contrôleur FDC envoie le second STTS de la FLOR UK au CP 3088 pour mettre la caténaire à la terre.

L'Eurotunnel incident officer (EIO) de la FLOR Fr demande à l'équipe du premier STTS de rejoindre le CP 4370, situé vers le milieu de la rame. La porte du CP 4370 ayant été ouverte, deux agents entrent dans le tunnel, équipés de masques respiratoires et d'une caméra thermique, pour rechercher la position de l'incendie. Ils constatent la présence de beaucoup de fumées. Après des recherches difficiles, ils indiquent que le feu se situe sur la rame avant, à environ 60 pieds (18 m) [*en fait le feu est à 150 m*] de la porte du CP.

L'équipe reçoit l'ordre de mettre en place un rideau d'eau au milieu du train. Le wagon chargeur n'étant pas en face du CP, il fallait placer le rideau d'eau derrière le premier camion identifié comme une source de chaleur. Il est donc mis en place après le 2^e camion en aval du CP 4370.

Les deux équipes FLOR UK se regroupent alors au CP 4370.

Peu après l'EIO leur demande de mettre en place un troisième rideau d'eau sur le wagon chargeur de queue. Le dirigeant de la FLOR lui fait remarquer que cela n'est pas conforme aux procédures Salamandre et que cela pouvait nuire au fonctionnement des deux rideaux d'eau principaux.

L'EIO confirmant qu'il voulait ce troisième rideau d'eau, celui-ci est installé depuis le CP 4352. Les pressions d'eau restent bonnes.

À ce moment-là, la FLOR UK entend des coups et des cris en provenance du tunnel ferroviaire au CP 4370. Le contrôleur EMS n'arrive pas à ouvrir cette porte. La FLOR UK l'ouvre alors avec le dispositif manuel. Une fois la porte ouverte, on ne voit personne mais il y a des traces de mains sur la suie déposée sur l'envers de la porte. Deux minutes après, des personnes apparaissent dans le tunnel de service par le CP 4352. Ils expliquent qu'ils étaient entrés dans le tunnel ferroviaire en tête du train, qu'ils avaient traversé deux murs d'eau et franchit les incendies, qu'ils avaient essayé de sortir au CP 4370 (ils n'avaient plus que 50 bars dans leur équipement respiratoire) et qu'ils avaient alors couru au rameau suivant, le CP 4352.

Rapport du Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS 62)

À 12h31, Eurotunnel appelle le centre opérationnel départemental pour lui signaler l'arrêt d'une mission poids lourd en tunnel ferroviaire avec présence de fumée et détection de monoxyde de carbone.

À 12h46, les premiers moyens incendie et de commandement du SDIS se présentent au centre de secours d'Eurotunnel.

À 13h01, un second message d'Eurotunnel apporte des compléments d'information.

À partir de 13h20, un STTS SLOR et le STTS Com sont armés, mais faute de conducteur ils ne peuvent s'engager dans le tunnel de service.

Le sous-préfet de Calais se présente au Poste de Commandement Opérationnel¹⁷ (PCO) à 13h30.

À partir de 13h46, la FLOR indique la présence d'un feu sur la mission 7340. La procédure Salamandre est mise en œuvre. Le déploiement total de celle-ci est effectif à 14h08.

À 14h08, le chef de colonne réitère la demande de conducteurs. À cette heure-là, le SDIS 62 a les moyens d'armer un deuxième STTS SLOR et un STTS ambulance. À 14h15 les conducteurs sont disponibles. Un des STTS tombe en panne lors de son départ. Il est remplacé.

¹⁷ Expliquer le PCO

Le premier STTS SLOR se présente au CP 4418 à 14h36.

À 14h56 un premier binôme du SDIS 62 est engagé avec une caméra thermique afin de localiser le foyer principal. D'autres équipes mixtes (SLOR et FLOR) sont constituées. À 15h44 un premier message du STTS Com rapporte la présence de deux camions en feu.

A 15h56, l'intervention est sectorisée : incendie engagement, incendie attaque, logistique et secours à personnes.

Aux environs de 16h, la FLOR UK présente au CP de queue du train entend des bruits de coups sur la porte du CP 4352 [*en fait CP 4370*]. Cette information est remontée au PCO. L'origine de ces coups n'étant pas claire et craignant des victimes en rame arrière, le sous-préfet déclenche le plan bi-national d'urgence (BINAT). Le fax déclarant ce BINAT GO est adressé aux autorités britanniques à 16h17.

La rame arrière est rapidement inspectée par des équipes mixtes jusqu'au CP 4370. Aucune victime en tunnel ferroviaire n'est localisée. Par contre, on note la présence de trace de mains sur la suie recouvrant les parois des wagons.

Les secours sont maîtres du feu à 16h20.

Après une seconde reconnaissance effectuée en rame arrière, la fin du plan bi-national d'urgence (message BINAT STOP) est déclarée à 17h53.

Rapport du commandant des opérations de la SLOR UK

Le commandant de la SLOR UK se dirige vers le point milieu du tunnel avec le STTS3, dans l'attente que le BINAT GO soit déclaré. Il donne instruction au STTS4 qui n'est pas encore totalement pourvu en personnel de le rejoindre dès que son équipage sera au complet.

Durant son parcours, il cherche plusieurs fois à contacter le contrôleur incendie (FDC) sans y arriver. Une fois près du point milieu, le FDC le contacte sur la radio concession lui donnant ordre de se rendre immédiatement sur le lieu de l'incident où ils ont besoin d'aide immédiate. Le commandant demande confirmation qu'il est autorisé à franchir le point milieu et le FDC confirme l'ordre précédent. Il redemande confirmation que le BINAT GO est lancé et le FDC lui en donne l'assurance.

Informant son chef de centre qu'il était en attente au CP 4418, celui-ci lui indique que le BINAT GO n'était pas lancé et que la SLOR UK devait retourner au point frontière [*PK 37*], ce qu'elle fait.

Toutefois, [*étant habilité FLOR et pouvant de ce fait demeurer sur la partie française du tunnel*], le commandant reste au CP 4418 avec les équipes françaises pour se tenir informé de l'évolution de l'incident.

De retour au CP 4370 pour informer la FLOR UK de l'avancement des opérations, il entend des coups et des cris en provenance de la porte du CP et est témoin de l'incident décrit plus haut.

Une fois le BINAT GO lancé, la SLOR UK revient au CP 4418. Le commandant décide d'utiliser la FLOR UK plutôt que la SLOR UK pour combattre le feu dans le tunnel avec les équipes françaises.

La SLOR UK est renvoyée au CP 4370 pour récupérer des tuyaux qui se trouvent dans le tunnel ferroviaire. Elle revient ensuite au CP 4418 et est gardée en réserve.

Une fois le feu éteint, le commandant des opérations de secours français demande à la SLOR UK de faire une vérification visuelle pour rechercher d'éventuels clandestins dans les cabines des camions. Le commandant de la SLOR UK fait remarquer que cette vérification est inutile car elle a déjà été faite. Il reçoit alors un ordre écrit d'effectuer cette tâche. Alors que seul un côté de la rame a été visité, le BINAT STOP est lancé. La SLOR UK cesse alors cette vérification et regagne le terminal UK.

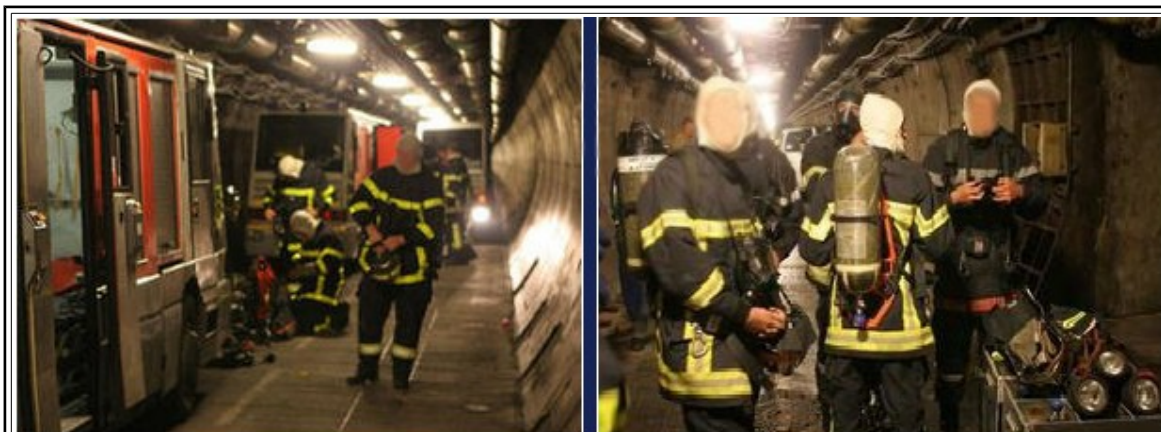


Figure 40 : Images de la lutte contre l'incendie

Gestion des STTS et de leurs conducteurs

À 12h55, 5 conducteurs avec 3 véhicules STTS de maintenance sont envoyés au centre de secours (FEMC).

À la demande du superviseur du RCC, les 3 STTS de maintenance sont dépêchés au CP 4418 pour récupérer les passagers évacués du train 7340.

Un conducteur qui est aussi technicien télécoms est envoyé dans le tunnel à la demande du contrôleur FDC pour effectuer une opération dans une salle technique.

Il reste un conducteur au FEMC.

À partir de 13h20, un STTS SLOR et le STTS Com sont armés, mais ils ne peuvent s'engager dans le tunnel de service faute de conducteurs.

Un conducteur supplémentaire est envoyé au FEMC à 14h00 ce qui permet de commencer l'acheminement de la SLOR, puis deux autres à 14h25.

L'utilisation des conducteurs et des véhicules par le superviseur du RCC n'a pas été optimale ; il aurait été préférable d'utiliser d'abord les STTS pour acheminer la SLOR sur les lieux de l'incident puis, une fois déchargés, de les utiliser pour rapatrier les passagers vers le terminal.

4.5.2 - La conclusion des investigations

On observe que les rideaux d'eau ont été mis en place sur les wagons chargeurs à partir de 14h00 soit environ une heure et demie après l'arrêt du train en feu.

Ces rideaux d'eau ou « *queues de paon* » ont pour but d'empêcher l'extension de l'incendie aux motrices et à la rame de queue mais pas de le combattre à proprement parler.

La lutte contre l'incendie par la SLOR n'a véritablement commencé qu'à 15h56 soit environ trois heures et demie après l'arrêt. Environ une heure a été perdue du fait du manque de conducteurs STTS. Si ceux-ci avaient été disponibles immédiatement, la lutte aurait pu commencer plus tôt mais probablement pas avant 15h soit deux heures et demie après l'arrêt.

En 2008 ce délai avait été de deux heures et avait été trouvé excessif ce qui avait conduit à revoir notamment les procédures de mise à la terre de la caténaire.

L'incendie a été déclaré circonscrit dès 16h20.

L'étude de scénarios alternatifs (voir paragraphe 4.10) permet de penser que les conséquences limitées de cet incendie par rapport à celui de 2008 sont uniquement dues à la position du camion en cause et à la faible charge combustible de son chargement et de celui du camion qui le précédait.

Le manque d'efficacité de la lutte contre l'incendie en tunnel malgré les efforts déployés par les services concernés démontre la pertinence de la mise en place des stations SAFE et confirme que tout arrêt d'un train en feu en dehors de ces stations ne pourra en général pas être maîtrisé avant d'atteindre son développement maximum déterminé par la position des camions et par la nature de leur chargement.

Si la configuration du chargement et la charge combustible des camions n'est pas favorable, des conséquences matérielles semblables à celles de 2008 seront probablement inévitables.

Une équipe de pompiers engagée dans le tunnel ferroviaire a éprouvé des difficultés au moment d'ouvrir la porte du CP 4370 afin de ressortir dans le tunnel de service. Elle a dû rejoindre rapidement le CP 4352 car la pression d'air dans leurs appareils respiratoires était en train de baisser.

4.6 - La problématique des pagodes des wagons Arbel

L'incident a eu lieu parce qu'il n'y avait pas de toit sur le wagon Arbel pour séparer l'antenne trop haute et la caténaire. Si le camion en cause avait été chargé sur un wagon Arbel équipé d'une pagode frontale, l'incident n'aurait pas eu lieu. Cela a conduit les enquêteurs à faire une recherche sur la conception des wagons Arbel.

4.6.1 - La conception des pagodes des wagons

Peu de temps après la mise en service des wagons Arbel en 2000, Eurotunnel a noté des fissures de fatigue qui se sont développées dans la structure des pagodes. Ces fissures n'affectaient pas l'intégrité structurelle du wagon dans son ensemble, mais présentaient des risques en matière de sécurité, dans la mesure où l'ensemble complet de la pagode aurait pu se détacher du wagon.

Après avoir initialement réparé les fissures de fatigue sur les pagodes avec des soudures, Eurotunnel s'est trouvé confronté à une situation où il n'était plus possible de réparer par soudage les pagodes du fait du manque de matériau d'origine restant dans la structure.

4.6.2 - Les modifications dans la conception des wagons Arbel

En 2007, Eurotunnel se retrouvait avec un groupe de pagodes qui n'étaient plus réparables et a fait une demande auprès de la CIG, étayée par une évaluation comparative des risques, pour une autorisation d'exploiter les wagons Arbel sans les deux pagodes centrales (ce qui laissait une pagode à chaque extrémité du wagon).

La CIG a initialement exprimé son opposition à la proposition en l'absence d'essais de validation visant à étudier les effets du retrait des pagodes sur les bâches des poids lourds. Ces essais ont été effectués sur deux wagons entre août 2007 et janvier 2008. Le 30 janvier 2008, la CIG a autorisé les wagons Arbel avec les deux pagodes du centre supprimées. Dans sa lettre d'autorisation, la CIG a clairement précisé que cette situation devait être temporaire, le temps de trouver une solution à long terme pour le problème des pagodes. En réponse, Eurotunnel a lancé un programme pour développer un modèle de pagode différent conçu avec des assemblages boulonnés.

Le nombre de pagodes utilisables a continué de décroître et, en août 2011, Eurotunnel rencontrait le CTSA afin de discuter de la suppression des pagodes arrière des wagons Arbel. Eurotunnel a présenté une évaluation comparative des risques pour étayer la modification qu'elle envisageait de proposer (développée au paragraphe 4.6.3).

En septembre 2011, le CTSA écrivait à Eurotunnel pour expliquer que, si certaines conditions opérationnelles étaient remplies, il proposait de ne prendre aucune mesure supplémentaire en la matière. Les conditions étaient associées aux modifications d'Eurotunnel en matière de pratiques opérationnelles afin de garantir que les wagons Arbel soient toujours exploités avec la pagode unique à l'extrémité avant dans le sens de la marche. Cette démarche visait à garantir que la cabine des camions reste sous la pagode en permanence afin de protéger les chauffeurs de chocs électriques lorsqu'ils entrent et sortent de l'habitacle. Sur la base de la lettre de septembre 2011 de le CTSA, Eurotunnel a commencé à modifier les wagons Arbel et à retirer les pagodes qui étaient à l'arrière.

Le nombre de pagodes utilisables continuant de diminuer, en juin 2012, Eurotunnel a déposé une demande auprès de la CIG pour pouvoir retirer les pagodes restantes des wagons Arbel. La demande a à nouveau été étayée par une évaluation comparative des risques (ici aussi, développée plus en détail au paragraphe 4.6.3).

La CIG a autorisé cette modification le 27 juillet 2012 et à la fin de la même année, Eurotunnel avait supprimé toutes les pagodes de l'ensemble de la flotte des wagons Arbel à l'exception d'une navette et demie.

À cette époque-là, Eurotunnel rencontrait des difficultés sur le plan opérationnel avec les bâches qui flottaient et provoquaient des coupures de courant sur la caténaire. Eurotunnel en avait conclu que les pagodes à l'avant des wagons devaient avoir un effet positif en empêchant les bâches de flotter et a décidé de fixer à nouveau des pagodes avant sur certains wagons (développé plus en détail au paragraphe 4.9).

Dans la mesure où il restait environ 80 pagodes du modèle original utilisables, Eurotunnel a décidé de les monter à court terme tout en passant commande pour des pagodes de conception améliorée.

Les travaux sur les modèles améliorés de pagodes avaient commencé en 2008, en réponse à la CIG qui demandait à trouver une solution à plus long terme au problème des pagodes (paragraphe 4.6.2).

En 2009, Eurotunnel faisait des essais concluants avec deux prototypes. Ces modèles améliorés étaient constitués d'un ensemble boulonné qui semblait plus à même de supporter les contraintes de service.

Cependant, ce travail de conception a été mis de côté en 2009, au moment où Eurotunnel a mis en place le projet Salamandre (voir 4.5.1).

Au début de l'année 2013, Eurotunnel a passé une commande pour l'acquisition de 150 pagodes du modèle développé entre 2008 et 2009, et a commencé à les installer sur ses wagons Arbel. Elles couvraient la moitié de la flotte de ces wagons.

L'intention était que les rames arrière de wagons Arbel soient équipées de pagodes, mais pas les rames avant. Eurotunnel s'appuyait sur le processus d'affectation pour décider à quel wagon était attribué chaque camion : un camion considéré comme présentant un risque potentiel était chargé sur un wagon Breda ou sur un wagon Arbel avec pagode.

Le plan consistait à équiper avec le temps les rames avant de nouveaux déflecteurs d'air, la turbulence aérodynamique ayant été identifiée comme la raison pour laquelle Eurotunnel rencontrait des problèmes de plus en plus fréquents avec les bâches.

Le travail de conception sur les déflecteurs d'air a commencé en avril 2013 et se poursuit actuellement.

En juin 2013, Eurotunnel a commencé à installer les 150 modèles boulonnés de pagodes et le 20 août 2013 identifiait la première fissure de fatigue sur l'une d'entre elles. Elle a été rapidement suivie d'autres fissures sur d'autres pagodes. ET a réalisé que les modèles améliorés, bien que validés avec succès en 2009, n'offraient pas les résultats escomptés. Le problème semblait être lié à des difficultés associées à la production en série des pagodes.

Le 3 novembre 2013, il commençait à retirer les pagodes boulonnées et se mettait à nouveau à l'œuvre pour développer un nouveau modèle.

Au début de l'année 2014, Eurotunnel avait achevé son travail de conception et testé avec succès les nouvelles pagodes en fatigue.

ET a passé une nouvelle commande de 150 pagodes auprès d'un fournisseur différent peu après et a commencé à installer les nouveaux modèles en août 2014, à nouveau sur les rames arrière.

Eurotunnel a précisé que son intention était de poursuivre le programme de déflecteur d'air afin d'en installer sur le reste de la flotte.

Pour couvrir la période intermédiaire entre l'incident du 17 janvier 2015 et le moment où une solution technique validée pour les déflecteurs d'air sera disponible, Eurotunnel a commandé un lot supplémentaire de pagodes du modèle existant avec l'intention de les monter à l'avant de tous ses wagons Arbel.

4.6.3 - Les évaluations des risques à l'appui de la suppression des pagodes

Évaluations des risques et mesures d'atténuation exigées

Conformément à son système de gestion de la sécurité décrit dans le document SAFD 1000, les demandes d'Eurotunnel pour retirer les pagodes à l'arrière et à l'avant des wagons à la fin de l'année 2011 et au milieu de l'année 2012 étaient soutenues par des évaluations de risque comparatives qui étudiaient les conséquences de la suppression des pagodes sur certains risques opérationnels.

Il semblerait que le principal risque sur lequel Eurotunnel a porté son attention soit d'éviter que les chauffeurs de camion reçoivent des décharges électriques lors des opérations de chargement et de déchargement. Ce risque avait augmenté du fait de la suppression de la séparation physique entre les chauffeurs et la caténaire. Une évaluation spécifique des risques avait conduit Eurotunnel à appliquer le projet CCAQ (Coupure Caténaire à Quai) qui prévoit l'isolation de la caténaire pendant les opérations de chargement et de déchargement. Cette mesure élimine les risques d'électrocution.

La demande de 2012 relative au retrait des dernières pagodes incluait une évaluation comparative des risques supplémentaire qui traitait les autres effets liés à une telle modification. Le risque accru en matière de sécurité d'un véhicule qui s'enflamme à cause d'un arc électrique entre la caténaire et une antenne fixée sur un camion n'était pas particulièrement pris en compte. En revanche, le risque accru en matière de sécurité d'un début d'incendie provoqué par un arc électrique avec une remorque ouverte (par ex. un porte-voitures) a été pris en compte ainsi qu'une chute accidentelle de la caténaire provoquée par un arrachement total ou partiel des bâches.

L'évaluation des risques a souligné que le retrait d'une séparation physique entre les camions et la caténaire avait augmenté les probabilités d'arcs électriques entre un poids lourd et ladite caténaire. Elle soulignait que les risques associés aux arcs électriques au lieu d'être *supprimés*, comme c'était le cas avant le retrait des pagodes, devaient désormais être *contrôlés*.

Conformément au système de gestion de la sécurité (SMS) d'Eurotunnel et en accord avec les approches autorisées décrites dans la méthode de sécurité commune (MSC) sur l'évaluation des risques, le danger accru devait être atténué afin de réduire le risque résiduel à un niveau globalement au moins équivalent à celui qu'il avait avant que ne soit introduite la modification. Les atténuations prises en compte dans l'évaluation des risques étaient :

- le système de détection des hauteurs hors norme à l'entrée du terminal (un système qui n'est pas assez sensible pour détecter les antennes) ;
- le détecteur d'antenne en bas de la rampe ;
- l'introduction des stations SAFE.

Or, la mise en place des stations SAFE, bien qu'elles garantissent la protection des biens et des opérations, n'a pas d'effet sur la sécurité des chauffeurs et du personnel d'Eurotunnel. Cela est dû au fait que les stations ne sont activées qu'après l'évacuation des personnes. En outre, Eurotunnel, tout en revendiquant les avantages du détecteur d'antenne, n'avait pas évalué sa fiabilité. Il a désormais été établi que les caractéristiques du détecteur d'antenne ne sont pas suffisantes pour détecter de manière fiable les antennes de petit diamètre.

En conséquence, les arguments présentés dans l'évaluation comparative des risques n'ont pas vraiment apporté la preuve que l'ensemble des risques pour les chauffeurs de camion et le personnel d'Eurotunnel ont été gérés pour que le niveau de sécurité soit globalement au moins équivalent à la situation avant le retrait des pagodes.

L'évaluation des risques a également pris en compte le risque accru d'endommager la caténaire à cause d'un incendie sur le train. Eurotunnel a commandé une étude sur les effets d'un incendie dans la navette sur l'intégrité structurelle de la caténaire, que l'entreprise a fait figurer dans son évaluation des risques. Le rapport concluait qu'un incendie sur la navette aurait de l'effet uniquement sur l'intégrité structurelle de la caténaire lorsque la vitesse passe en dessous de 25-30 km/h. Le rapport faisait quelques recommandations pour augmenter la tension dans la caténaire afin d'éviter qu'elle ne s'affaisse lorsqu'elle est chauffée par le passage à une vitesse réduite d'une navette transportant un camion en feu. Ces recommandations sont citées dans l'évaluation des risques pour démontrer qu'Eurotunnel a atténué les risques. L'évaluation des risques a négligé le fait que l'absence de séparation physique réduisait également la protection de la caténaire contre des contacts accidentels avec des débris enflammés ou des bâches mal fixées susceptibles d'entraîner une coupure d'alimentation.

Approbation CTSA/CIG

Conformément à la méthode européenne de sécurité commune (MSC) pour évaluer les risques, l'évaluation a fait l'objet d'une évaluation par un organisme. Cet organisme s'est appliqué pour l'essentiel à vérifier si le processus d'évaluation des risques décrit dans la MSC avait été respecté. L'évaluation par l'organisme n'a pas mis en évidence que certains dangers avaient été omis et que certaines des mesures d'atténuation n'étaient pas pertinentes en matière de sécurité des personnes.

Le dossier de demande remis par Eurotunnel à la CIG pour étayer sa demande concernant le retrait des dernières pagodes en juin 2012 contenait :

- une description du projet CCAQ (Coupure Caténaire à Quai) et l'évaluation des risques afférente ;
- l'évaluation comparative des risques concernant les autres opérations ;
- l'étude des effets sur la caténaire d'un incendie dans la navette ;
- le rapport de l'organisme d'évaluation.

Le dossier de demande a été examiné par le CTSA qui a vérifié en premier lieu que le processus décrit dans la MSC pour une évaluation des risques avait été respecté. À partir de ces éléments, le CTSA a transmis ses recommandations à la CIG, précisant que les changements proposés pouvaient être acceptés. Sur la base de ces données, la CIG a autorisé l'exploitation des wagons Arbel sans pagodes en juillet 2012. Cette démarche était cohérente avec celle requise par la MSC qui en général ne requiert pas qu'une autorité de sécurité nationale conteste une demande dans la mesure où le processus a été respecté¹⁸ ; son intervention n'est attendue que si la sécurité est gravement compromise. Aucun problème de sécurité de la sorte n'a été relevé par la CIG ou le CTSA à ce moment-là.

4.6.4 - Le résumé des principales conclusions relatives à la gestion des pagodes

Le modèle initial des wagons Arbel était défectueux en raison des rapides ruptures par fatigue des pagodes qui ne pouvaient plus être réparées.

La démarche d'Eurotunnel en la matière, du moins à court terme, était de retirer les pagodes des wagons Arbel.

La suppression de ces pagodes représentait un risque accru d'électrocution pour les conducteurs des poids lourds lors des opérations de chargement et de déchargement. Ce risque avait été maîtrisé du fait que la caténaire était isolée lors de ces opérations .

La suppression des pagodes augmentait également le risque qu'un incendie se déclare à cause d'un éventuel arc électrique entre les objets hors gabarit et la caténaire. Le danger accru d'un éventuel incendie pouvait en conséquence compromettre la sécurité des chauffeurs routiers et du personnel d'Eurotunnel. Ce risque était partiellement reconnu par Eurotunnel dans le cadre des arguments invoqués dans le dossier de cette demande de modification, mais les mesures d'atténuation soutenues dans l'évaluation des risques ne réduisaient pas pour autant le danger à un niveau globalement au moins équivalent à celui qu'il y avait avant que ne soit introduite la modification.

Le CTSA et la CIG avaient accepté les évaluations comparatives de risques d'Eurotunnel, principalement au motif qu'elles étaient conformes à la MCS sur l'évaluation des risques et autorisé l'exploitation des wagons Arbel sans pagodes.

¹⁸ Article 15 du règlement 402/2013 sur les méthodes de sécurité communes en matière d'évaluation des risques

4.7 - Les mesures prises par Eurotunnel après l'incendie de 2008

4.7.1 - L'incendie du 11 septembre 2008

Le 11 septembre 2008 un important incendie s'est produit sur une navette fret, conduisant à un arrêt contrôlé dans le tunnel sous la Manche.

Cet événement n'a provoqué aucun décès ni blessure grave mais a eu des conséquences matérielles très importantes. Tous les wagons chargés et les camions ont brûlé. Les deux locomotives et la voiture aménagée ont subi des dommages liés à la température élevée et aux fumées auxquelles elles ont été exposées. Le tunnel Nord, où circulait la navette, a pour sa part subi des dégâts très importants et n'a pu être rouvert à la circulation qu'en février 2009.

L'incendie a pris naissance dans un véhicule routier et s'est propagé à l'ensemble de la rame.

S'agissant d'une rame Breda, complètement couverte, l'origine de cet incendie est propre à ce véhicule routier et sans rapport avec les problèmes d'amorçage électrique avec la caténaire en cause dans les incendies qui ont eu lieu par la suite.

4.7.2 - Les mesures prises par Eurotunnel après l'incendie

Eurotunnel a présenté le 11 mars 2009 au comité de sécurité (CTSA) son plan d'actions tirant les premiers enseignements de l'incendie de 2008.

Ce plan d'actions appelé « *Projet Salamandre* » comprend trois volets :

- le renforcement de la prévention ;
- l'accélération et l'amélioration des interventions des services de lutte contre l'incendie ;
- la création de zones dédiées pour la lutte contre l'incendie en tunnel (stations SAFE).

Parallèlement à ce projet, d'autres mesures ont été prises concernant notamment les règles de maintenance et d'utilisation des voitures aménagées et les modalités d'arrêt contrôlé des navettes fret.

4.7.3 - L'enquête conjointe et les recommandations

Cet événement grave a fait l'objet d'une enquête conjointe par les deux organismes français et britannique (BEA-TT et RAIB).

L'enquête a conduit à formuler 39 recommandations qui portaient notamment sur les domaines suivants :

- l'évacuation des personnes ;
- la lutte contre l'incendie ;
- le matériel roulant ;
- les installations fixes ;
- les procédures et les outils du centre de contrôle ferroviaire ;
- le système de gestion de la sécurité.

Ces recommandations ont été notifiées le 16 novembre 2010 lors de la parution du rapport.

4.7.4 - La mise en œuvre et le suivi des recommandations

Dans son rapport annuel 2011, la CIG a fait un point de l'avancement de la mise en œuvre de ces recommandations :

- Eurotunnel a considéré que 24 recommandations étaient justifiées et les a mises en œuvre. La CIG a estimé que ces mises en œuvre permettaient de clôturer ces recommandations.
- Eurotunnel a considéré que 6 recommandations n'étaient pas justifiées et la CIG a donné accord à Eurotunnel.
- La CIG a considéré que les 9 autres recommandations nécessitaient un complément d'étude.

Dans son rapport 2012, la CIG a considéré que les compléments d'études menés par Eurotunnel et le Comité de sécurité permettaient de clôturer ces 9 dernières recommandations :

- 2 recommandations ne sont pas retenues ;
- 7 sont considérées comme soldées.

Parmi les 8 recommandations qui n'ont finalement pas été retenues, la recommandation n° 38 concernait le processus de gestion des évolutions qui se trouve de nouveau mis en cause dans la présente enquête.

4.7.5 - La recommandation n° 38

L'enquête menée après l'incendie de 2008 avait déjà mis en exergue des inquiétudes quant à la qualité et la solidité des évaluations en matière de sécurité entreprises par Eurotunnel afin d'appuyer les modifications que la société appliquait dans le cadre de ses opérations. Au vu de ces préoccupations, la recommandation suivante destinée à Eurotunnel fut intégrée au rapport d'enquête :

« Examiner le processus de gestion des modifications et sa mise en œuvre afin d'améliorer la qualité et la rigueur des études effectuées en matière de sécurité pour justifier les changements appliqués aux procédures et pratiques. »

En janvier 2012, la CIG consignait la réponse d'Eurotunnel à cette recommandation dans son premier rapport annuel sur les recommandations :

« Eurotunnel estime que cette recommandation est inutile attendu que ce point est déjà couvert par des textes existants. »

Le processus de gestion des modifications est régi par le système de gestion des modifications connu sous le nom d'ECM et chaque changement majeur est soumis à l'autorité de sécurité de la CIG.

Le processus de gestion des modifications (techniques, procédures, etc.) est décrit en détail dans le document Système de gestion de la sécurité 1000, Paragraphe 6.2.8. »

La CIG a accepté la réponse d'Eurotunnel. Eurotunnel n'a fourni aucune nouvelle preuve attestant que la question relative à la qualité de la mise en œuvre du processus de gestion des modifications avait été prise en compte.

4.8 - Les mesures prises par Eurotunnel après l'incendie de 2011

4.8.1 - L'incident du 8 mars 2011

Le 24 mars 2011, une navette fret au départ de Coquelles à 19 h 42 fait disjoncter la caténaire alors qu'elle entre dans le tunnel par le portail français. Le courant est rétabli avec succès et le train redémarre deux minutes plus tard. À 19 h 57, une première alarme incendie est détectée par les détecteurs du tunnel près du rameau de communication CP4417, et un message transmis à tous les trains afin qu'ils réduisent la vitesse à 100 km/h et ferment leurs clapets de ventilation. Il n'y a pas d'autres alarmes et à 20 h 01, le service reprend son cours normal.

Peu après l'arrivée à Folkestone, les agents commencent à décharger les camions et à 20 h 28, un agent sur le wagon porteur n° 3 de la trame arrière déclenche une alarme incendie, signalant qu'un tracteur agricole sur la remorque à plateau d'un poids lourd est en feu. La caténaire sur le quai est isolée. L'incendie est confirmé et les deux camions situés devant le poids lourd en feu sont déchargés. Le service d'incendie et de secours du Kent intervient et éteint l'incendie.

4.8.2 - Les mesures prises par Eurotunnel après l'incendie

L'enquête d'Eurotunnel a conclu que le premier arc électrique avait été causé par une antenne qui appartenait au tracteur brûlé.

Il y a lieu de noter que ce tracteur était situé entre trois autres sur la remorque plate, à une grande distance de l'avant du camion. Il est donc possible que ce tracteur n'ait pas été balayé par le détecteur d'antenne pour les objets de hauteur hors norme.

Après cet incident, Eurotunnel a modifié ses instructions de chargement afin de garantir que tous les camions à plateau transportant des véhicules agricoles soient affectés sur des wagons Breda.

4.9 - Les mesures prises par Eurotunnel après l'incendie de 2012

4.9.1 - L'incident du 29 novembre 2012

Peu de temps après le début du retrait des dernières pagodes sur les wagons Arbel en juillet 2012, Eurotunnel commence à remarquer une hausse des coupures de courant en particulier à cause de bâches mal fixées.

Cette situation culmine le 29 novembre 2012, lorsqu'Eurotunnel subit des dommages à cause d'une voiture ayant pris feu sur un porte-voitures en raison d'un arc électrique avec la caténaire à hauteur du portail britannique. Au moment où la navette arrivait en France, un incendie important s'est déclaré sur le porte-voitures qui a requis l'intervention des pompiers.

L'enquête d'Eurotunnel a conclu que la cause du premier arc électrique était soit une antenne (qui avait pu se redresser, car la voiture était chargée vers l'arrière sur le plateau) ou une bâche mal fixée au-dessus d'une des voitures. L'enregistrement du circuit de vidéosurveillance pendant l'opération de chargement témoignait de la présence de l'antenne et de la bâche.

Le détecteur d'antenne ne s'était pas déclenché durant le chargement du porte-voitures sur la navette. La fiabilité du détecteur n'a pas été évaluée à ce moment-là, car

Eurotunnel pensait que la hauteur hors norme éventuelle de l'antenne était due aux forces aérodynamiques associées au fait que ladite antenne pointait dans le sens contraire de la marche.

Après cet incident, Eurotunnel a modifié ses instructions de chargement afin de garantir que tous les porte-voitures soient affectés sur des wagons Breda.

4.9.2 - Les mesures prises par Eurotunnel après l'incendie

En décembre 2012, devant cette recrudescence d'incidents qui semblait liée à la suppression des dernières pagodes sur les wagons Arbel, Eurotunnel a décidé de :

- lancer un programme pour fixer à nouveau une pagode d'extrémité sur certains de ses wagons Arbel (voir art. 4.6.2) ;
- mettre en place une zone de contrôle des bâches.

4.10 - Les autres scénarios

4.10.1 - La méthodologie

Les enquêteurs ont commandé une étude auprès d'un spécialiste des incendies dans les tunnels afin d'obtenir un point de vue d'expert quant à l'incidence de la position et du type de camions sur l'évolution de l'incendie. Le reste de cette section concerne l'étude menée par ce spécialiste des incendies. Cette étude a envisagé trois scénarios différents. Ces derniers sont étudiés ci-dessous.

4.10.2 - Scénario 1 : le chargement d'un camion sur le dernier wagon de la rame avant

Si le dernier wagon porteur de la rame avant avait été chargé d'un camion, il est probable qu'un incendie se serait propagé sur ce véhicule avant que le train ne s'arrête. Une fois le train arrêté, le renversement temporaire du flux d'air avant que le SVS (système de ventilation supplémentaire) ne soit actif aurait favorisé le départ du feu sur ce véhicule. Au même moment, l'incendie se propageait également au camion sur le wagon porteur n° 14. En conséquence, le temps que le SVS soit complètement opérationnel, trois véhicules auraient été touchés par l'incendie.

Une fois que le camion sur le dernier wagon porteur de la rame avant était en feu, le risque que l'incendie se communique au premier camion de la rame arrière aurait considérablement augmenté. En effet, une fois le SVS réduit à un faible niveau à 12 h 39, il est probable que la température aurait été suffisante pour favoriser la propagation de l'incendie au camion chargé 20 mètres plus loin sur le premier wagon de la rame arrière. L'incendie se serait ensuite propagé aux camions suivants sur la rame arrière jusqu'à ce que son ampleur soit limitée par le manque d'oxygène.

4.10.3 - Scénario 2 : le chargement d'un camion complet sur le wagon 13 à la place d'une camionnette

Si un camion avait été chargé sur le wagon n° 13 à la place d'une camionnette, il est probable que le feu aurait franchi le petit espace entre les camions pendant la période de faible ventilation. La lente progression du feu vers l'avant du train aurait sans doute continué (son évolution dépendant de nombreux facteurs).

4.10.4 - Scénario 3 : le chargement du camion en cause sur le premier wagon de la rame avant

Si le camion en cause s'était trouvé sur le premier wagon porteur de la rame avant, il est probable que le feu se serait propagé au camion sur le second wagon porteur avant que le train ne s'arrête. Une fois déclenché sur ce camion, il est probable que l'incendie se serait propagé au camion chargé sur le troisième wagon et au-delà jusqu'à ce que le feu cesse de s'étendre par manque d'oxygène.

Il semble peu probable que le feu se serait propagé du wagon chargeur à la voiture aménagée qui aurait pu subir des dommages similaires à ceux causés à la camionnette sur le wagon porteur n° 13 lors du présent incident.

4.10.5 - La conclusion sur les différents scénarios

En conclusion, sachant que la configuration de chargement sur le train 7340 était le fruit du hasard, si le camion en cause s'était trouvé placé ailleurs sur le train, ou avec des camions différents sur les wagons n° 13 et 16, le feu se serait certainement propagé à de nombreux autres camions et aurait été bien plus difficile à maîtriser.

5 - Déroulement de l'événement

Le 17 janvier 2015 à 10h35 Le camion immatriculé B 139 CAL entre sur le terminal britannique.

10h43 : il passe au poste de vérification des bâches, l'antenne CB du camion en cause est visible sur les enregistrements vidéo et dépasse nettement du haut de la cabine et de la remorque.

Le camion en cause est classé en 15^e et dernière position du lot de véhicules destiné à la rame de tête qui est une rame Arbel sans pagodes.

11h38 : les camions quittent le zone d'attente pour se diriger vers les passerelles d'embarquement.

11h42'30" : après avoir vérifié le fonctionnement du détecteur d'antennes situé en bas de la rampe qui descend de la passerelle n° 2 vers le quai B9, l'agent en charge du chargement de la rame avant fait le tour du premier camion puis le fait avancer vers le wagon chargeur. L'embarquement des camions commence.

Le système de détection d'antennes se déclenche pour un camion en 3^e ou 4^e position mais aucune anomalie n'est confirmée visuellement.

Au passage du 15^e camion, le détecteur ne se déclenche pas.

11h57 : départ de la navette 7340

11h57 : l'agent de feu placé près du bas de la rampe de la passerelle n° 4 voit quelque chose sur le camion n° 15 qu'il identifie comme une antenne et qui lui semble dépasser la hauteur normale mais sans certitude.

Étant nouveau dans cette fonction, il en parle à un collègue qui le rassure en lui rappelant la présence du détecteur d'antenne.

11h59'41" : la locomotive de tête franchit l'entrée du tunnel à environ 50 km/h.

12h00'08" : l'antenne du camion chargé sur le 15^e wagon de la rame de tête amorce avec la caténaire juste avant le portail d'entrée dans le tunnel.

12h00'32" : la conductrice initie un freinage.

12h00'34" : la tension caténaire est rétablie dans le TFN mais à cet instant la navette 7340 se trouve encore dans le secteur électrique du terminal UK où la tension tarde à être rétablie.

La conductrice de la navette 7340 effectue un arrêt contrôlé au CP 1138.

12h01'38" ; le train s'arrête avec sa tête au CP 1138.

12h01'58" : la tension est rétablie dans le secteur du terminal UK.

La conductrice reçoit du RCC l'autorisation de repartir sans dépasser 100 km/h.

12h03'40" : le train repart et accélère jusqu'à 100km/h, puis il circule à cette vitesse.

12h04'10" : la caméra du CP 1114 montre que le feu a pris dans la cabine du camion en cause qui est pleine de fumée.

12h22'50" : une alarme flamme est détectée par la station de détection SD 38 puis quelques secondes après, une alarme fumée à la même station. Le train se trouve alors au PK 40,180 soit environ 2 km avant la station SAFE 4F qui s'étend du CP 4202 au CP 4276.

12h23'00" : le chef de train reçoit une alarme incendie provenant du chargeur de queue. Il avise la conductrice et ferme les clapets de ventilation de sa voiture.

12h23'16" : la conductrice transmet l'alerte au RCC. Elle est alors environ au PK 41 au niveau du panneau d'annonce « SAFE 4F 1000 m ». La conversation dure 20 s.

12h23'56" : le RCC reçoit un appel d'urgence du train 7340. La communication dure 1mn08.

12h24'06" : perte de la tension caténaire ; à ce moment, la tête du train se trouve au PK 42,16 et a passé l'entrée de la station SAFE.

Aucune tentative n'est faite par le RCC pour réalimenter la caténaire.

12h24'13" : alarme à la SD 40.

12h24'13+ : le superviseur fait demander à la conductrice de s'arrêter à la station SAFE mais comme il est trop tard, il fait déclencher la procédure Stopping Train.

12h25'04" : fin de la communication entre le RCC et le train 7340.

12h26'22" : le train s'arrête au PK 44,202 ; la voiture aménagée est au droit du CP 4418.

12h30 : début de l'évacuation.

12h35 : arrivée de la FLOR au CP 4418.

12h37 : fin de l'évacuation de l'ensemble des personnes du train dans le tunnel de service.

13h40 : mise à la terre de la caténaire.

14h00 : mise en place des rideaux d'eau (queues de paon).

14h40 : arrivée des passagers au terminal de Coquelles.

15h56 : début d'attaque du feu par la SLOR Fr.

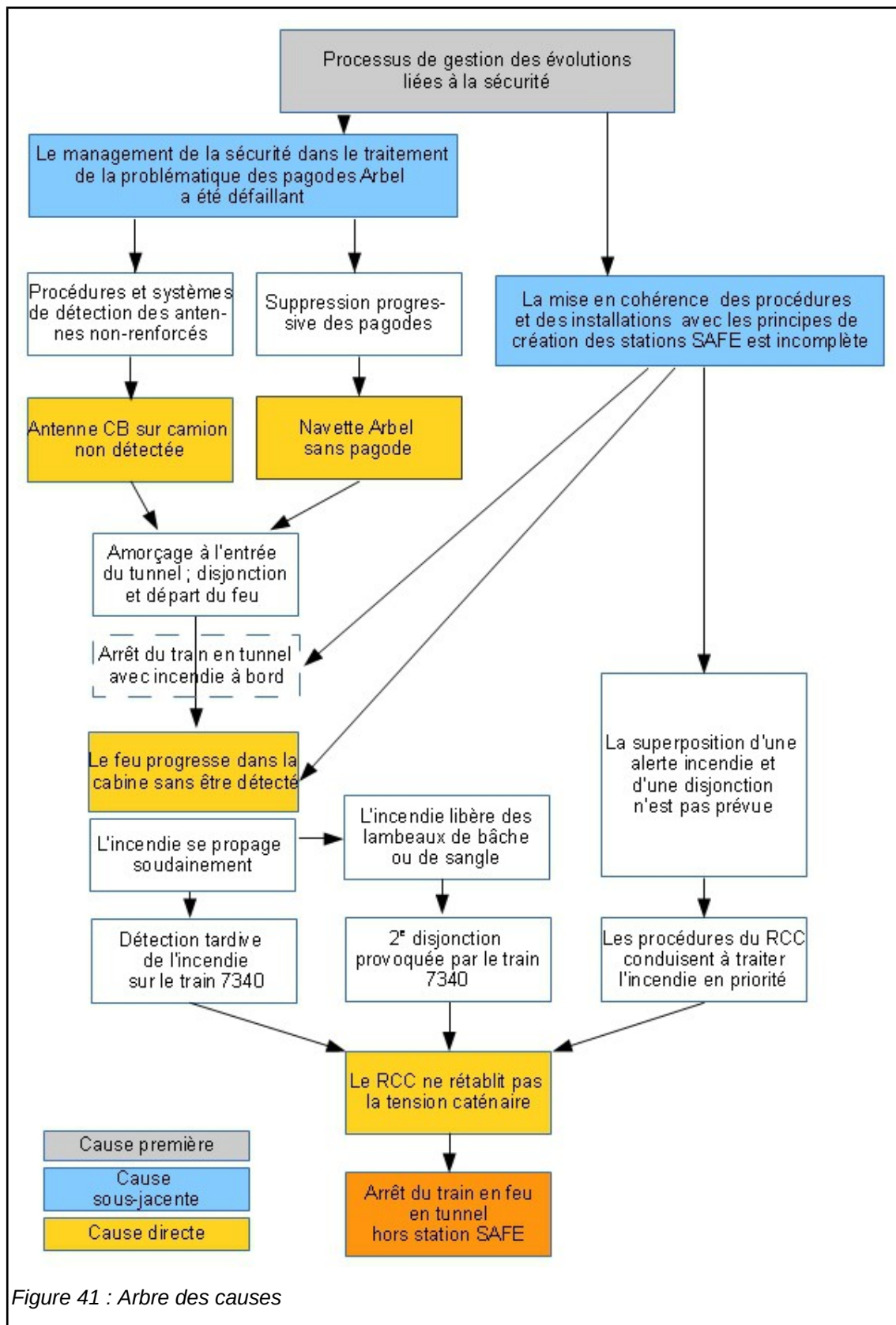
16h17 : déclenchement du plan binational d'urgence (BINAT).

16h20 : feu maîtrisé.

17h53 : fin du BINAT.

6 - Analyse et recommandations préventives

6.1 - Les causes de l'événement



Le départ de l'incendie a été causé par un amorçage entre la caténaire et l'antenne CB d'un camion chargé sur une navette Arbel sans pagode.

Le feu s'est développé dans la cabine du camion puis s'est propagé à l'extérieur et n'a été détecté qu'après 23 mn environ.

Lorsque les détecteurs embarqués et au sol se sont déclenchés, le train pouvait encore largement s'arrêter à la station SAFE 4F mais les procédures en vigueur n'ont pas amené la conductrice à le faire. Environ une minute plus tard, le feu a provoqué un amorçage fugitif qui a causé une deuxième disjonction.

Alors que c'était techniquement possible, le RCC n'a pas tenté de réalimenter la caténaire, le train a donc été conduit inéluctablement à s'arrêter.

La dernière station SAFE étant franchie et la sortie du tunnel étant encore éloignée de plus de 15 km, l'arrêt contrôlé a lieu dans le tunnel.

L'examen de l'arbre des causes conduit à rechercher des orientations préventives dans les domaines suivants en lien avec les causes directes :

- les processus et les systèmes de détection des antennes et menus objets ;
- les pagodes ou autres dispositifs physiques de séparation entre les véhicules et la caténaire ;
- les systèmes de détection d'incendie ;
- les procédures du RCC en cas d'incendie et de disjonction concomitants.

L'arrêt du train en tunnel avec un feu à bord, après la première disjonction, bien que n'étant pas lié directement à l'arbre des causes de l'événement, conduit à s'interroger sur les conséquences d'un tel arrêt si le feu s'était développé plus rapidement.

L'examen des causes sous-jacentes et premières amène à rechercher des voies de progrès dans le système de management des évolutions liées à la sécurité.

Par ailleurs, le déroulement des opérations de secours et de lutte contre l'incendie sera également analysé.

6.2 - Les processus et systèmes de détection des antennes et menus objets

L'incendie s'est déclaré parce qu'une antenne hors gabarit montée sur le camion chargé sur le wagon n° 15 de la rame avant avait provoqué un arc électrique avec la caténaire.

Eurotunnel se fiait aux détecteurs situés en bas des rampes de chargement, pour identifier de telles antennes et ainsi prévenir les risques associés. Aucun des agents de chargement, y compris les Agents de Feu, n'était tenu d'identifier les antennes hors gabarit lorsque le détecteur d'antenne était opérationnel.

Des tests organisés par Eurotunnel après l'incident, ainsi que des données fournies par le fabricant des capteurs, ont démontré que le détecteur d'antenne n'était pas suffisamment sensible pour détecter de façon fiable des antennes de faible section à la vitesse à laquelle les camions passent généralement devant les capteurs.

En outre, la vitesse de passage très lente nécessaire devant les capteurs pour une détection fiable réduirait considérablement la longueur balayée du camion et augmenterait en conséquence le risque que le système ne détecte pas une antenne fixée à l'arrière de la cabine ou sur la remorque.

6.3 - Les pagodes et autres dispositifs physiques de séparation

L'incendie s'est déclaré car il n'y avait pas de toit sur le wagon Arbel pour séparer l'antenne de hauteur hors norme de la caténaire.

Depuis la mise en service des wagons Arbel, Eurotunnel a été confronté à des problèmes techniques liés à l'intégrité de leurs pagodes. Après une période de réparation, les pagodes sont devenues inutilisables et Eurotunnel a commencé à les retirer.

Dans le dossier de sécurité de cette modification, Eurotunnel a reconnu la probabilité accrue d'un incendie et donc l'augmentation du risque pour les chauffeurs de camion et le personnel d'Eurotunnel. Toutefois, les mesures d'atténuation évoquées dans l'évaluation des risques ne réduisaient pas le danger à un niveau globalement au moins équivalent à celui avant modification. Les enquêteurs ont observé que la mise en place d'autres modifications de matériel roulant et opérationnelles avait peut-être réduit les risques, mais ces dernières n'ont pas revendiquées dans l'évaluation comparative des risques et leurs avantages n'ont pas été estimés.

Au fil des années, Eurotunnel a essayé plusieurs modèles différents de structure de toit et continue à travailler sur une solution technique à long terme.

Pour la phase de transition entre l'incident et le moment où une solution technique validée sera disponible, Eurotunnel a commandé des pagodes du modèle existant avec l'intention de les fixer à l'avant de tous ses wagons Arbel.

En l'absence de séparation physique entre les camions et la caténaire, le détecteur d'antenne est essentiel à la sécurité et doit être à la fois adapté aux besoins et fiable.

Recommandation R1 (Eurotunnel) :

Traitement des risques associés aux objets de hauteur hors normes

Prendre des dispositions qui soient à la fois adaptées aux besoins et suffisamment fiables pour réduire les risques associés aux amorçages entre la caténaire et des objets de hauteur hors normes, tels que des éléments d'un camion ou de son chargement. Cet objectif peut être réalisé en réinstallant les pagodes, en installant, après validation, un modèle de toit différent, en mettant en œuvre un système de détection amélioré avec les procédures associées ou une solution alternative.

6.4 - Les systèmes de détection d'incendie

De la fumée semble s'être propagée à l'intérieur de la cabine du camion en cause lorsque le train s'est arrêté à l'intérieur du tunnel en raison de la première coupure de courant (12 h). Cependant, dans la mesure où il n'y avait aucune exigence pour que le train soit inspecté après la coupure de courant, ce signe précoce d'un début d'incendie ne fut pas identifié.

L'incendie a été détecté 23 minutes plus tard.

Au moment où il a été repéré par l'équipement installé dans le tunnel et sur le train, il restait peu de temps au personnel concerné pour appliquer les processus existants et faire arrêter le train dans la seconde station SAFE.

Les occasions d'arrêter le train au niveau de l'une des deux stations SAFE ont été manquées.

Les événements de 2011 et 2012 ont également concerné des feux qui se sont initiés au portail d'entrée et qui n'ont été détectés que lorsque les navettes sont ressorties de l'autre côté du tunnel. Dans d'autres circonstances, ces incidents auraient pu être semblables à l'incendie du 17 janvier 2015. Ceci confirme le besoin de détecter un feu aussi tôt que possible pour utiliser au mieux les stations SAFE.

Eurotunnel a modifié ses procédures d'exploitation en cas de coupure de courant de la caténaire au niveau des portails du tunnel sur un train constitué de wagons Arbel. Elles incluent désormais un arrêt à la première station SAFE pour une vérification plus poussée.

Eurotunnel a également entrepris une large consultation des industriels pour rechercher des systèmes innovants permettant de déceler plus rapidement et de façon fiable, des débuts d'incendie, y compris lorsqu'ils sont encore confinés dans la cabine du véhicule concerné. Cette consultation n'a pas encore donné de résultat à la date de publication de ce rapport.

Recommandation R2 (Eurotunnel) :

Veille continue sur les améliorations des systèmes de détection d'incendie

Conclure la consultation en cours des différents fabricants recherchant des systèmes innovants pour détecter plus rapidement et de façon fiable tout départ de feu, y compris lorsqu'il est encore confiné dans la cabine du véhicule concerné. Le cas échéant, établir un programme de mise en œuvre des nouveaux systèmes ainsi identifiés.

Mettre en place un système pérenne de veille technique pour détecter toute voie de progrès en matière de rapidité et de fiabilité de la détection d'incendie.

6.5 - Les procédures du RCC et du conducteur

Lorsque les détecteurs au sol et embarqués se sont déclenchés, le train 7340 était encore en amont du panneau « *SAFE 4F à 1000 m* ». Compte tenu de sa vitesse limitée à 100 km/h, il était encore techniquement en mesure de s'arrêter dans cette station SAFE pendant au moins 1mn 30, jusqu'au franchissement de l'entrée de la station.

Afin d'éviter qu'un train suiveur vienne s'approcher de trop près d'un train arrêté en feu, les procédures actuelles prévoient que la décision d'arrêt soit prise par le superviseur du RCC après s'être assuré de la position des trains suiveurs. Le temps, pour celui-ci, de recueillir les éléments nécessaires à la décision, il était trop tard pour arrêter le train 7340 dans la SAFE.

Par ailleurs, lorsque la deuxième disjonction survient, les différents contrôleurs sont polarisés par les procédures d'incendie et aucune tentative n'est faite pour rétablir la tension caténaire qui aurait permis, très probablement, au train de gagner la sortie du tunnel.

Enfin, s'il est vrai que l'immobilisation d'un train en feu dans un cross-over rendrait plus difficile l'évacuation des passagers en raison de l'absence de piste de cheminement et de la configuration particulière des rameaux de communication et qu'elle aurait probablement des conséquences désastreuses sur la continuité de l'exploitation du tunnel sous la Manche, il apparaît que la méconnaissance par les agents d'Eurotunnel des possibilités de marche sur l'erre d'une navette fret a pu conduire ceux-ci à surestimer ce risque et à précipiter la décision d'arrêt du train.

Recommandation R3 (Eurotunnel) :

Minimisation des arrêts de trains incendiés en tunnel hors stations SAFE

Revoir le processus de décision en cas de détection d'incendie sur une navette fret afin de pouvoir déclencher rapidement l'arrêt du train à l'approche d'une station SAFE.

Revoir les procédures du RCC afin de traiter de façon optimale les cas d'incendie et de disjonction concomitants.

Par ailleurs, Eurotunnel est invité à évaluer, par des essais ou des calculs, les possibilités de marche sur l'erre des navettes fret, dans les zones des cross-over, à partir des différentes vitesses telles que 140, 100 et 50 km/h.

6.6 - L'arrêt après la première disjonction

Si la tension a été rétablie dans le secteur électrique du TFN, 26 secondes après la disjonction, elle n'est revenue que 1mn 50 après la disjonction dans le secteur du terminal UK où se trouvait le train. Pendant ce temps conformément aux prescriptions, la conductrice a déclenché sa procédure d'arrêt contrôlé. Concentrée sur cette procédure, elle ne s'est pas aperçue que la tension était revenue au-dessus de sa locomotive et elle a finalisé son arrêt alors qu'elle aurait dû reprendre sa marche.

Après l'arrêt, les procédures prévoient d'abaisser systématique les pantographes, vérifier que l'engin ne se trouve pas sous un sectionnement caténaire, remonter les pantographes puis redémarrer le train.

L'arrêt dure au total deux minutes pendant lesquelles le feu aurait pu s'étendre et détériorer la caténaire empêchant le redémarrage du train.

Cet arrêt n'intervient pas significativement dans le déroulement de l'événement, aussi il n'est pas formulé de recommandation, mais Eurotunnel est invité à rechercher des voies de progrès permettant d'éviter de tels arrêts ou d'en limiter la durée.

6.7 - La gestion des évolutions liées à la sécurité

Les analyses préliminaires de risques par Eurotunnel

Conformément à son système de gestion de la sécurité décrit dans le document SAFD 1000, les demandes d'Eurotunnel pour retirer les pagodes à l'arrière et à l'avant des wagons à la fin de l'année 2011 et au milieu de l'année 2012 étaient soutenues par des évaluations comparatives de risque qui visaient les incidences que pouvait avoir la suppression des pagodes sur certains risques opérationnels.

L'évaluation des risques a souligné que le retrait d'une séparation physique entre les camions et la caténaire avait augmenté les probabilités d'arcs électriques entre un poids lourd doté d'une remorque ouverte et la caténaire. Elle a reconnu que les risques associés aux arcs électriques devaient désormais être *contrôlés*.

Conformément au système de gestion de la sécurité (SMS) d'Eurotunnel et en accord avec les approches autorisées décrites dans la méthode de sécurité commune (MSC) sur l'évaluation des risques, le danger accru devait être atténué afin de réduire le risque résiduel à un niveau globalement au moins équivalent à celui qu'il avait avant que ne soit introduite la modification. Les atténuations évoquées dans l'évaluation des risques sont :

- le système de détection des hauteurs hors norme à l'entrée du terminal (un système qui n'est pas assez sensible pour détecter les antennes) ;
- le détecteur d'antenne en bas de la rampe ;
- la mise en place de stations d'attaque du feu (SAFE).

La mise en place des stations SAFE, bien qu'elles garantissent la protection des biens et des opérations, n'a pas eu d'effet sur la sécurité des chauffeurs routiers et du personnel d'Eurotunnel. Cela est dû au fait que les stations ne sont activées qu'après l'évacuation des personnes. En outre, Eurotunnel, tout en prenant en compte les avantages du détecteur d'antenne, n'avait pas évalué son efficacité. Or, il est désormais établi que l'efficacité du détecteur d'antenne n'est pas suffisante pour détecter de manière fiable les antennes de petit diamètre.

En conséquence, les arguments présentés dans l'évaluation comparative des risques n'ont pas véritablement apporté la preuve que le niveau de sécurité pour les chauffeurs routiers et le personnel d'Eurotunnel était globalement au moins équivalent à celui qui existait avant le retrait des pagodes.

L'acceptation par l'autorité de sécurité

Conformément à la méthode de sécurité commune (MSC) sur l'évaluation des risques, l'étude a été évaluée par un organisme agréé. Cet organisme s'est limité pour l'essentiel à vérifier si le processus d'évaluation des risques décrit dans la MSC avait été respecté. Cette évaluation n'a pas identifié que certains dangers avaient été omis et que certaines des mesures d'atténuation n'étaient pas pertinentes pour la sécurité des personnes.

Le CTSA et la CIG ont accepté la demande d'Eurotunnel de retirer les pagodes, essentiellement sur la base du fait que le demandeur avait suivi le processus décrit dans la MSC sur l'évaluation des risques et avait engagé un organisme d'évaluation pour vérifier sa conformité à la MSC.

L'exploitation du retour d'expérience

Même les meilleures analyses préliminaires ne peuvent garantir qu'un danger ne sera pas omis ou qu'un risque ne sera pas sous-évalué.

Dans les premiers temps après une évolution, l'exploitation du REX doit être particulièrement attentive à détecter et exploiter les incidents et les précurseurs qui pourraient être le signe d'un tel oubli ou sous-évaluation.

Or, les feux de 2011 et 2012 qui ont eu lieu pendant que la suppression des pagodes était en cours, n'ont pas été suffisamment exploités notamment pour ce qui concerne :

- l'augmentation de la fréquence d'un arc électrique entre un camion et la caténaire et donc l'augmentation de la fréquence d'un départ de feu ;
- la faible efficacité de la détection des antennes ;
- le lien entre disjonctions et incendies et la nécessité de prévoir leur concomitance dans les procédures.

La recommandation n° 38 de 2008

L'enquête menée après l'incendie de 2008 avait déjà mis en exergue des inquiétudes quant à la qualité et la solidité des évaluations en matière de sécurité entreprises par Eurotunnel afin de soutenir les modifications qu'elle appliquait dans le cadre de ses opérations. Au vu de ces préoccupations, la recommandation suivante destinée à Eurotunnel était formulée dans le rapport d'enquête :

« Examiner le processus de gestion des modifications et sa mise en œuvre afin d'améliorer la qualité et la rigueur des études effectuées en matière de sécurité pour justifier les changements appliqués aux procédures et pratiques. »

En janvier 2012, la CIG reprenait la réponse d'Eurotunnel dans son premier rapport annuel sur les recommandations :

« Eurotunnel estime que cette recommandation est inutile attendu que ce point est couvert par des textes existants.

Le processus de gestion des modifications est régi par le système de gestion des modifications connu sous le nom d'ECM et chaque changement majeur est soumis à l'autorité de sécurité de la CIG.

Le processus de gestion des modifications (techniques, procédures, etc.) est décrit en détail dans le document Système de gestion de la sécurité 1000, Paragraphe 6.2.8. »

La CIG accepta la réponse d'Eurotunnel qui n'a fourni aucun autre élément attestant que la question relative à la qualité de la mise en œuvre du processus de gestion des modifications avait été prise en compte.

Recommandation R4 (Eurotunnel) :

Amélioration du processus de gestion des évolutions

Eurotunnel devrait revoir son processus de gestion des modifications et sa mise en œuvre pour comprendre les causes des lacunes identifiées lors de cette étude dans les domaines de l'identification des dangers, l'évaluation des risques, l'apport de mesures d'atténuation nécessaires et les enseignements du retour d'expérience. Dans le cadre de cette révision, Eurotunnel devrait notamment examiner si son système de contrôle interne des études de sécurité est suffisant.

Eurotunnel devrait améliorer ses procédures afin de garantir une identification appropriée des dangers significatifs, une évaluation précise des risques opérationnels et que les mesures d'atténuation nécessaires sont correctement identifiées et mises en œuvre.

Une fois que le processus de gestion des modifications aura été amélioré, Eurotunnel est invité à le mettre en application pour vérifier que l'ensemble des risques liés à la problématique des pagodes des wagons Arbel ont été correctement identifiés et traités.

Le RAIB et le BEA-TT rappellent à Eurotunnel que, conformément à la MSC sur l'évaluation des risques, celui qui propose les modifications reste responsable de l'application de la MSC (Article 5 du Règlement 402/2013 – *« le proposant est responsable de l'application de ce règlement (...) »*).

Le RAIB et le BEA-TT notent que la MSC sur l'évaluation des risques stipule qu'« un organisme d'évaluation doit procéder à une évaluation indépendante de la pertinence de l'application et du processus de gestion des risques (...) et de ses résultats » (Article 6 du Règlement 402/2013).

Certaines déclarations dans le rapport d'analyse de l'organisme d'évaluation et de l'Article 6 de la MSC peuvent avoir donné l'impression à Eurotunnel qu'une étude indépendante des modifications proposées avait eu lieu alors que ce n'était pas le cas.

Recommandation R5 (Eurotunnel) :

Maîtrise des limites des prestations des organismes de vérification externes

Revoir les dispositions afin de garantir que le cadre et la portée de toutes les vérifications par des organismes externes mandatés par Eurotunnel sont clairement définis et mettre en œuvre toutes les modifications nécessaires.

Le RAIB et le BEA-TT rappellent à la CIG et au CTSA que conformément à la MSC sur l'évaluation des risques, ils peuvent demander des vérifications ou des analyses des risques supplémentaires s'ils peuvent démontrer l'existence d'un risque significatif en matière de sécurité (Article 15 du Règlement 402/2013).

Le RAIB et le BEA-TT invitent la CIG à partager avec les autres autorités nationales de sécurité et avec l'agence ferroviaire européenne le retour d'expérience sur la mise en œuvre de la méthode commune de sécurité sur l'évaluation des risques et sur les difficultés qui peuvent en découler.

6.8 - La gestion des équipements fixes et la lutte contre l'incendie

Globalement, le fonctionnement et la gestion des équipements fixes ont été satisfaisants. La disjonction du réseau 21 kV et le dysfonctionnement du clapet de PRD 4935 a été gérés conformément aux procédures et n'ont pas eu de conséquence.

Toutefois, compte tenu du positionnement d'un câble 21 kV dans chaque tunnel ferroviaire, la défaillance d'un tel câble en cas d'incendie et la perte temporaire de la moitié d'une usine de ventilation semble hautement probable. Une telle perte n'a pas de conséquence si toutes les redondances sont disponibles, comme c'était le cas le 17 janvier 2015, mais elle fragilise le système.

La recommandation n° 16 du rapport d'enquête produit suite à l'incendie de 2008 demandait à ET d'étudier la modification du réseau 21 kV afin de le fiabiliser en cas d'incendie et afin de pouvoir réalimenter rapidement les équipements privés de courant en cas de panne.

Après études, ET a conclu que les éventuelles modifications du réseau induisaient une complexité et des nouveaux risques qui l'emportaient sur les bénéfices potentiels. En revanche, il décidait d'intégrer dans les instructions du contrôleur EMS des dispositions visant à anticiper les conséquences d'un incendie sur le câble 21kV en envoyant par exemple des techniciens pour reconfigurer l'alimentation électrique des ventilateurs concernés.

Le temps nécessaire au rétablissement de l'alimentation de tous les systèmes de l'usine de Sangatte a été d'1h34 en 2015 contre 1h51 en 2008.

Le BEA-TT et le RAIB invitent Eurotunnel à s'interroger sur les causes de la persistance d'un tel délai.

La lutte contre l'incendie proprement dite, par la deuxième ligne de secours (SLOR), n'a pu commencer que trois heures et demie après l'arrêt du train en feu.

Près d'une heure été perdue dans l'acheminement des sapeurs pompiers de la SLOR Fr entre le centre de secours du terminal (FEMC) et le lieu de l'incendie.

Ce retard est dû à une utilisation non optimale des véhicules STTS et de leurs conducteurs par le RCC.

En effet, trois véhicules ont été envoyés vides au CP 4418 pour récupérer les passagers évacués du train 7340 alors qu'il aurait été préférable d'utiliser d'abord ces STTS pour acheminer la SLOR sur les lieux de l'incident puis, une fois déchargés, de les utiliser pour rapatrier les passagers vers le terminal.

Lors de l'incendie de 2008, la durée de l'acheminement des passagers vers le terminal avait été jugée excessive car ceux-ci avaient dû attendre deux heures et demie dans le tunnel de service avant d'être évacués.

La décision du RCC a permis un acheminement des passagers un peu plus rapide qu'en 2008 (environ 2 heures) au prix d'un retard significatif de la mise en action de la SLOR.

Recommandation R6 (Eurotunnel) :

Optimisation de l'utilisation des moyens de transport des secours

Améliorer la gestion des moyens de transport en cas d'incendie dans le tunnel de façon à permettre à la fois une évacuation des passagers dans des délais acceptables et le démarrage rapide des opérations de lutte contre l'incendie.

Si les conducteurs de STTS avaient été disponibles immédiatement, le délai d'intervention de la SLOR aurait été d'environ deux heures et demie.

En 2008 le délai d'intervention, qui avait été de deux heures, avait été jugé excessif et n'avait pas permis de combattre efficacement le feu mais seulement d'en limiter l'extension à une seule rame qui avait entièrement brûlé.

Ce délai d'intervention de la SLOR, qu'il semble difficile de réduire significativement, confirme que tout arrêt d'un train en feu dans le tunnel en dehors d'une station SAFE sera probablement impossible à combattre efficacement et ses conséquences dépendront essentiellement de la répartition des véhicules sur le train et de la nature de leur chargement.

Le déroulement des interventions proprement dites a été marqué notamment par un incident qui n'a pas eu de conséquence mais qui dans d'autres circonstances aurait pu compromettre la sécurité du personnel de lutte contre l'incendie. Comme les modalités du travail des services de secours n'est pas dans le champ des enquêtes du BEA-TT, il appartient à Eurotunnel et aux services de secours concernés de tirer les enseignements utiles.

6.9 - Communication des documents et des enregistrements en lien avec l'événement

Les enquêteurs ont pu obtenir en temps utile, de la part d'Eurotunnel et des autres entités concernées, les documents, les enregistrements et les explications techniques nécessaires à leurs investigations.

Toutefois, bien que des retranscriptions effectuées préalablement par des services d'Eurotunnel nous aient été remises, comme indiqué au point 4.2.2, les enregistrements audio des conversations entre la conductrice et le RCC n'ont pu être écoutés, les cassettes ayant été réutilisées.

Le BEA-TT et le RAIB invitent Eurotunnel à prévoir une conservation systématique des enregistrements audio concernant les événements faisant l'objet d'une enquête judiciaire ou technique.

7 - Conclusions et recommandations

7.1 - Les causes

Le départ de l'incendie a été causé par un amorçage entre la caténaire et une antenne CB qui n'avait pas été détectée par les dispositifs concernés et qui était montée sur un camion qui avait été chargé sur une navette Arbel sans pagode.

Le feu s'est développé dans la cabine du camion puis s'est propagé à l'extérieur et n'a été détecté qu'après 23 mn environ.

Lorsque les détecteurs embarqués et au sol se sont déclenchés, le train pouvait encore largement s'arrêter à la station SAFE 4F mais les procédures en vigueur n'ont pas amené la conductrice à le faire. Environ une minute plus tard, le feu a provoqué un amorçage fugitif qui a causé une deuxième disjonction.

Alors que c'était techniquement possible, le centre de contrôle ferroviaire (RCC) n'a pas tenté de réalimenter la caténaire, le train a donc été conduit inéluctablement à s'arrêter.

La dernière station d'attaque du feu (SAFE) étant franchie et la sortie du tunnel étant encore éloignée de plus de 15 km, l'arrêt contrôlé a eu lieu dans le tunnel.

L'analyse causale a conduit à formuler trois recommandations concernant les domaines suivants en lien avec les causes directes :

- les processus et les systèmes de détection des antennes et menus objets ;
- les pagodes ou autres dispositifs physiques de séparation entre les véhicules et la caténaire ;
- les systèmes de détection d'incendie ;
- les procédures du RCC en cas d'incendie et de disjonction concomitants.

L'examen des causes sous-jacentes et premières a amené à formuler trois recommandations dans le système de management des évolutions liées à la sécurité.

Par ailleurs, l'examen du déroulement des opérations de secours et de lutte contre l'incendie a conduit à formuler une recommandation en lien avec les délais d'acheminement des sapeurs pompiers à l'intérieur du tunnel.

7.2 - Les recommandations

Recommandation R1 (Eurotunnel) :

Traitement des risques associés aux objets de hauteur hors normes

Prendre des dispositions qui soient à la fois adaptées aux besoins et suffisamment fiables pour réduire les risques associés aux amorçages entre la caténaire et des objets de hauteur hors normes, tels que des éléments d'un camion ou de son chargement. Cet objectif peut être réalisé en réinstallant les pagodes, en installant, après validation, un modèle de toit différent, en mettant en œuvre un système de détection amélioré avec les procédures associées ou une solution alternative.

Recommandation R2 (Eurotunnel) :

Veille continue sur les améliorations des systèmes de détection d'incendie

Conclure la consultation en cours des différents fabricants recherchant des systèmes innovants pour détecter plus rapidement et de façon fiable tout départ de feu, y compris lorsqu'il est encore confiné dans la cabine du véhicule concerné. Le cas échéant, établir un programme de mise en œuvre des nouveaux systèmes ainsi identifiés.

Mettre en place un système pérenne de veille technique pour détecter toute voie de progrès en matière de rapidité et de fiabilité de la détection d'incendie.

Recommandation R3 (Eurotunnel) :

Minimisation des arrêts de trains incendiés en tunnel hors stations SAFE

Revoir le processus de décision en cas de détection d'incendie sur une navette fret afin de pouvoir déclencher rapidement l'arrêt du train à l'approche d'une station SAFE.

Revoir les procédures du RCC afin de traiter de façon optimale les cas d'incendie et de disjonction concomitants.

Recommandation R4 (Eurotunnel) :

Amélioration du processus de gestion des évolutions

Eurotunnel devrait revoir son processus de gestion des modifications et sa mise en œuvre pour comprendre les causes des lacunes identifiées lors de cette étude dans les domaines de l'identification des dangers, l'évaluation des risques, l'apport de mesures d'atténuation nécessaires et les enseignements du retour d'expérience. Dans le cadre de cette révision, Eurotunnel devrait notamment examiner si son système de contrôle interne des études de sécurité est suffisant.

Eurotunnel doit améliorer ses procédures afin de garantir une identification appropriée des dangers significatifs, une évaluation précise des risques opérationnels et que les mesures d'atténuation nécessaires sont correctement identifiées et mises en œuvre.

Recommandation R5 (Eurotunnel) :

Maîtrise des limites des prestations des organismes de vérification externes

Revoir les dispositions afin de garantir que le cadre et la portée de toutes les vérifications par des organismes externes mandatés par Eurotunnel sont clairement définis et mettre en œuvre toutes les modifications nécessaires.

Recommandation R6 (Eurotunnel) :

Optimisation de l'utilisation des moyens de transport des secours

Améliorer la gestion des moyens de transport en cas d'incendie dans le tunnel de façon à permettre à la fois une évacuation des passagers dans des délais acceptables et le démarrage rapide des opérations de lutte contre l'incendie.

Par ailleurs au-delà des recommandations formelles, les invitations suivantes ont été formulées :

La crainte d'une immobilisation dans le « cross-over France » ayant joué un rôle important dans la gestion de l'événement, Eurotunnel est invité à évaluer, par des essais ou des calculs, les possibilités de marche sur l'erre des navettes fret, dans les zones des cross-over, à partir des différentes vitesses telles que 140, 100 et 50 km/h.

En raison de l'arrêt intempestif du train 7430, consécutif à une première disjonction à l'entrée du tunnel, Eurotunnel est invité à rechercher des voies de progrès permettant d'éviter de tels arrêts ou d'en limiter la durée.

Une fois que le processus de gestion des modifications aura été amélioré, Eurotunnel est invité à le mettre en application pour vérifier que l'ensemble des risques liés à la problématique des pagodes des wagons Arbel ont été correctement identifiés et traités.

La CIG est invitée à partager avec les autres autorités nationales de sécurité et avec l'agence ferroviaire européenne le retour d'expérience sur la mise en oeuvre de la méthode commune de sécurité sur l'évaluation des risques et sur les difficultés qui peuvent en découler.

Le temps nécessaire pour le rétablissement de l'alimentation électrique de tous les systèmes de ventilation a été d'1h 34. Eurotunnel est invité à s'interroger sur les causes de la persistance d'un tel délai.

Eurotunnel est invité à prévoir une conservation systématique des enregistrements audio concernant les événements faisant l'objet d'une enquête judiciaire ou technique.

ANNEXES

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête du BEA-TT

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête du BEA-TT



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE

*Bureau d'enquêtes sur les accidents
de transport terrestre*

Le Directeur

La Défense, le 20 janvier 2015

DECISION

Le directeur du bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre,

Vu le code des transports et notamment les articles L. 1621-1 à L. 1622-2 et R. 1621-1 à R. 1621-26 relatifs, en particulier, à l'enquête technique après un accident ou un incident de transport terrestre ;

Vu le protocole de coopération conclu le 23 octobre 2009 entre le Railway Accident Investigation Branch britannique et le Bureau d'Enquête sur les Accidents de Transport Terrestre français concernant la réalisation des enquêtes techniques sur les accidents et incidents ferroviaires survenant dans la liaison fixe transmanche ;

Vu les circonstances de l'incendie survenu le 17 janvier 2015 dans une navette fret Eurotunnel circulant, en direction du terminal de Coquelles, dans l'intervalle 4 du tunnel ferroviaire nord de la liaison fixe transmanche ;

décide

Article 1 : Une enquête technique est ouverte en application des articles L. 1621-1 et R. 1621-22 du code des transports sur l'incendie ayant affecté le 17 janvier 2015 une navette fret Eurotunnel dans l'intervalle 4 du tunnel ferroviaire nord de la liaison fixe transmanche.

Article 2 : Cette enquête sera réalisée en coopération avec le Railway Accident Investigation Branch britannique dans les conditions définies dans l'article 5.2 du protocole susvisé.

Le Directeur du BEA-TT

Claude AZAM

