

BEA-TT

*Bureau d'enquêtes sur les Accidents
de transport terrestre*

*Rapport d'enquête technique
sur le déraillement
d'un train de charbon
le 29 juillet 2010
à Bully-Grenay (62)*

août 2011

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**



Ministère de l'Écologie, du Développement durable,
des Transports et du Logement

**Conseil Général de l'Environnement
et du Développement Durable**

**Bureau d'Enquêtes sur les Accidents
de Transport Terrestre**

Affaire n° BEATT-2010-012

**Rapport d'enquête technique
sur le déraillement d'un train de charbon
le 29 juillet 2010 à Bully-Grenay (62)**

Bordereau documentaire

Organisme commanditaire : Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement (MEDDTL)

Organisme auteur : Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre (BEA-TT)

Titre du document : Rapport d'enquête technique sur le déraillement d'un train de charbon le 29 juillet 2010 à Bully-Grenay (62)

N°ISRN : EQ-BEAT--11-11--FR

Proposition de mots-clés : transport de marchandises, frein, maintenance, propreté, qualité de service, surveillance

Avertissement

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée dans le cadre du titre III de la loi n°2002-3 du 3 janvier 2002, codifié aux articles L 1621-1 à 1622-2 du code des transports, et du décret n°2004-85 du 26 janvier 2004, relatifs notamment aux enquêtes techniques après accident ou incident de transport terrestre.

Cette enquête a pour seul objet de prévenir de futurs accidents, en déterminant les circonstances et les causes de l'évènement 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..... | 9 |
| RÉSUMÉ..... | 11 |
| 1 - CONSTATS IMMÉDIATS ET ENGAGEMENT DE L'ENQUÊTE..... | 13 |
| 1.1 - L'accident..... | 13 |
| 1.2 - Secours et bilan..... | 14 |
| 1.3 - Mesures prises après l'accident..... | 14 |
| 1.4 - Engagement et organisation de l'enquête..... | 15 |
| 2 - CONTEXTE DE L'ACCIDENT..... | 17 |
| 2.1 - La ligne ferroviaire Arras – Dunkerque..... | 17 |
| 2.2 - Le train 88214..... | 18 |
| 2.3 - Les wagons déraillés..... | 18 |
| 3 - COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS EFFECTUÉES..... | 21 |
| 3.1 - Résumé des déclarations et des témoignages..... | 21 |
| 3.1.1 -Déclarations du conducteur du train déraillé..... | 21 |
| 3.1.2 -Déclarations du visiteur du matériel de Dunkerque..... | 21 |
| 3.1.3 -Déclarations de l'agent mouvement du Poste 10 de Dunkerque..... | 21 |
| 3.1.4 -Déclarations des agents des postes de surveillance désignés..... | 21 |
| 3.2 - Examen des enregistrements graphiques..... | 22 |
| 3.2.1 -Le franchissement des bifurcations d'Hazebrouck..... | 22 |
| 3.2.2 -L'approche de la gare de Bully-Grenay et le déraillement..... | 22 |
| 3.3 - Le matériel roulant..... | 23 |
| 3.3.1 -Les constats sur le matériel..... | 24 |
| 3.3.2 -La maintenance des wagons concernés..... | 27 |
| 3.4 - L'infrastructure ferroviaire..... | 28 |
| 3.4.1 -Les constats à proximité du lieu de déraillement..... | 28 |
| 3.4.2 -Les constats en amont du lieu de déraillement..... | 31 |
| 3.4.3 -La maintenance de l'infrastructure..... | 31 |
| 3.5 - Retour d'expérience sur des événements similaires..... | 32 |
| 4 - INVESTIGATIONS SUR L'INCIDENT DE FREIN..... | 33 |
| 4.1 - Fonctionnement du frein ferroviaire..... | 33 |
| 4.2 - Cause technique de l'incident de frein..... | 34 |
| 4.3 - Investigation sur le distributeur de frein du wagon..... | 35 |
| 4.3.1 -Historique de maintenance..... | 35 |
| 4.3.2 -Expertise au banc d'essai..... | 35 |
| 4.3.3 -Scénario du dysfonctionnement du distributeur..... | 36 |

| | |
|--|-----------|
| 4.4 - Explication du blocage des essieux | 36 |
| 4.5 - Localisation de l'incident de frein..... | 38 |
| 4.6 - Non-détection de l'incident de frein..... | 38 |
| 4.6.1 -Non détection par la surveillance des trains en marche (STEM)..... | 38 |
| 4.6.2 -Non détection par les détecteurs d'anomalies du matériel roulant..... | 40 |
| 5 - DÉROULEMENT DE L'ACCIDENT ET DES SECOURS..... | 41 |
| 5.1 - Formation du train 88214 et circulation jusqu'à Hazebrouck..... | 41 |
| 5.2 - Circulation jusqu'à Bully-Grenay et déraillement..... | 41 |
| 5.3 - Alertes et secours..... | 42 |
| 6 - ANALYSE DES CAUSES ET FACTEURS ASSOCIÉS, ORIENTATIONS PRÉVENTIVES. | 43 |
| 6.1 - Arbre des causes | 43 |
| 6.2 - La qualité des réparations des distributeurs de frein..... | 44 |
| 6.3 - Le système de surveillance et de détection des anomalies des trains en marche..... | 45 |
| 7 - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS..... | 47 |
| 7.1 - Causes de l'accident..... | 47 |
| 7.2 - Recommandations..... | 47 |
| ANNEXES..... | 49 |
| Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête..... | 51 |
| Annexe 2 : Hypothèse sur la panne du distributeur..... | 53 |
| Premier temps..... | 55 |
| Deuxième temps..... | 57 |

Glossaire

- **BAL** : Block Automatique Lumineux
- **CF** : Cylindre de Frein
- **CG** : Conduite Générale de frein
- **CODIS** : Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours
- **COGC** : Centre Opérationnel de Gestion des Circulations (SNCF)
- **DBC** : Détecteur de Boîtes Chaudes
- **DFS** : Détecteur de Freins Serrés
- **EDF TL** : EDF Trading Logistics
- **EPSF** : Etablissement Public de Sécurité Ferroviaire
- **LORMAFER** : Société de révision de wagons et d'organes de wagons
- **PK** : Point Kilométrique
- **PN** : Passage à Niveau
- **RA** : Réservoir Auxiliaire
- **RAT** : Reconnaissance de l'Aptitude au Transport
- **RC** : Réservoir de Commande
- **RFF** : Réseau Ferré de France
- **RFN** : Réseau Ferré National
- **RST** : Radio Sol-Train
- **SNCF** : Société Nationale des Chemins de fer Français
- **STEM** : Surveillance des Trains En Marche

Résumé

Le 29 juillet 2010 à 11h10 les 19 wagons de tête du train de Fret SNCF 88214 déraillent sur la voie 2 à l'entrée de la gare de Bully-Grenay (62). Ces wagons, chargés de charbon, se mettent en travers et se couchent sur les voies, juste après le bâtiment des voyageurs (BV), obstruant ainsi les deux voies principales.

Ils s'immobilisent sans faire de victime mais après avoir provoqué des dégâts importants aux infrastructures ferroviaires sur 600 m environ.

Les 19 wagons concernés sont endommagés et au moins deux d'entre eux sont irréparables. En revanche, cet accident n'a eu aucune conséquence sur l'environnement.

Sur le premier wagon, on observe les indices d'un incident de frein : certaines semelles de frein sont rougies par la chaleur et fortement usées, les roues sont très chaudes et certaines présentent des méplats très importants avec creusement de leur table de roulement.

L'accident est dû à un dysfonctionnement du distributeur de frein du premier wagon du convoi qui a provoqué le blocage des deux premiers essieux, le creusement de leur table de roulement par le frottement sur le rail puis le déraillement sur la première aiguille de la gare de Bully-Grenay.

Ce dysfonctionnement est probablement dû à la présence, à l'intérieur du distributeur, de particules solides provenant d'un excès de colle de scellement laissé lors de la dernière révision de cet organe.

En raison du lieu où le blocage s'est réalisé et du peu d'indices apparents, l'anomalie n'a pas pu être détectée à temps par les agents du chemin de fer ni par les détecteurs automatiques.

L'analyse des causes et des circonstances de l'accident conduit à formuler trois recommandations portant sur les domaines suivants :

- la qualité des interventions de l'atelier réparateur du distributeur ;
- la qualification des réparateurs d'organes de wagons ;
- la densité et la consistance du système de surveillance et de détection des anomalies des trains en marche.

1 - Constats immédiats et engagement de l'enquête

1.1 - L'accident

Le 29 juillet 2010 à 11h10 les 19 wagons de tête du train de Fret SNCF 88214, en provenance de Dunkerque, dérailent sur la voie 2 à l'entrée de la gare de Bully-Grenay (62). Ces wagons, chargés de charbon, se mettent en travers et se couchent sur les voies, juste après le bâtiment des voyageurs (BV), obstruant ainsi les deux voies principales.

Ils s'immobilisent sans faire de victime mais après avoir provoqué des dégâts importants aux infrastructures ferroviaires.

Les deux machines du train n'ont pas déraillé, l'attelage s'étant décroché entre la deuxième machine et le premier wagon déraillé.

Sur ce premier wagon, on observe les indices d'un incident de frein : certaines semelles de frein sont rougies par la chaleur et fortement usées, les roues sont très chaudes et certaines présentent des méplats très importants avec creusement de leur table de roulement.



1.2 - Secours et bilan

Les secours, alertés aussitôt, sont sur place à 11h26.

En l'absence de risque pour les personnes, le CODIS* 62 lève son dispositif à 12h01.

L'accident n'a pas fait de victime et n'a pas eu de conséquence sur l'environnement.

Les dégâts matériels sont importants :

- 19 wagons sont endommagés dont au moins deux sont irréparables ;
- l'infrastructure est gravement détériorée sur 600 m environ.

1.3 - Mesures prises après l'accident

Compte tenu du nombre de wagons déraillés, de leur état et de leur chargement, le relevage a été difficile et a nécessité des moyens importants.



Il en a été de même de la remise en état de l'infrastructure ferroviaire.

Le trafic est ainsi resté totalement interrompu entre Béthune et Lens pendant 12 jours, les trains étant détournés par Don-Sainghin.

* Terme figurant dans le glossaire

Au regard des indices relevés sur les wagons déraillés, l'EPSF* a notifié, dès le 31 juillet, la suspension de l'autorisation d'exploitation des wagons du type de ceux impliqués dans l'accident. Cette suspension a été reconduite le 3 novembre 2010 et était encore en vigueur à la date de rédaction du présent rapport.

1.4 - Engagement et organisation de l'enquête

Au vu des circonstances de cet accident et de ses conséquences, le directeur du BEA-TT a décidé d'engager une enquête technique en application du deuxième alinéa de l'article 20 du décret n° 2004-85 du 26 janvier 2004 relatif notamment aux enquêtes techniques après accident de transport terrestre (annexe 1).

L'enquêteur a eu communication des rapports d'intervention du service départemental d'incendie et de secours du Pas-de-Calais (SDIS 62).

Il s'est rendu sur les lieux de l'accident pour examiner les éléments d'infrastructure impliqués et à l'atelier SNCF* de Tergnier pour examiner les roues et la carcasse du wagon dérailleur.

Une expertise judiciaire ayant été ordonnée par le TGI de Béthune, l'enquêteur a, dans la mesure des besoins de sa propre enquête, assisté à certaines expertises et reconstitutions organisées dans ce cadre, notamment celle concernant le frein à l'atelier SNCF de Rennes et celle relative aux opérations de vérification avant départ à Dunkerque.

* Terme figurant dans le glossaire

2 - Contexte de l'accident

2.1 - La ligne ferroviaire Arras – Dunkerque

Le déraillement a eu lieu sur la ligne d'Arras à Dunkerque et plus précisément sur le tronçon Lens – Béthune, à hauteur de la gare de Bully-Grenay.

La ligne est à double voie ; son trafic est d'environ 60 trains par jour et par sens, comprenant, notamment, des trains de marchandises en provenance ou à destination de Dunkerque, des trains régionaux et les TGV Paris-Arras-Dunkerque.

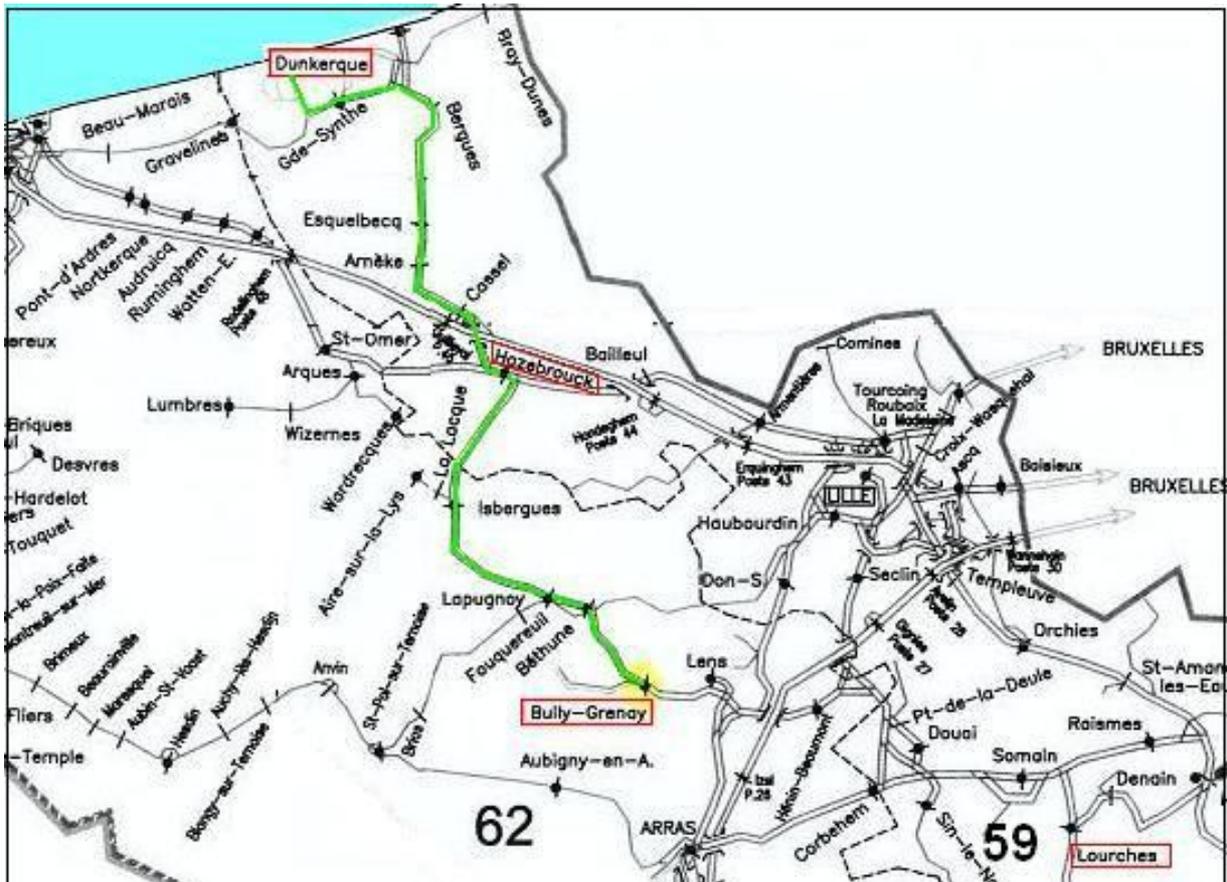


Illustration 3 : Carte ferroviaire

La ligne est électrifiée en courant monophasé 25 kV et la vitesse maximale sur le tronçon de l'accident est de 140 km/h.

Le cantonnement des trains est assuré par le block automatique lumineux (BAL).

La ligne est équipée de la radio sol-train (RST).

Elle est régulée par le centre opérationnel de gestion des circulations (COGC) de Lille.

Dans la zone de l'accident, la voie est en alignement, orientée SE – NO.

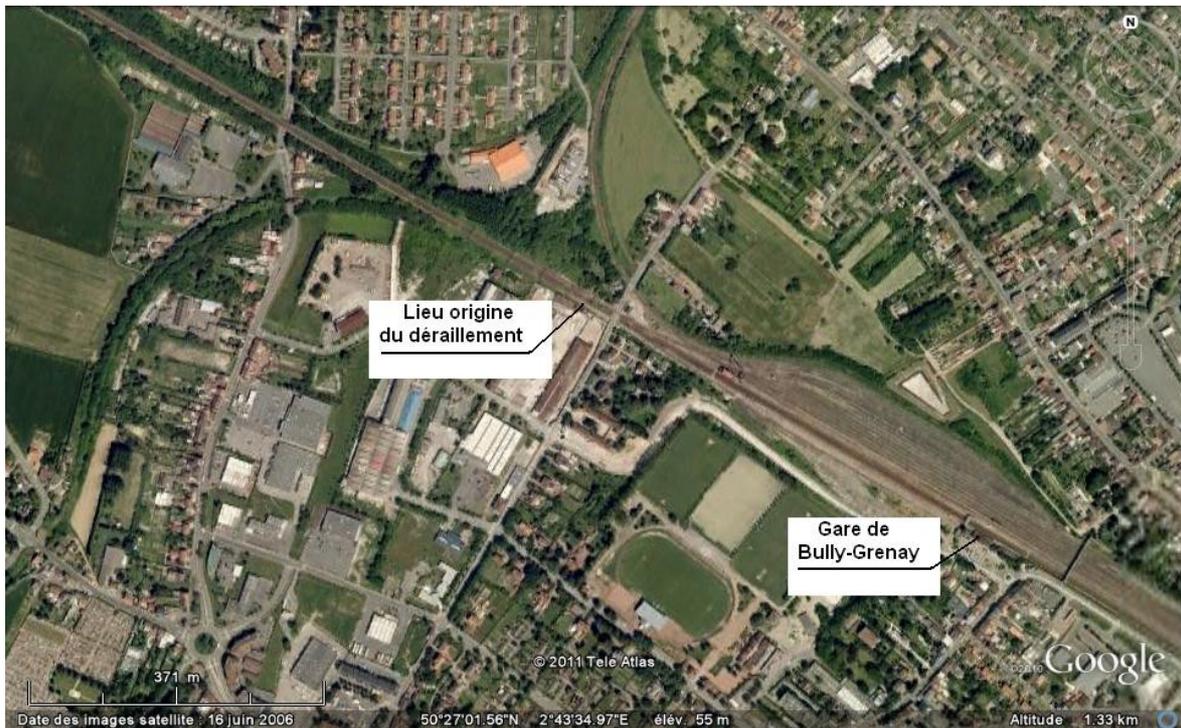


Illustration 4 : Vue de la ligne à proximité de la gare de Bully-Grenay

2.2 - Le train 88214

Le train 88214 est un train de Fret SNCF circulant entre Dunkerque et Lourches (59).

Il appartient à la catégorie MA 100 telle que définie dans le règlement S7A ; sa vitesse maximale est donc de 100 km/h et il est freiné au régime « marchandises ».

Le jour de l'accident, il est composé de 44 wagons chargés de charbon pulvérulent pour la centrale EDF de Bouchain (59).

Sa masse totale est de 3604 t et sa longueur de 700 m.

Il est remorqué par deux locomotives du type BB 27000 en unité multiple (UM).

2.3 - Les wagons dérailés

Le premier wagon dérailé dans le sens de la marche porte le n° 43 87 6531 611-4. Il se trouve en première position, juste derrière les locomotives.

Le jour de l'accident, il était chargé de 55,800 t et sa masse totale était de 77,400 t.

Tous les wagons du train appartiennent à EDF Trading Logistics et sont du type EFc60. Ce sont des wagons trémies, constitués de deux demi-wagons reliés de façon permanente par un attelage court.

Ces wagons, destinés au transport de charbon, ont été construits dans les années 1950 et 1960 par différents fabricants pour des détenteurs privés spécialisés dans le transport de pondéreux. Ils présentent les caractéristiques suivantes :

- Tare : 21,600 t
- Charge maximale : 58,400 t
- Masse maximale en charge : 80 t
- Masse freinée en situation « chargé » : 48 t



Illustration 5 : Wagon trémie EFc60

Ces wagons circulent, depuis mai 1989, sous couvert d'une dérogation délivrée par la Direction du Matériel de la SNCF.

Cette dérogation était nécessaire car les particularités constructives de ces wagons impliquent des règles de chargement et d'exploitation particulières. Elle était associée à des restrictions d'utilisation imposant la circulation en rames homogènes et sur des relations déterminées.

Elle a été renouvelée le 3 juillet 2008 pour la période allant jusqu'au printemps 2014, date où ces wagons devraient être réformés.

3 - Compte rendu des investigations effectuées

3.1 - Résumé des déclarations et des témoignages

Les résumés présentés ci-dessous 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.

3.1.1 - Déclarations du conducteur du train déraillé

A 11h10 en traction à 100 km/h environ, le conducteur ressent une secousse.

Il regarde par la fenêtre latérale gauche et remarque un nuage de poussière. Il conclut à une rupture d'attelage. Au moment où il s'apprête à freiner, le Poste 2 de Bully-Grenay lui demande par radio de s'arrêter d'urgence.

Il freine d'urgence et ressent une poussée venant de l'arrière. Regardant par sa fenêtre droite, il constate l'engagement de la voie 1 adjacente.

Il déclenche les signaux d'alerte lumineux et radio et contacte le régulateur pour qu'il assure la protection de cette voie.

3.1.2 - Déclarations du visiteur du matériel de Dunkerque

Le visiteur a effectué la reconnaissance de l'aptitude au transport du train 88214 et l'essai de frein complet avec l'appareil télécommandé, de 6h20 à 8h00, sans constater d'anomalie.

3.1.3 - Déclarations de l'agent mouvement du Poste 10 de Dunkerque

La machine est arrivée à 9h02 ; l'attelage a été réalisé par un collègue à 9h05.

L'agent s'est ensuite rendu en queue du train pour effectuer l'essai de continuité du frein.

A 9h36, il a rendu compte de la fin de l'essai de frein à l'agent circulation du Poste 10. Il est ensuite remonté en tête pour dire au conducteur que l'essai était terminé.

Il a donné le départ à 9h41 et effectué la surveillance du train au départ sans rien remarquer d'anormal.

3.1.4 - Déclarations des agents des postes de surveillance désignés

Les agents chargés de la STEM* aux Postes 1 et 2 d'Hazebrouck et au Poste 1 de Béthune ont assuré la surveillance au passage du train 88214 sans rien constater d'anormal.

* Terme figurant dans le glossaire

3.2 - Examen des enregistrements graphiques

3.2.1 - Le franchissement des bifurcations d'Hazebrouck

Les bifurcations d'Hazebrouck sont situées environ 45 km avant le lieu de l'accident.

On observe que le train est gêné par des signaux fermés à l'approche de la bifurcation de Haute-Loge et que le conducteur freine avec une dépression de 0,8 bar.

On note un à-coup de 2 km/h peu avant la bifurcation. Cet à-coup est probablement dû à une réaction longitudinale du train.

La bifurcation de Haute-Loge est franchie à moins de 20 km/h. Ensuite la vitesse remonte à 60 km/h puis à 100 km/h.

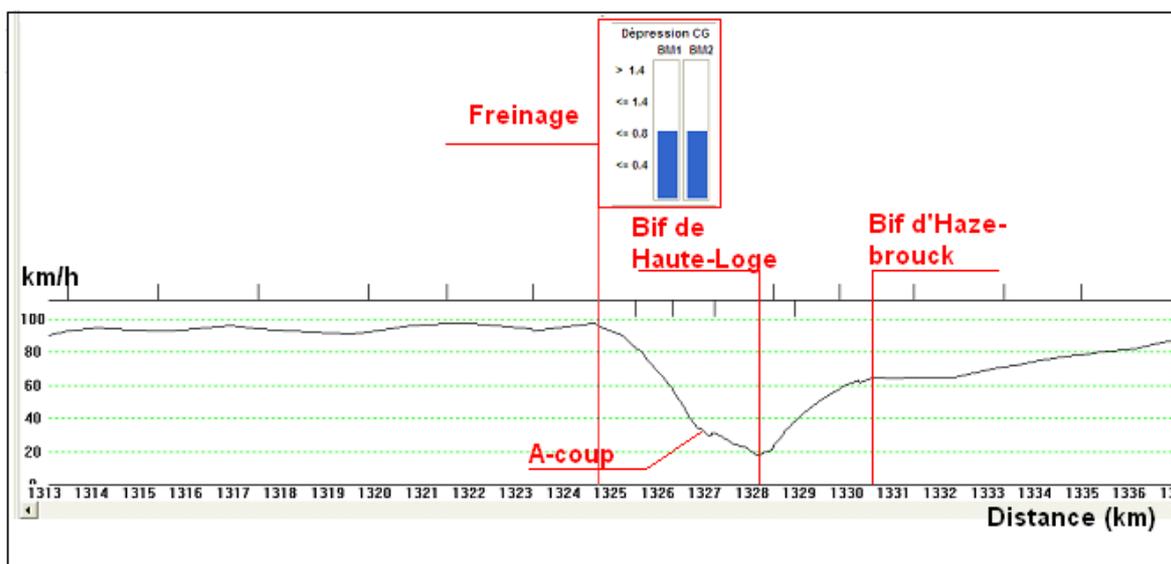


Illustration 6 : Franchissement des bifurcations d'Hazebrouck

3.2.2 - L'approche de la gare de Bully-Grenay et le déraillement

La vitesse fluctue entre 80 et 100 km/h, le conducteur n'utilisant pas le système de vitesse imposée (VI) conformément aux préconisations de la Direction de la Traction de la SNCF ; à l'approche de Bully-Grenay, elle se stabilise à 83 km/h. C'est à cette vitesse que se produit le déraillement.

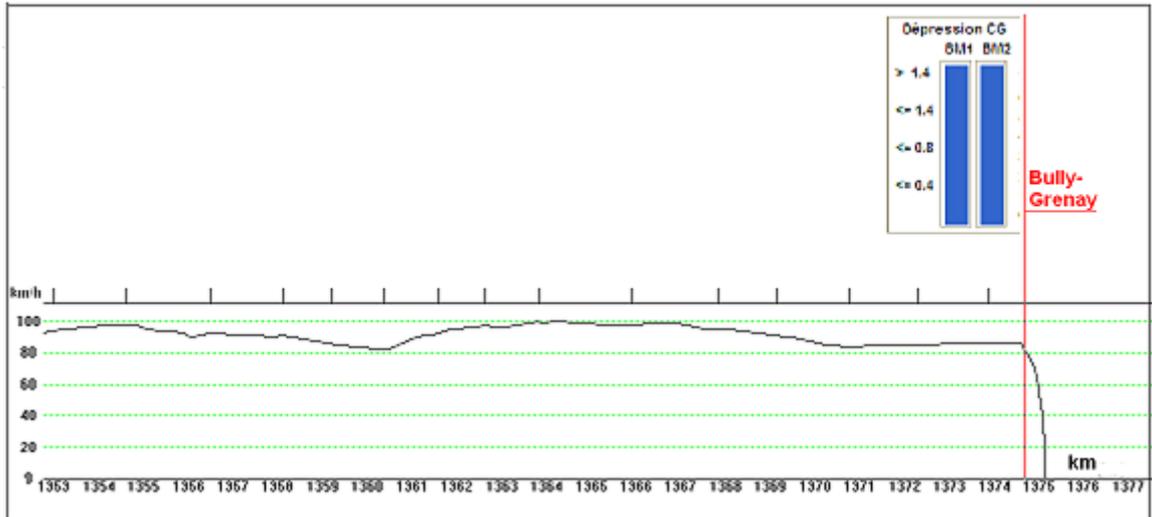


Illustration 7 : Approche et freinage d'urgence à Bully-Grenay

3.3 - Le matériel roulant



Illustration 8 : Le premier wagon de la rame, couché sur le flanc .

3.3.1 - Les constats sur le matériel

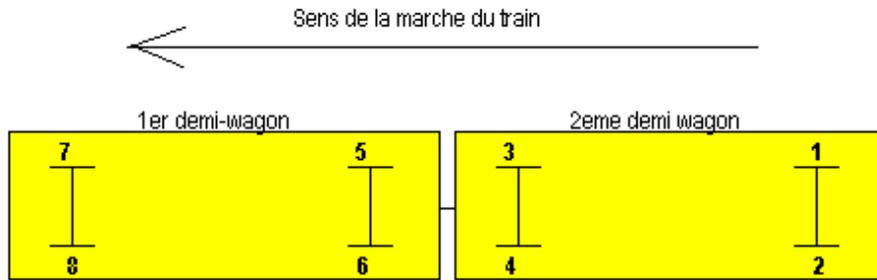


Illustration 9 : Schéma de numérotation des roues et des essieux

Sur le premier demi-wagon

Les semelles de frein encore présentes sont en bon état et ne présentent pas d'indice de surchauffe. Les tables de roulement des deux roues de l'essieu encore présent (essieu 5-6) présentent trois méplats très importants dont le plus long atteint 20 cm environ.

Au niveau de ces méplats la table de roulement est creusée en son centre formant un bourrelet près du bord externe de la table. Au niveau du méplat le plus marqué, ce bourrelet atteint une hauteur de 8 mm.

A l'arrière de ces méplats, dans le sens du roulement, le métal a flué et forme des vagues.

L'autre essieu de ce demi-wagon (essieu 7-8, en tête dans le sens de circulation) est retrouvé plus tard. Sur les deux roues de cet essieu, on observe un méplat similaire à ceux de l'essieu 5-6 mais plus long (25 cm) et plus creusé avec un bourrelet atteignant une hauteur de 13 mm. En outre, une des roues de l'essieu est décalée et se trouve libre sur la partie centrale de l'axe.

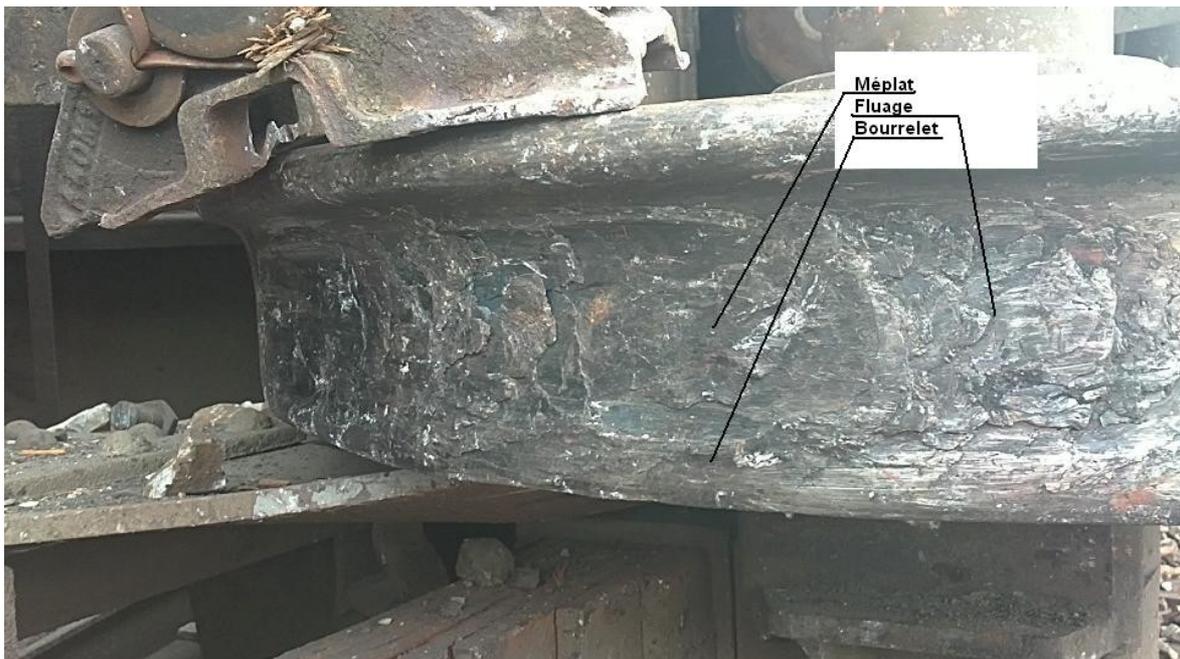


Illustration 10 : Roue de l'essieu 5-6 avec méplat, fluage et bourrelet

Au vu de ces indices, on peut dire que la rotation des essieux du premier demi-wagon a été bloquée et qu'ils ont glissé sur la voie sur une distance de plusieurs dizaines de kilomètres. L'essieu 5-6 a tourné à plusieurs reprises occasionnant trois méplats répartis sur la circonférence des deux roues. L'essieu 7-8 n'a pas tourné, ce qui explique la présence d'un seul méplat sur chaque roue mais plus long et plus profond.

On observe que les semelles de frein encore présentes sur ce demi-wagon ne présentent pas de trace d'échauffement et ne sont pas usées.



Illustration 11 : Roue décalée sur essieu 7-8

Sur le deuxième demi-wagon

L'essieu en position 3-4 est présent sur le wagon ; il présente des traces d'un échauffement important (métal bleui, peinture brûlée). Les quatre semelles de frein de cet essieu sont encore en place et présentent des traces d'échauffement et une usure très marquée, les semelles étant presque complètement usées.

L'essieu en position 1-2 est manquant ; il sera retrouvé et identifié. Il présente le même aspect que l'essieu 3-4. Il en est de même des semelles de frein correspondantes.

Il apparaît donc que le deuxième demi-wagon a roulé freins serrés sur une distance assez importante, provoquant l'échauffement des roues et des semelles et l'usure presque complète de ces dernières.

L'absence de méplat sur les tables de roulement montre que les essieux du deuxième demi-wagon n'ont pas été bloqués, contrairement à ceux du premier demi-wagon.



Illustration 12 : Essieu 3-4 avec ses semelles de frein très usées

Sur les équipements de frein du premier wagon

Sur les wagons du type EFc60, le distributeur de frein (voir illustration 20) est commun aux deux demi-wagons.

Il a été observé que le robinet d'isolement du distributeur était sur la position « en-service » et que la manette du dispositif « vide-chargé »¹ était sur « vide ».

Sur le reste de la rame

Les autres wagons ne présentaient pas de traces de blocage d'essieu ou de serrage de frein similaires à celles observées sur le premier wagon.

Les équipements de frein sont en position normale, correspondant au bulletin de freinage du train : distributeurs en service et dispositifs « vide-chargé » sur « chargé ».

Conclusion partielle

Les indices observés permettent de conclure à un dysfonctionnement du frein du premier wagon du train. Ce dysfonctionnement s'est traduit par un blocage total de l'essieu 7-8 (situé en tête dans le sens de la marche), un blocage partiel de l'essieu 5-6 (situé en deuxième position) et un serrage sans blocage des deux essieux du deuxième demi-wagon.

La position sur « vide » de la manette du dispositif « vide-chargé » observée après le déraillement n'est pas compatible avec les dégradations observées sur les

¹ Le dispositif « vide-chargé » vise à diminuer la puissance de freinage du wagon lorsque celui-ci est vide ou peu chargé afin de limiter le risque d'enrayage et la dégradation des tables de roulement (méplats) qui peuvent en découler.

roues de ce wagon. On peut en conclure que cette manette s'est déplacée lorsque le wagon s'est couché sur le côté.

3.3.2 - La maintenance des wagons concernés

L'organisation de la maintenance

EDF TL*, détenteur des wagons composant le train 88214, a confié, depuis le 1^{er} janvier 2007, l'ingénierie de maintenance et la mise en œuvre du dispositif de maintenance de ses wagons, à la Direction du Matériel de la SNCF.

Cette prestation fait l'objet des contrats 177/07011, puis 177/08007.

Ces contrats prévoient que la maintenance soit réalisée selon les règles définies par la SNCF et dans des ateliers agréés par elle.

L'historique de la maintenance du premier wagon déraillé

| Entretien réalisé depuis les 5 dernières années sur le wagon N° 43 87 653 1611-4 | | | | |
|---|-------------------|-------------------------|-----------------------|---|
| numéro document | date intervention | entreprise intervenante | lieu de la prestation | prestation réalisée |
| 1 | 28/05/2010 | SNCF | Dunkerque | réformé pour défaut frein "semelle débordante" (voir devis / facture) |
| 2 | 28/02/2008 | SNCF | Dunkerque | réformé pour défaut sur poignée de changement de régime (voir devis) |
| 3 | 19/12/2007 | LORMAFER | Creutzwald | révision complète infrastructure |
| 4 | 20/09/2006 | VFLI CARGO | Freyning | travaux sur la superstructure |
| 5 | 09/11/2006 | LORMAFER | Creutzwald | graissage des commande de trappes |
| 6 | 25/05/2005 | LORMAFER | Creutzwald | révision complète infrastructure |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Illustration 13 : Historique de maintenance communiqué par EDF TL

On constate que les intervenants sont des entreprises agréées par la SNCF.

La dernière révision est celle datée du 19 décembre 2007. La facture de l'atelier montre que le distributeur de frein a été révisé à cette occasion.

L'intervention du 28 mai 2010 concerne la timonerie de frein. Les informations fournies par EDF TL montrent que le wagon a circulé à plusieurs reprises en juin et juillet 2010 sans incident. On peut en conclure que le frein a été correctement remis en service après l'intervention et que celle-ci n'a pas de lien avec l'accident analysé.

* Terme figurant dans le glossaire

3.4 - L'infrastructure ferroviaire

Les premières traces de déraillement sont constatées sur la voie 2, au niveau de la traversée jonction double (TJD) 22/23.

3.4.1 - Les constats à proximité du lieu de déraillement

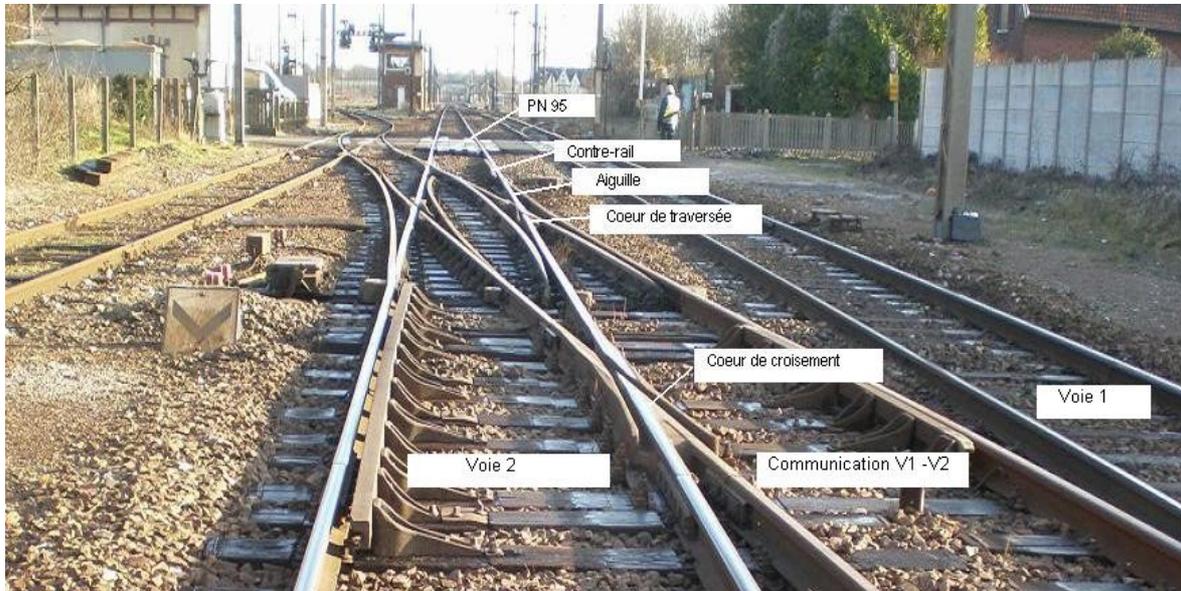


Illustration 14 : Vue d'ensemble de la TJD 22/23 sur voie 2

On observe des marques longitudinales de frottement sur le cœur de croisement et le cœur de traversée correspondant aux bourrelets des roues du premier demi-wagon.



Illustration 15 : Cœur de croisement avec marques



Illustration 16 : Cœur de traversée avec marques

Au niveau de l'aiguille, on observe que le contre-aiguille est forcé vers l'extérieur et que des coussinets sont cassés.



Illustration 17 : Vue de l'aiguille et du contre-aiguille

Au niveau du contre-rail, on observe des traces montrant que le rail a été déversé vers l'extérieur et que le boudin de la roue a porté sur l'âme du rail et sur l'éclisse.



Illustration 18 : traces de déraillement au niveau du contre-rail

Au-delà du passage à niveau, on observe des traces de roulement sur les traverses à l'intérieur de la voie et à l'extérieur côté gauche, indiquant que trois essieux sont déraillés.

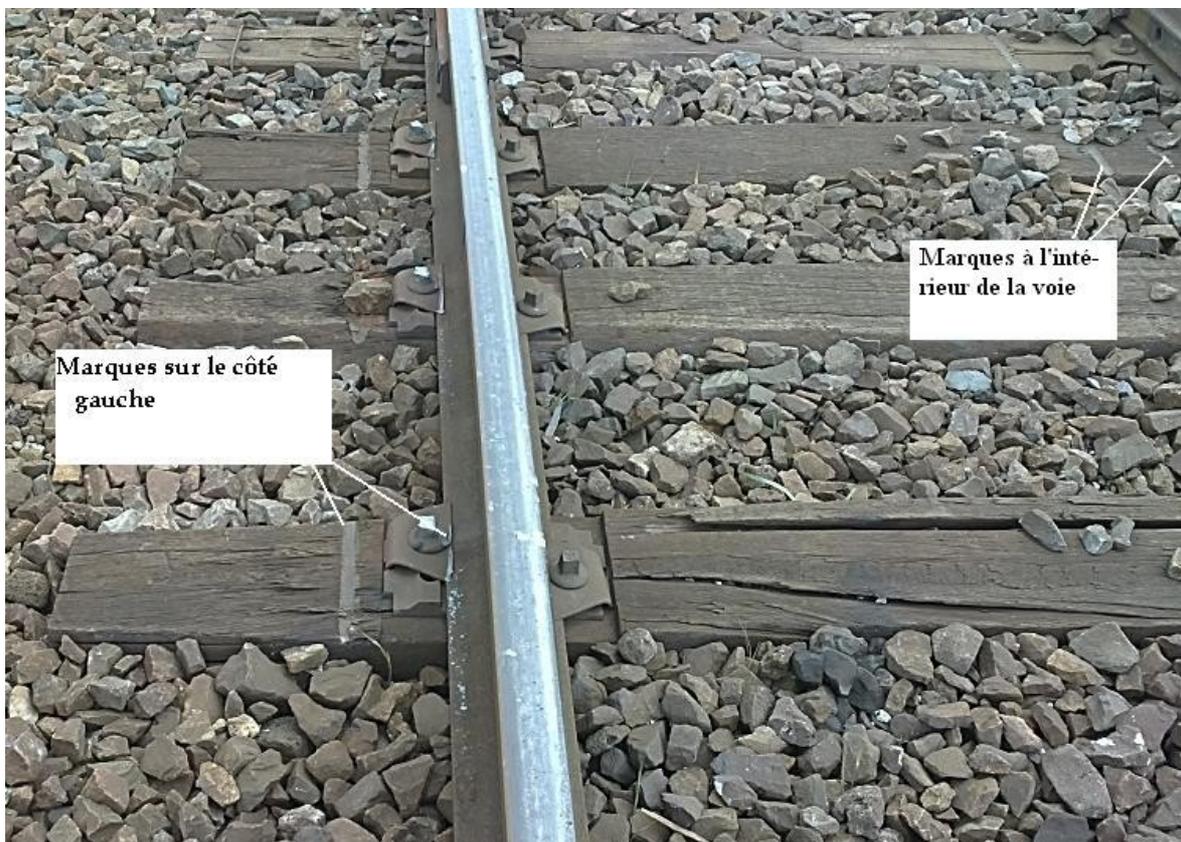


Illustration 19 : Marques sur les traverses au delà du PN

Au vu des indices observables à proximité et en aval de la traversée 22/23, on peut dire que, les essieux du premier demi-wagon étant bloqués en rotation, les bourrelets des roues droites de ces essieux se sont insérés entre l'aiguille et le contre-aiguille et ont écarté ce dernier.

Ces roues ont déraillé à la pointe de l'aiguille au PK* 219,375 et elles se sont glissées entre le contre-rail et le rail, écartant ce dernier et cheminant sur son âme.

Au niveau du platelage du PN* 95, au PK 219,347, les roues gauche de ces essieux ont également déraillé. Sous l'effet du choc contre le platelage, un essieu du deuxième demi-wagon déraille.

Le premier wagon a donc continué à circuler, sur près de 700 m, en étant déraillé de trois essieux jusqu'à un point où le déraillement s'est amplifié et a pris son aspect catastrophique, juste après les quais et le bâtiment de la gare, vers le PK 218,700.

3.4.2 - Les constats en amont du lieu de déraillement

Des traces de frottement sur la table de roulement du rail ont été observées, lors des investigations réalisées immédiatement après l'accident, à partir du PK 219,900, notamment sur l'appareil de dilatation situé au PK 219,430.

Dans les jours qui ont suivi l'accident, les personnels SNCF d'entretien de la voie ont constaté des traces pouvant être attribuées au glissement d'un essieu présentant un méplat et un bourrelet similaire à celui évoqué au point 3.3.

Ces traces ont été observées sur l'appareil 31A d'Isbergues (PK 249,300) ainsi qu'à Lillers (PK 242) et Béthune (PK 230).

A partir d'Isbergues, il a également été noté des traces de chocs sur les joints isolants et les connexions au rail, preuve que le méplat était déjà présent.

Il n'a pas été observé d'indice en amont d'Isbergues et notamment à Hazebrouck (PK 263) qui est la gare précédente.

3.4.3 - La maintenance de l'infrastructure

La voie date de 1980. Elle est constituée de longs rails soudés type UIC 60 sur traverses bois.

Sa maintenance est assurée par l'unité Voie « Artois-Douaisis » dépendant de l'Infrapole « Artois-Hainaut », établissement de l'Activité Infrastructure de la SNCF.

Le dernier enregistrement des caractéristiques géométriques de la voie (enregistrement Mauzin) a été réalisé le 9 février 2010. Un gauche de 9 mm sur 3 m a été détecté au niveau de la traversée 22/23. Ce gauche correspond à une valeur d'alerte qui n'impose pas une réduction de vitesse ; il a été rectifié le 1^{er} mars 2010.

L'appareil 22/23 a été posé neuf en 1972. Avant l'accident, la dernière vérification annuelle de ses cotes de sécurité a été réalisée le 20 janvier 2010.

* Terme figurant dans le glossaire

3.5 - Retour d'expérience sur des événements similaires

Deux déraillements dus à des blocages d'essieux sont précédemment survenus sur le réseau ferré national :

- le premier le 14 juin 1992 à Ambronay dans l'Ain ; un wagon du train 455559, circulant entre Gevrey et Ambérieu, déraille sur un appareil de voie en raison de la présence de méplats de 280 mm avec creux sur les tables de roulement des roues 1 et 2. Ces méplats ont été causés par le blocage de l'essieu 1-2 lors d'un incident de frein. L'essieu 3-4, serré mais non bloqué, a ses semelles de frein presque complètement usées. Le lieu origine de l'incident de frein n'a pas été déterminé et le dysfonctionnement du distributeur n'a pas pu être reproduit (distributeur Knorr ; wagon immatriculé en Allemagne).
- le second le 14 décembre 1992 à Macon-Loché en Saône-et-Loire, sur la ligne à grande vitesse Paris – Lyon ; le TGV 920 déraille d'un bogie, en pleine vitesse, sur un appareil de voie, en raison de la présence de méplats et creux importants sur un essieu. Le blocage était dû à la défaillance des anti-enrayeurs sur un bogie. Le lieu du blocage a été localisé à 50 km en amont du déraillement.

4 - Investigations sur l'incident de frein

4.1 - Fonctionnement du frein ferroviaire

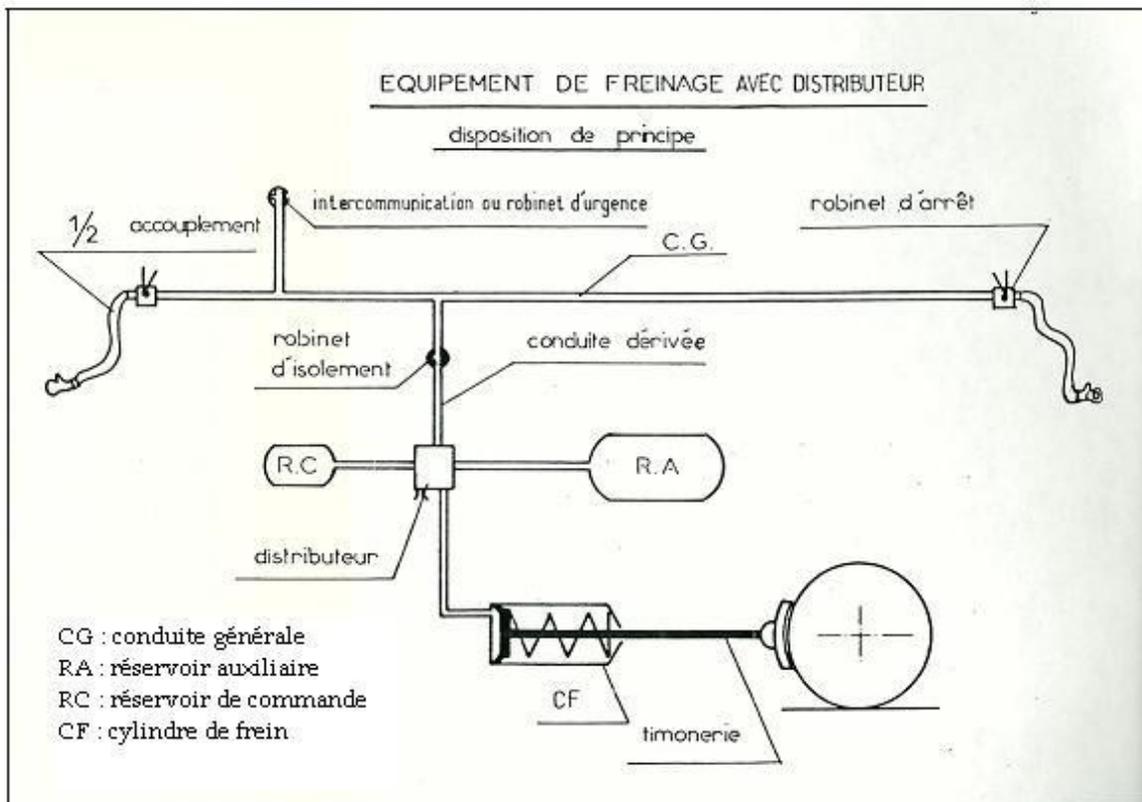


Illustration 20 : Schéma de principe du frein pneumatique d'un wagon

La conduite générale de frein (CG) relie tous les véhicules du train à l'engin moteur. La pression d'air dans la CG est commandée par le conducteur du train par l'intermédiaire d'un appareil situé dans l'engin moteur et appelé « robinet de mécanicien ».

En circulation, en l'absence de commande de freinage, la pression dans la CG est maintenue à la pression de référence de 5 bar. Le freinage est commandé par le conducteur en effectuant une dépression dans la CG.

Sur les véhicules, le réservoir de commande (RC), de petite taille, sert à conserver la pression de référence ; le réservoir auxiliaire (RA), de grande taille, sert à stocker l'air comprimé nécessaire pour alimenter les cylindres de frein (CF) et actionner les organes de freinage. En circulation, ils sont en communication avec la CG et leur pression est de 5 bar.

Lorsqu'une dépression se produit dans la CG, le RC reste à la pression de référence et le distributeur met en communication le RA et le CF en modulant la pression admise dans le CF en fonction de la différence de pression entre la CG et le RC :

- si la dépression de la CG est comprise entre 0,2 et 1,5 bar, la pression admise dans le CF est proportionnelle à cette dépression ;

- pour une dépression inférieure à 0,2 bar, la pression au CF est nulle ;
- à partir de 1,5 bar, la pression au CF est maximale.

Cette pression maximale est déterminée lors de la conception en fonction des caractéristiques du véhicule et de ses équipements de freinage.

Sur les wagons, cette pression maximale peut être modifiée en fonction de la charge du véhicule en agissant sur la poignée du dispositif « vide-chargé » (V-C) ou, sur certains wagons, automatiquement par un dispositif de pesée.

Les wagons du type de ceux qui ont été accidentés sont dotés d'un dispositif V-C manuel ; la pression maximale au CF est de 3,8 bar en position C et de 1,6 bar en position V.

4.2 - Cause technique de l'incident de frein

Les incidents de frein ne sont pas des événements rares, notamment sur les wagons. Sur le réseau ferré national, leur nombre annuel peut être estimé à environ 500, dont plus de 400 concernent des wagons.

Ces incidents ne sont pas des événements d'une très grande criticité, leurs conséquences se limitant normalement à des dommages superficiels aux roues et aux semelles de frein, voire aux porte-semelles.

Les causes principales de ces incidents sont :

- l'erreur de conduite qui est surtout possible avec les robinets de mécanicien de type ancien (type H7A). Avec les robinets modernes à commande électrique (type PBL), les dépressions et les réalimentations sont automatiquement calibrées, évitant les erreurs de manipulation ;
- le dysfonctionnement du robinet de mécanicien qui est très rare et se traduit par des incidents affectant plusieurs véhicules, voire l'ensemble de la rame ;
- l'actionnement d'un robinet de CG qui conduit à la mise à l'atmosphère de la CG en avant (cas d'un robinet avant) ou en arrière (cas d'un robinet arrière) de ce robinet ;
- l'actionnement du robinet d'isolement d'un véhicule dont la fermeture provoque le serrage des freins sur ce seul véhicule ;
- le dysfonctionnement du distributeur² de frein du véhicule qui est la cause d'environ les trois-quarts des incidents de frein. Le distributeur est un équipement complexe comportant des pistons, des membranes, des joints, des clapets et des conduits pneumatiques dont certains sont de très petit diamètre. Il est susceptible d'avoir des pannes durables et reproductibles (membranes percées, joints fuyants...) ou des pannes fugitives. Ces pannes fugitives que les agents de maintenance n'arrivent pas à reproduire ne sont pas exceptionnelles et peuvent être à l'origine d'incidents répétitifs à plusieurs semaines d'intervalle. La présence de corps étrangers dans le distributeur peut être la cause d'une panne fugitive.

² Sur le wagon en cause, la fonction « distributeur de frein » est assurée par un distributeur C3A LG et un relais pneumatique A2E. Dans la suite du rapport le terme « distributeur » désignera cet ensemble.

Dans le cas du train accidenté, la traction était assurée par des locomotives modernes de type BB 27000. Ces engins sont dotés du robinet de mécanicien type PBL évitant les erreurs de manipulation du frein par le conducteur.

L'incident étant limité à un seul véhicule, le dysfonctionnement du robinet de mécanicien et l'actionnement d'un robinet de CG sont à écarter.

L'actionnement du robinet d'isolement est également à écarter car celui-ci a été retrouvé, par les enquêteurs, en position normale sur le wagon en cause. De plus, en l'absence d'arrêt en ligne, il n'aurait pu être manipulé qu'après l'essai de frein et avant le départ du train. Une telle manipulation n'aurait aucune justification logique. Le positionnement du robinet sur le tablier du wagon, en retrait de la caisse rend, en outre, très improbable un actionnement accidentel de celui-ci par une branche ou un objet engageant le gabarit.

A ce stade, un dysfonctionnement du distributeur de frein du wagon apparaît comme la cause la plus probable.

4.3 - Investigation sur le distributeur de frein du wagon

Sur le wagon 611-4, la fonction de distributeur de frein est assurée par :

- un distributeur type C3A LG de marque Charmilles ;
- un relais pneumatique ajustable type A2E assurant la fonction « vide-chargé ».

4.3.1 - Historique de maintenance

Le distributeur a été révisé en mars 2007 et monté sur le wagon en décembre 2007 lors de la dernière révision de ce dernier. Ces deux opérations ont été effectuées par l'atelier Lormafer* de Kreuzwald (57) qui est agréé, par la SNCF, pour ces opérations.

L'historique du relais n'a pas été clairement établi. La dernière marque de maintenance date de 1992. Elle n'a pas pu être interprétée.

4.3.2 - Expertise au banc d'essai

Cette expertise a été réalisée par le l'Atelier SNCF (Technicentre) de Rennes.

Expertise du distributeur

Les essais d'étanchéité et de fonctionnement ont montré des non-conformités sur les temps d'alimentation, de serrage et de desserrage ainsi qu'une pression de sortie supérieure à la norme. Toutefois, ces anomalies ne sont pas de nature à expliquer l'incident de frein.

Lors du démontage, il a été constaté la présence d'un bourrelet de produit Loctite orange autour du siège de la valve principale et de particules de ce produit dans le tamis du filtre d'interface avec le réservoir auxiliaire, côté distributeur. Des amas de graisse durcie et séchée ont également été observés.

* Terme figurant dans le glossaire

La présence de ces matières, susceptibles d'obturer de façon fugitive les conduits du distributeur, est anormale.

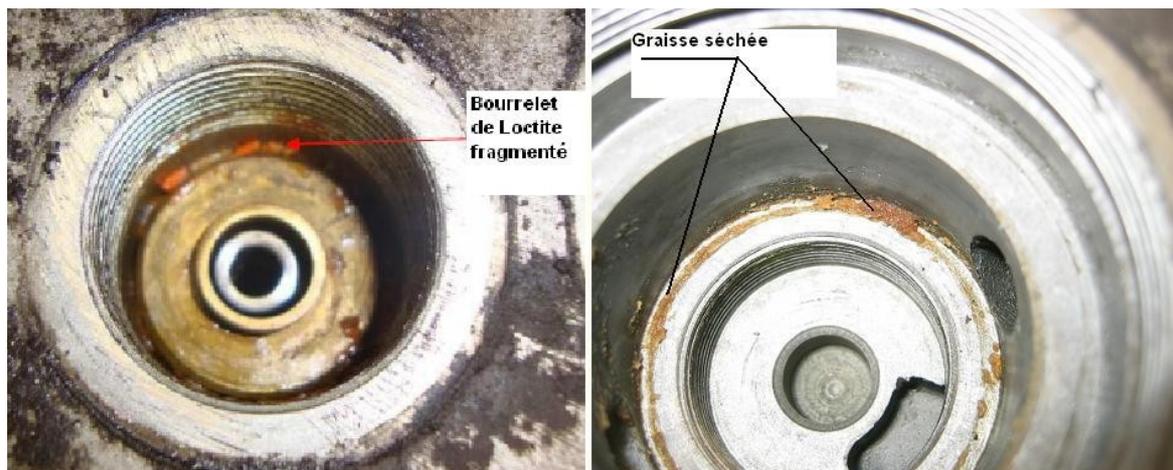


Illustration 21 : Démontage du distributeur

Expertise du relais pneumatique

Les essais au banc ont mis en évidence une fuite importante et une pression d'utilisation légèrement supérieure à la norme en position « vide ».

Lors du démontage, il a été constaté la présence de limaille à l'intérieur du relais et sur les portées de soupapes. Cette pollution explique la fuite constatée au banc. Elle provient probablement de la coupe des tuyaux, effectuée après l'accident, lors de la dépose du relais en vue de son expertise.

On trouve également, autour d'un siège de clapet, un bourrelet de colle susceptible de libérer des fragments.

4.3.3 - Scénario du dysfonctionnement du distributeur

Le BEA-TT a élaboré un scénario basé sur la présence de particules dans le distributeur conduisant à une alimentation des cylindres de frein à 5 bar et au non-desserrage du frein sur le wagon en cause. Ce scénario est présenté en annexe 2.

4.4 - Explication du blocage des essieux

En général, un incident de frein ne provoque pas le blocage des essieux concernés ; les essieux continuent à tourner et les organes de freinage s'échauffent de plus en plus en s'usant jusqu'à la consommation complète des semelles ou des garnitures.

Dans le cas d'un wagon vide ou faiblement chargé, le blocage est possible lorsque le dispositif « vide-chargé » est laissé indûment sur « chargé ». Dans le cas d'un wagon chargé, le blocage est très improbable, la puissance de freinage étant toujours faible par rapport à la masse.

Le blocage des deux essieux du demi-wagon de tête constitue donc un cas singulier qui doit être expliqué.

Le freinage des wagons du type EFc 60 est assuré par un seul distributeur alimentant, avec la même pression, deux cylindres de frein situés chacun sur un demi-wagon.

Chaque cylindre de frein actionne la timonerie de frein de son demi-wagon, appliquant les semelles de frein en fonte sur les roues.

Les semelles en fonte ont un coefficient de frottement qui est constant aux vitesses supérieures à 50 km/h mais qui augmente fortement aux basses et très basses vitesses.

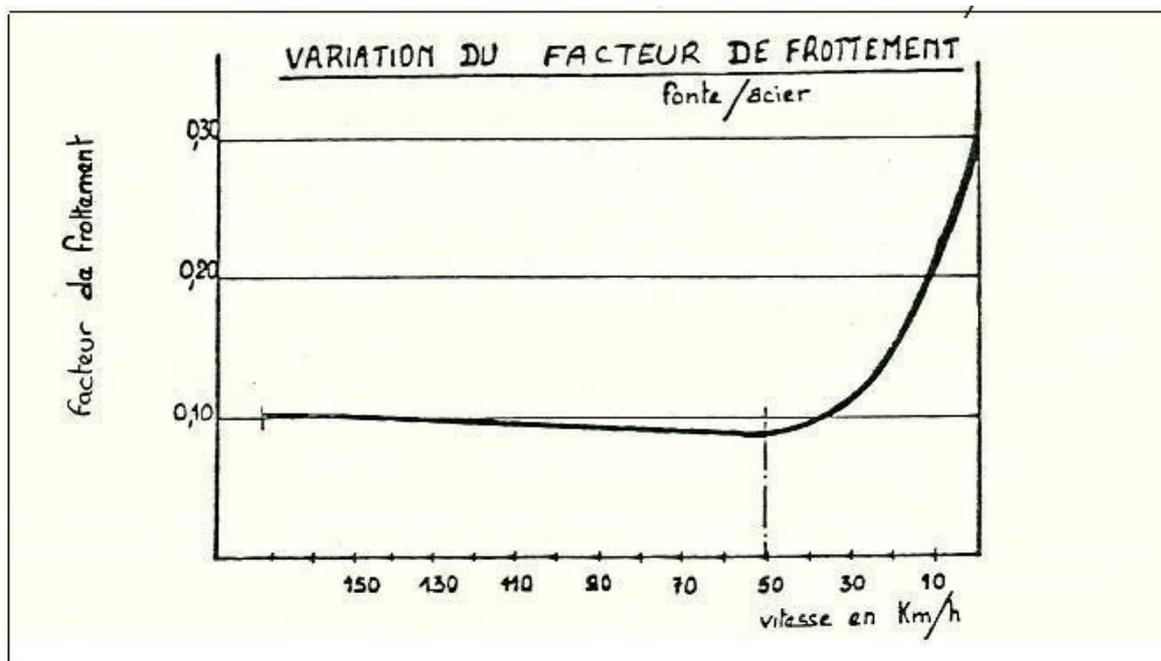


Illustration 22 : Variation du facteur de frottement fonte/acier selon la vitesse

Il apparaît donc, qu'aux basses vitesses, le blocage des essieux d'un wagon équipé de semelles en fonte devient possible même sur rails secs. Ensuite, une fois le blocage obtenu, si les freins restent serrés, les essieux restent bloqués même si le train reprend sa vitesse normale.

L'examen de l'enregistrement ATESS du train montre que cette condition de basse vitesse n'est réalisée qu'au départ à Dunkerque et au ralentissement d'Hazebrouck.

Dans le cas du ralentissement d'Hazebrouck, le freinage modéré (dépression de 0,8 bar) commandé par le mécanicien ne permet pas d'obtenir le blocage des essieux, même à faible vitesse, lorsque le distributeur fonctionne normalement. Le scénario évoqué au point 4.3.3 montre qu'un dysfonctionnement du distributeur peut conduire, même lors d'un freinage modéré, à alimenter les cylindres de frein avec une pression de 5 bar, qui, elle, est susceptible de provoquer un blocage.

La différence de comportement des deux demi-wagons (blocage sur le premier demi-wagon et serrage sans blocage sur le deuxième demi-wagon) peut s'expliquer par différents facteurs qui, sans présenter un caractère anormal, peuvent, en se combinant, conduire à la différence constatée. Ces facteurs sont, notamment :

- une disparité du comportement des organes mécaniques de freinage, liée à l'usure et aux frottements dans les articulations ;
- une répartition non-uniforme du chargement entre les deux demi-wagons. Les documents de chargement transmis par l'opérateur portuaire Sea-Bulk donnent la charge par wagon mais ne précisent pas la répartition entre demi-wagons. Le wagon 611-4 avait une masse totale de 77,4 t pour un maximum de 80 t ; une répartition de 37,4 t et 40 t entre le premier et le deuxième demi-wagon n'est pas impossible, ni anormale a priori ;
- une réaction longitudinale de compression du train, provoquant un léger délestage du premier demi-wagon, favorisant ainsi le blocage de ses essieux. Une telle réaction est toujours possible lors d'un freinage sur un train long comme le train 88214. Elle peut être particulièrement ressentie sur le véhicule de tête, le freinage des engins moteurs ayant des caractéristiques différentes du reste de la rame.

4.5 - Localisation de l'incident de frein

Un dysfonctionnement intempestif d'un distributeur se produit lorsque celui-ci est sollicité au cours d'une action de freinage.

Les dernières actions de freinage avant l'accident sont :

- le ralentissement à Hazebrouck, environ 50 km avant l'accident ;
- l'essai dynamique du frein, environ 80 km avant l'accident ;
- l'essai de frein avant départ à Dunkerque, environ 100 km avant l'accident.

Compte tenu de l'intensité du serrage des freins du wagon en cause, nécessaire pour obtenir le blocage des essieux 5-6 et 7-8, une circulation pendant 80 ou 100 km aurait provoqué l'usure totale des semelles de freins et l'attaque des portese-melles des essieux 1-2 et 3-4 non bloqués.

Le fait que ces semelles, bien que non-neuves au départ du train, ne soient pas complètement usées à Bully-Grenay (voir illustration 12) et le retour d'expérience de l'accident de Macon-Loché où la distance parcourue avec l'essieu bloqué était de 50 km, montrent que l'incident de frein s'est très probablement déclenché lors du ralentissement d'Hazebrouck.

Cette hypothèse est confirmée par le fait que les premières traces de glissement sur les rails et les appareils ne sont visibles qu'après la gare d'Isbergues située environ 20 km après Hazebrouck

4.6 - Non-détection de l'incident de frein

4.6.1 - Non détection par la surveillance des trains en marche (STEM)

L'article 502 du Règlement S2C « Circulation des Trains »³ stipule que « *toutes les fois qu'il n'en sont pas empêchés par l'exécution normale de leur service, les agents sédentaires qui concourent à la circulation des trains, ainsi que les agents*

³ Référencé DCO 1514 et publié par l'arrêté du 23 juin 2003 relatif à la réglementation de sécurité applicable sur le réseau ferré national.

travaillant sur les voies [...] doivent observer les trains en marche afin de déceler les défauts dangereux pour la sécurité [...] ».

En outre, sur certaines lignes, une consigne régionale désigne les postes et gares chargés d'assurer une surveillance systématique des trains en marche. L'espacement de ces points de surveillance est régi par la Notice Générale S2C (DCO 1515) et est résumé dans le tableau ci-après.

| Tonnage journalier total brut moyen remorqué (T) sur la section de ligne (2 sens réunis) | Distance entre deux points de surveillance successifs quel que soit le côté des voies principales où s'effectue la surveillance | Distance entre deux points de surveillance successifs situés d'un même côté des voies principales |
|--|---|---|
| T > 60 000 | 60 km | 120 km |
| 30 000 < T ≤ 60 000 | 70 km | 140 km |
| T ≤ 30 000 | 80 km | 160 km |

- une surveillance côté gauche par le P2 d'Hazebrouck à 55 km de Dunkerque ;
- une surveillance côté droit par le P1 d'Hazebrouck à 58 km de Dunkerque ;
- une surveillance côté droit par le P1 de Béthune à 90 km de Dunkerque.

Les règles de la notice générale S2C sont donc respectées.



Compte tenu du bruit de roulement d'une rame de wagons-trémies lourdement chargés, les bruits produits par un incident de frein ne sont guère détectables par les agents sédentaires.

La détection par les agents ne peut se baser que sur la vision des étincelles éventuellement produites par les frottements et de la fumée dégagée par les organes de freinage lorsqu'ils atteignent une température très élevée. Or, le frottement sur les rails des roues d'un essieu bloqué ne provoque que peu d'étincelles et de fumée. En revanche, un serrage des freins sans blocage, comme sur le deuxième demi-wagon, est normalement plus visible.

Compte tenu du lieu estimé de l'incident de frein, l'échauffement des roues et des organes de freinage était encore insuffisant pour être visible au niveau des postes d'Hazebrouck. A plus de 30 km du début de l'incident de frein, le Poste 1 de Béthune était géographiquement mieux placé pour détecter l'anomalie. Toutefois, il est éloigné de 30 m environ de la voie 2 et la vision de la partie basse des roues est gênée par la présence d'un quai.

4.6.2 - Non détection par les détecteurs d'anomalies du matériel roulant

Le réseau ferré national est doté d'un réseau de détecteurs de boîtes chaudes (DBC) dont certains sont couplés avec un détecteur de freins serrés (DFS). Actuellement, hors LGV, on compte 263 DBC dont 150 avec DFS.

Il n'y a pas d'autres types de détecteurs sur le réseau classique français, contrairement à d'autres pays qui ont déployé des détecteurs d'anomalie de charge, d'engagement de gabarit, d'impacts de roues, etc.

En France, aucune distance maximale entre DBC n'est imposée sur les lignes où la vitesse maximale autorisée est inférieure ou égale à 160 km/h. Seul le document EPSF SAMI D001⁴ préconise, sur ces lignes, une distance moyenne entre DBC de 65 km avec un maximum de 150 km. Le déploiement des DFS n'est pas réglementé.

Pour ses trains de marchandises, la SNCF prescrit, dans la directive MA0078, un passage devant un DBC entre 50 et 250 km après le départ puis tous les 450 km.

Il n'y a pas de DBC entre Dunkerque et le lieu du déraillement. Le premier DBC sur l'itinéraire du train aurait été celui de Bully-Grenay situé à 102 km du point origine du train, 500 m après le lieu de l'accident.

Au total, le train concerné respectait la directive MA0078 et l'implantation des DBC, sur la ligne empruntée, est conforme aux préconisations. Toutefois, la distance de l'ordre de 100 km sans DBC entre Dunkerque et Bully-Grenay, est sensiblement supérieure à la moyenne, pour une ligne à fort trafic fret.

4 Document technique sans caractère d'obligation

5 - Déroulement de l'accident et des secours

5.1 - Formation du train 88214 et circulation jusqu'à Hazebrouck

Le 28 juillet 2010, la rame du train 88214 est chargée de charbon au portique Sea-Bulk du port Ouest de Dunkerque. Cette rame est formée de 44 wagons doubles de type EFc60.

A 22h50, elle est mise en place sur la voie n°17 du Poste 10 de Dunkerque où elle subit, le 29 juillet de 6h20 à 8h02, une reconnaissance à l'aptitude au transport (RAT) suivie d'un essai de frein complet par un visiteur du matériel de la SNCF. Aucune anomalie n'est détectée au cours de ces opérations.

Après mise en tête de l'unité multiple de locomotives BB 27068+27076, un essai de continuité est réalisé à 9h36. L'essai est satisfaisant.

Le départ est donné à 9h41 ; le train défile devant l'agent circulation du Poste 10 qui ne constate aucune anomalie.

Pendant les phases de mise en vitesse, de circulation sur l'erre et lors de l'essai dynamique du frein réalisé à 10h05 à la vitesse de 80 km/h, le conducteur ne ressent pas un comportement anormal de son train.

Il circule ensuite à une vitesse oscillant entre 85 et 95 km/h.

A 10h31, à l'approche d'Hazebrouck, le conducteur rencontre des signaux fermés et déclenche un freinage modéré avec une dépression de 0,8 bar.

Au cours de ce freinage, le distributeur du premier wagon dysfonctionne et provoque un serrage du frein sur ce wagon avec une pression de 5 bar aux cylindres de frein.

Au sectionnement avant la bifurcation, le conducteur réduit son freinage, ne laissant que 0,4 bar de dépression. Le premier wagon reste freiné à fond.

La vitesse du train diminuant, le freinage du premier wagon se renforce (voir l'article 4.4) et lorsque la vitesse descend à moins de 20 km/h, au niveau de la bifurcation de Haute-Loge, les essieux du premier demi-wagon se bloquent.

Lorsque, après cette bifurcation, le conducteur desserre les freins et reprend la traction, les freins du premier wagon restent serrés à fond avec les essieux du premier demi-wagon bloqués.

5.2 - Circulation jusqu'à Bully-Grenay et déraillement

Le train reprend de la vitesse et circule à 60 km/h au niveau du Poste 1 d'Hazebrouck, puis sa vitesse oscille entre 80 et 100 km/h.

Les tables de roulement des roues du premier demi-wagon se creusent en frottant sur le rail. Il se forme un méplat et un bourrelet près du bord externe de ces tables.

Ces bourrelets commencent à marquer les appareils de voie à partir d'Isbergues et continuent de croître en épaisseur.

Les roues et les semelles de frein du deuxième demi-wagon s'échauffent en s'usant.

La gare de Béthune est franchie à 11h02. Les agents du Poste 1 ne détectent pas l'incident de frein.

A l'approche de la gare de Bully-Grenay, le bourrelet de la roue avant-droite a atteint une hauteur de 13 mm.

Au franchissement du premier appareil de voie de la gare (Traversée Jonction Double 22/23) le bourrelet s'insère entre l'aiguille et le contre-aiguille, provoquant le déversement de ce dernier et le déraillement de la roue avant-droite puis de la roue arrière-droite du premier demi-wagon.

Au franchissement du passage à niveau situé 50 m plus loin, les roues déraillées heurtent violemment le platelage, provoquant en réaction le déraillement des roues gauches de ces essieux et, probablement, le déraillement d'un troisième essieu de ce wagon.

A 11h09, l'agent circulation du Poste 2 de Bully-Grenay constate le déraillement et ordonne par radio sol-train au conducteur du train de s'arrêter.

Simultanément, le conducteur ressent une secousse et, observant son train, aperçoit un nuage de poussière. Il déclenche alors un freinage d'urgence.

Pendant ce temps le train a continué à rouler avec trois essieux déraillés sur le premier wagon. Ce wagon s'est progressivement écarté de la voie, puis, heurtant un obstacle fixe ou sous l'effet du freinage, il s'est mis en travers provoquant la collision en chaîne et le déraillement des 19 premiers wagons.

5.3 - Alertes et secours

Constatant le déraillement et l'engagement de la voie voisine, le conducteur déclenche ses signaux d'alerte radio et lumineux.

Après arrêt du signal d'alerte radio, il contacte le régulateur pour demander la protection de la voie 1.

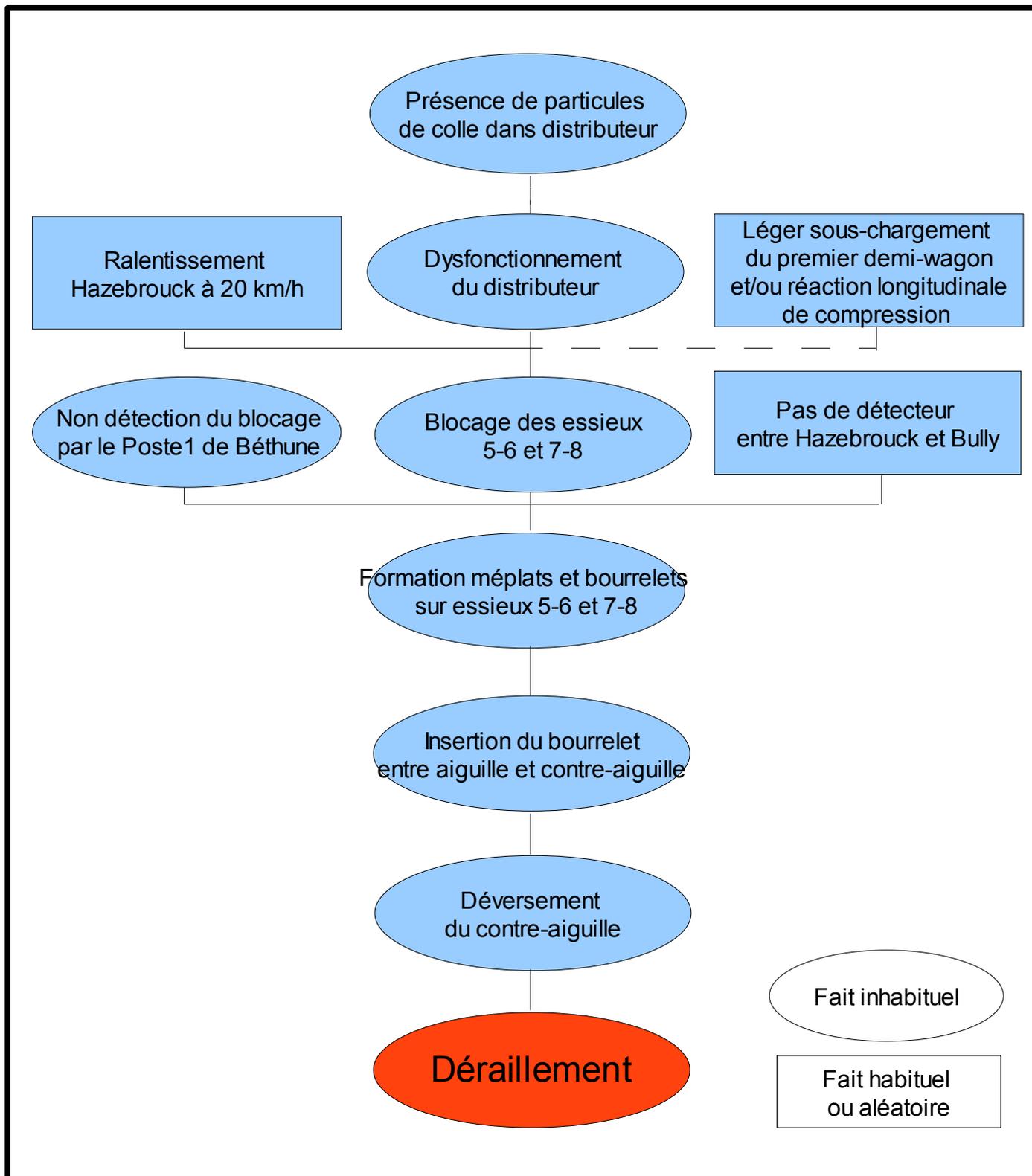
Partant à la visite de son train, il constate des poteaux caténaires couchés ; il demande alors la coupure d'urgence du courant de traction.

Les services de secours reçoivent le premier appel à 11h14 et les premiers véhicules du centre de Bully-les-Mines sont sur place à 11h26.

En l'absence de victime, le dispositif de secours est levé à 12h01.

6 - Analyse des causes et facteurs associés, orientations préventives

6.1 - Arbre des causes



Les investigations effectuées conduisent à retenir l'arbre des causes ci-dessus.

Elles amènent à rechercher les facteurs causaux et les recommandations préventives dans les domaines suivants :

- la qualité des réparations des distributeurs de frein ;
- le système de surveillance et de détection des anomalies des trains en marche.

6.2 - La qualité des réparations des distributeurs de frein

Bien que le lien causal entre la présence de particules de colle dans le distributeur et l'incident de frein du wagon de Bully-Grenay ne soit pas formellement établi, on peut dire que de telles particules sont susceptibles de provoquer à tout moment une obstruction totale ou partielle d'un orifice calibré, une fuite au niveau d'un clapet, ou tout autre dysfonctionnement dont les conséquences peuvent être graves.

Il importe donc qu'à tout moment, en exploitation, en entretien courant et lors de la révision des wagons, toutes les précautions soient prises pour éviter d'introduire des impuretés dans les conduites et les appareils de frein.

Ces précautions sont encore plus indispensables lors des opérations de révision des distributeurs car, dans ce cas, les filtres d'interface ne peuvent pas protéger les organes internes de l'appareil contre la pénétration de ces particules.

La détection, lors de l'expertise du distributeur C3A, d'un bourrelet de colle fragmenté et libérant des particules dénote un défaut de qualité lors de la révision de cet appareil.

L'élimination des surplus de colle et de produits d'étanchéité fait partie des règles de l'art que les agents effectuant la révision des distributeurs doivent appliquer et que l'encadrement et les services qualité des ateliers réparateurs doivent contrôler.

Recommandation R1 (LORMAFER)

Expliciter dans les documents de réparation des distributeurs de frein la nécessité d'éviter tout excès de produits de collage ou d'étanchéité et, le cas échéant, d'éliminer ces excès avant le remontage de l'appareil. Diffuser ces documents et veiller à leur mise en œuvre.

Cet événement met en évidence le niveau de technicité et de soin nécessaire pour certaines interventions de maintenance et la gravité des conséquences potentielles en cas de mal-façon. Ce niveau ne peut être obtenu que dans certains établissements disposant de personnels, de moyens techniques et d'une organisation de haut niveau. Or, le règlement européen du 10 mai 2011 relatif à la certification des entités en charge de la maintenance des wagons n'impose aucune obligation aux ateliers intervenant pour le compte des entités précitées.

Recommandation R2 (DGITM)

Contribuer, au niveau européen, à la création et à la mise en œuvre d'un système obligatoire de qualification et de suivi des ateliers appelés à intervenir sur les distributeurs de frein et, plus généralement, sur les organes les plus critiques pour la sécurité.

6.3 - Le système de surveillance et de détection des anomalies des trains en marche

Le système actuel, basé sur la surveillance des trains en marche (STEM) par les agents et sur le réseau de détecteurs de boîtes chaudes (DBC) et de détecteurs de freins serrés (DFS), n'a pas été en mesure de repérer le wagon défectueux avant le déraillement.

Ceci s'explique car malgré le temps et la distance entre l'incident et le déraillement (environ 35 mn et 50 km), ce type d'anomalie ne devient visible pour un agent et détectable pour un DFS, et éventuellement un DBC, que lorsque les roues ou les semelles ont atteint une température suffisante.

Les blocages d'essieux sont particulièrement difficiles à détecter visuellement car les éventuelles étincelles au contact rail-roue ne sont guère visibles et, la montée en température des roues étant localisée, les dégagements de fumée sont réduits.

Les détecteurs automatiques DBC et DFS sont également peu efficaces car les zones visées sont éloignées du point de contact rail-roue. Ces zones n'atteignent que tardivement une température suffisante pour déclencher une alarme.

Pour détecter un tel blocage, de façon sûre et avant qu'il ne devienne dangereux, il faudrait des détecteurs spécialisés dont l'espacement ne devrait pas être supérieur à 40 km.

Il n'est pas certain qu'un tel déploiement serait justifié par comparaison avec d'autres investissements de sécurité.

Toutefois, compte tenu de l'évolution de la répartition et des missions des agents sédentaires et des agents de maintenance susceptibles d'assurer la STEM, compte tenu, également, de la mise en œuvre du projet de Commande Centralisée du Réseau (CCR) et de la suppression de postes d'aiguillage qui en résulte, l'efficacité du système actuel de surveillance est susceptible de diminuer et de devoir être compensée par un complément de détecteurs automatiques.

Par ailleurs, on constate que de nouveaux détecteurs sont mis au point et déployés à l'étranger (détecteurs d'impacts, détecteurs d'anomalies de charge, détecteurs d'engagements de gabarit) alors que leur introduction sur le RFN* n'est pas encore d'actualité.

Recommandation R3 (RFF)

Effectuer une comparaison, avec les principaux réseaux européens, de la consistance, de la densité et de la qualité des systèmes de surveillance et de détection des anomalies des trains en marche (hors LGV) et une recherche des systèmes innovants en projet ou en expérimentation. En partager les résultats avec les principales parties prenantes de la sécurité sur le réseau ferré national et en tirer les enseignements utiles pour l'équipement de ce réseau.

* Terme figurant dans le glossaire

7 - Conclusions et recommandations

7.1 - Causes de l'accident

L'accident est dû à un dysfonctionnement du distributeur de frein du premier wagon du convoi qui a provoqué le blocage des deux premiers essieux, le creusement de leur table de roulement par le frottement sur le rail puis le déraillement sur la première aiguille de la gare de Bully-Grenay.

Ce dysfonctionnement est probablement dû à la présence, à l'intérieur du distributeur, de particules solides provenant d'un excès de colle de scellement laissé lors de la dernière révision de cet organe.

En raison du lieu où le blocage s'est réalisé et du peu d'indices apparents, l'anomalie n'a pas pu être détectée à temps par les agents du chemin de fer ni par les détecteurs automatiques.

7.2 - Recommandations

L'analyse des causes et des circonstances de l'accident conduit à formuler des recommandations portant sur les trois domaines suivants :

- la qualité des interventions de l'atelier réparateur du distributeur ;
- la qualification des réparateurs d'organes de wagons ;
- la densité et la consistance du système de surveillance et de détection des anomalies des trains en marche.

Recommandation R1 (LORMAFER)

Expliciter dans les documents de réparation des distributeurs de frein la nécessité d'éviter tout excès de produits de collage ou d'étanchéité et, le cas échéant, d'éliminer ces excès avant le remontage de l'appareil. Diffuser ces documents et veiller à leur mise en œuvre.

Recommandation R2 (DGITM)

Contribuer, au niveau européen, à la création et à la mise en œuvre d'un système obligatoire de qualification et de suivi des ateliers appelés à intervenir sur les distributeurs de frein et, plus généralement, sur les organes les plus critiques pour la sécurité.

Recommandation R3 (RFF)

Effectuer une comparaison, avec les principaux réseaux européens, de la consistance, de la densité et de la qualité des systèmes de surveillance et de détection des anomalies des trains en marche (hors LGV) et une recherche des systèmes innovants en projet ou en expérimentation. En partager les résultats avec les principales parties prenantes de la sécurité sur le réseau ferré national et en tirer les enseignements utiles pour l'équipement de ce réseau.

ANNEXES

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête

Annexe 2 : Hypothèse sur la panne du distributeur

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE,
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

*Bureau d'enquêtes sur les accidents
de transport terrestre
Le Directeur*

La Défense, le 6 AOUT 2010

DECISION

Le directeur du bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre ;

Vu la loi n° 2002-3 du 3 janvier 2002 modifiée relative à la sécurité des infrastructures et systèmes de transport et notamment son titre III sur les enquêtes techniques ;

Vu le décret n° 2004-85 du 26 janvier 2004 modifié relatif aux enquêtes techniques après accident ou incident de transport terrestre ;

Vu les circonstances du déraillement d'un train de fret survenu le 29 juillet 2010 à Bully-les-Mines (Pas-de-Calais) ;

DECIDE

Article 1 : Une enquête technique, effectuée dans le cadre du titre III de la loi n° 2002-3 du 3 janvier 2002 susvisée, est ouverte concernant le déraillement d'un train de fret survenu le 29 juillet 2010 à Bully-les-Mines.

Le directeur du BEA-TT

Jean-Gérard KOENIG

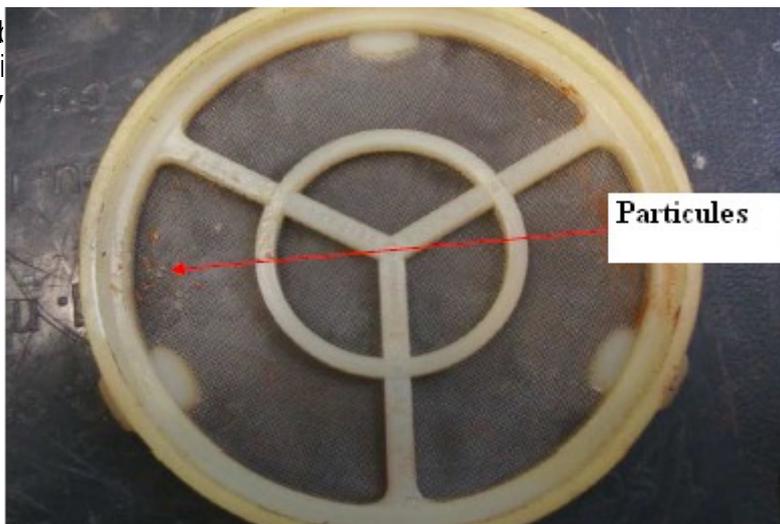
Annexe 2 : Hypothèse sur la panne du distributeur

Lors du démontage du distributeur de frein du wagon 43 87 6531 611-4 le 26 novembre 2010 au Technicentre SNCF de Rennes, il a été constaté la présence des restes d'un bourrelet de colle genre Loctite autour du siège du clapet principal.

Des particules en provenance de ce bourrelet ont été retrouvées dans le tamis d'interface du distributeur.



Les distributeurs solides leurs valves ainsi des



nétration de particules des clapets et de matière, provoquant

Par ailleurs, le blocage des essieux du premier demi-wagon suggère que le cylindre de frein a été soumis à une pression très supérieure à celle que délivre normalement un distributeur lors d'une dépression de 0,8 bar, telle que celle provoquée par le conducteur lors du freinage effectué au niveau d'Hazebrouck.

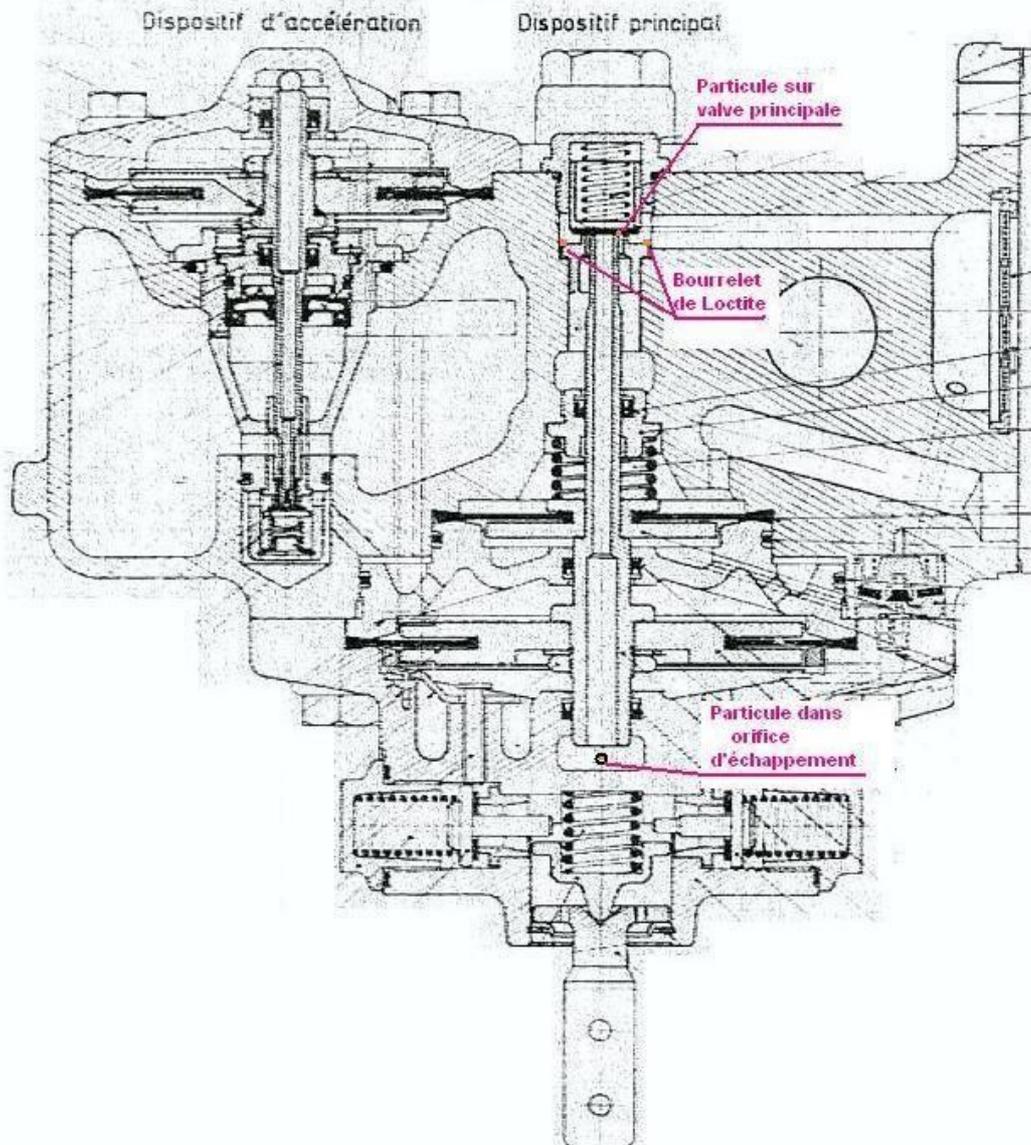
Le scénario de dysfonctionnement du distributeur retenu par le BEA-TT met en jeu deux particules solides provenant du bourrelet de colle évoqué plus haut :

- dans un premier temps, une particule qui se positionne sur la portée de la valve principale ;
- dans un deuxième temps, une particule qui vient obturer l'orifice de mise à l'atmosphère du distributeur.

Le dessin du distributeur montre que ces deux emplacements sont physiquement très accessibles pour une particule provenant du bourrelet du siège du clapet principal :

- la portée de la valve principale est à proximité immédiate du bourrelet ;
- l'orifice de mise à l'atmosphère est directement accessible par l'intermédiaire de la tige creuse du dispositif principal.

Coupe du distributeur
indiquant l'emplacement du bourrelet de Loctite
et les emplacements supposés des particules détachées

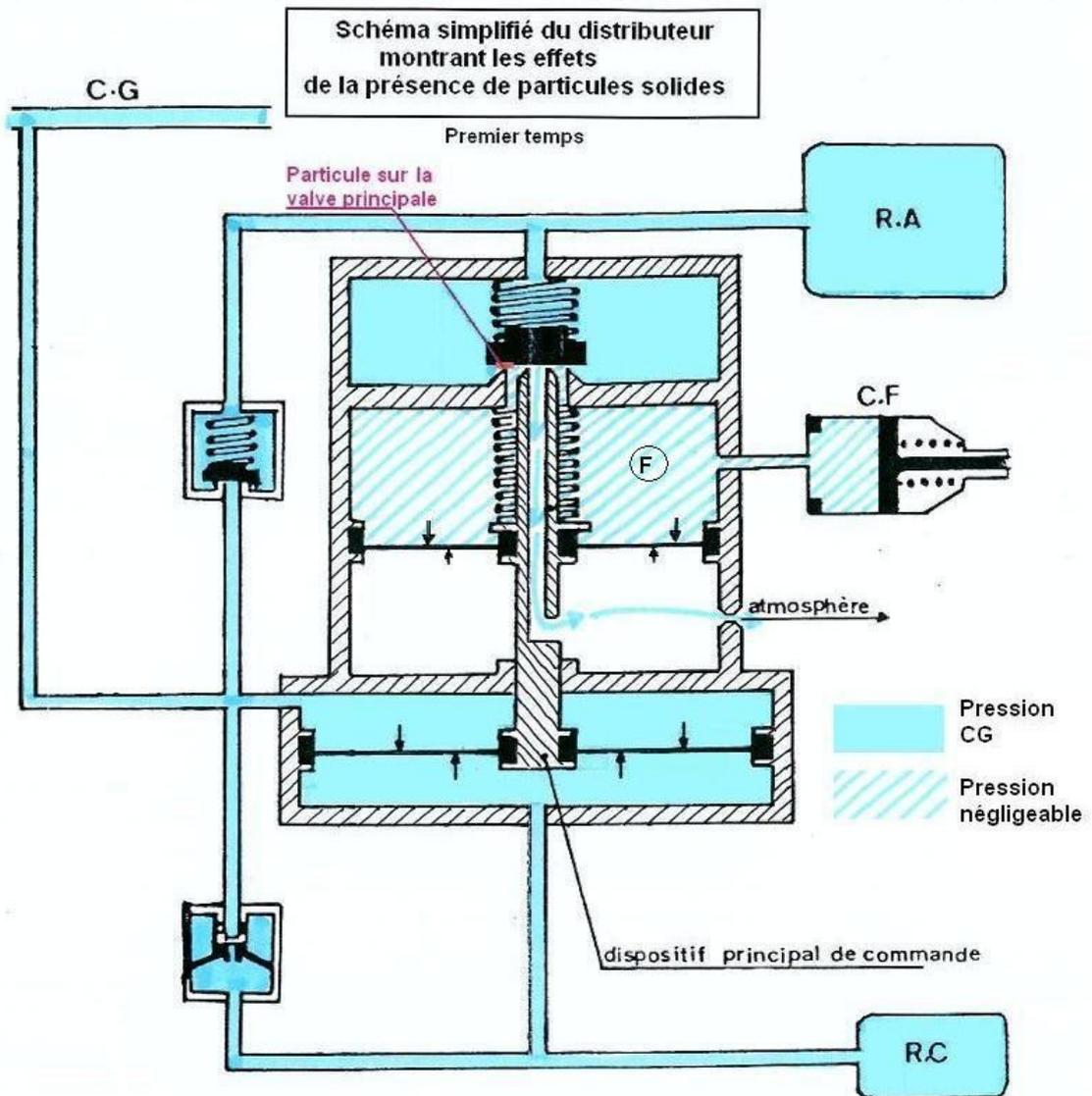


Explication du scénario :

Premier temps

Une particule se positionne sur la portée de la valve principale ; l'air du réservoir auxiliaire pénètre dans la chambre F mais, dès que la pression dans cette chambre augmente, la poussée sur la membrane fait descendre la tige creuse du dispositif principal et l'air s'échappe à l'atmosphère.

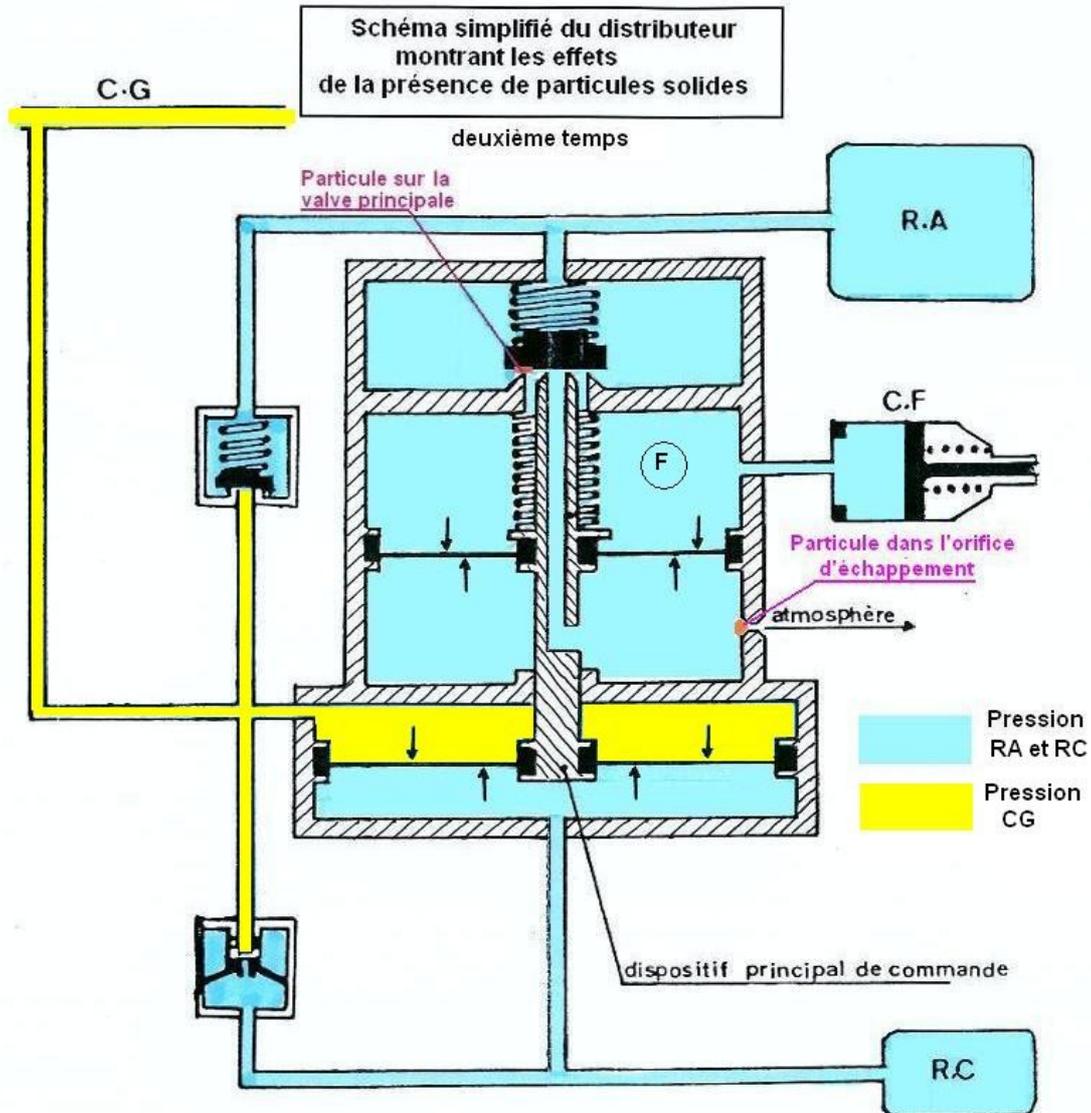
qui
r un



Deuxième temps

Lors du freinage effectué au niveau d'Hazebrouck, une deuxième particule, entraînée par le flux d'air, vient obstruer l'orifice de mise à l'atmosphère dont le diamètre est d'environ 1 mm.

L'air dans la chambre F et le cylindre de frein (CF) monte en pression jusqu'à 5 bar, exerçant une force de freinage très élevée.



Une telle pression au CF est 30% supérieure à celle d'un freinage maximal de service ou d'un freinage d'urgence qui est de 3,8 bar.

Cette pression anormalement élevée, associée au ralentissement à 20 km/h du train, permet d'expliquer le blocage des roues des deux premiers essieux du wagon.

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

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

Tour Voltaire – 92055 LA DEFENSE CEDEX
Tél. : +33(0)1 40 81 21 83 – Fax : + 33(0)1 40 81 21 50

cgpc.beatt@developpement-durable.gouv.fr
www.bea-tt.developpement-durable.gouv.fr

www.developpement-durable.gouv.fr