

**RAPPORT
D'ENQUÊTE TECHNIQUE**
sur la dérive du TER n° 848973
entre Formerie (60), Serqueux (76)
et Sommery (76)
le 20 octobre 2015

Novembre 2016

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

Affaire n° BEATT-2015-013

**Rapport d'enquête technique
sur la dérive du TER n° 848973
entre Formerie (60), Serqueux (76) et Sommery (76)
le 20 octobre 2015**

Bordereau documentaire

Organisme commanditaire : Ministère de l'Environnement de l'Énergie et de la Mer (MEEM)

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

Titre du document : Rapport d'enquête technique sur la dérive du TER n° 848973 entre Formerie (60), Serqueux (76) et Sommery (76) le 20 octobre 2015

N° ISRN : EQ-BEAT--16-16--FR

Proposition de mots-clés : collision, frein, dérive, chasse-obstacles, gabarit

Avertissement

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée 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.

Cette enquête a pour seul objet 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.....	9
RÉSUMÉ.....	11
1 - LES CONSTATS IMMÉDIATS ET L'ENGAGEMENT DE L'ENQUÊTE.....	13
1.1 - L'accident.....	13
1.2 - Le bilan de l'accident.....	13
1.3 - Les mesures prises après l'accident.....	14
1.4 - L'engagement et l'organisation de l'enquête.....	14
2 - CONTEXTE DE L'ACCIDENT.....	15
2.1 - La ligne ferroviaire Amiens-Rouen.....	15
2.2 - Le train n° 848973.....	16
2.3 - Les rames automotrices de la série Z 27500.....	16
3 - COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS EFFECTUÉES.....	19
3.1 - Les résumés des déclarations et des témoignages.....	19
3.1.1 -Les déclarations du conducteur du train.....	19
3.1.2 -Les déclarations de l'agent du service commercial du train.....	20
3.1.3 -Les déclarations de l'agent circulation de Serqueux.....	20
3.1.4 -Les déclarations du régulateur du COGC de Rouen.....	20
3.2 - L'examen des données de l'enregistreur de bord.....	21
3.3 - Les constats effectués sur la rame accidentée.....	22
3.3.1 -À l'avant de la motrice de tête.....	22
3.3.2 -Sous les caisses.....	23
3.3.3 -Sur les bogies.....	25
3.3.4 -Sur les faces latérales des caisses.....	26
3.3.5 -Sur la motrice de queue.....	26
3.3.6 -Dans les cabines de conduite.....	27
3.4 - Le scénario conduisant à la dérive du train.....	28
3.4.1 -Le scénario de la perte du frein pneumatique.....	28
3.4.2 -Le scénario de la perte du réseau électrique 72 V.....	28
3.4.3 -Le scénario du non-fonctionnement du frein électro-magnétique.....	29
3.5 - La problématique du chasse-obstacles.....	29
3.6 - Le retour d'expérience de la collision de Sallanches en 2009.....	32
3.7 - Les modifications mises à l'étude après la dérive de 2015.....	33
3.7.1 -Le chasse obstacles.....	33
3.7.2 -Les valves de purge.....	33
3.7.3 -L'isolement du circuit électrique 72 V.....	33
3.7.4 -Programmation des modifications.....	34

4 - DÉROULEMENT DE L'ACCIDENT ET DES SECOURS.....	35
5 - ANALYSE DES CAUSES ET FACTEURS ASSOCIÉS, ORIENTATIONS PRÉVENTIVES.	37
5.1 - Arbre des causes.....	37
5.2 - Les causes de l'événement.....	38
5.3 - Les modifications techniques du matériel.....	38
5.4 - L'exploitation du retour d'expérience.....	38
5.5 - Les règles de protection des parties basses du matériel roulant.....	39
5.5.1 -L'exploitation du gabarit disponible par le chasse obstacles.....	40
5.5.2 -Le positionnement et la protection des organes sous caisse.....	41
5.5.3 -L'adaptation des règles de calcul du gabarit du chasse obstacles.....	42
5.6 - Les analyses prévisionnelles de risques.....	42
6 - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	43
6.1 - Conclusions.....	43
6.2 - Recommandations.....	43
6.2.1 -Recommandation R1 adressée à SNCF Mobilités.....	43
6.2.2 -Recommandation R2 adressée à l'EPSF.....	43
6.2.3 -Invitations.....	44
ANNEXES.....	45
Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête.....	47
Annexe 2 : Schéma de fonctionnement du frein pneumatique.....	48
Annexe 3 : Schéma de fonctionnement du frein électro-magnétique.....	49

Glossaire

- **AC** : Agent Circulation
- **AdC** : Agent de Conduite
- **AGC** : Automoteur à Grande Capacité
- **ASCT** : Agent du Service Commercial des Trains
- **BT** : Bombardier Transport
- **CG** : Conduite Générale
- **CIM** : Centre d'Ingénierie du Matériel
- **COGC** : Centre Opérationnel de Gestion des Circulations
- **CP** : Conduite Principale
- **ECM** : Entité en Charge de la Maintenance
- **EN** : Euro Norme
- **EPSF** : Établissement Public de Sécurité Ferroviaire
- **FEM** : Frein Electro-Magnétique
- **PK** : Point Kilométrique
- **RST** : Radio Sol-Train
- **TER** : Train Express Régional
- **SAM** : Spécification d'Admission du Matériel
- **SNCF Mobilités** : Entreprise ferroviaire du groupe SNCF
- **UIC** : Union Internationale du Chemin de fer.

Résumé

Le 20 octobre 2015 à 7h35, alors qu'il faisait encore nuit, le TER n° 848973 circulant entre Abancourt (60) et Rouen (76) percute en pleine vitesse, peu après la gare de Formerie, deux bovins échappés de leur enclos.

Après le choc, le conducteur s'aperçoit qu'il ne peut pas arrêter son convoi qui dérive à 100 km/h environ en direction de Serqueux.

Il avise par téléphone le centre opérationnel de gestion des circulations (COGC) de Rouen qui prend les mesures prévues dans un tel cas.

L'agent du service commercial des trains (ASCT), après avoir essayé sans effet d'arrêter le train en actionnant le signal d'alarme, place les voyageurs à l'arrière de la rame.

Après avoir parcouru près de 20 km et traversé la gare de Serqueux à 80 km/h, le train ralentit dans la rampe en direction de Sommery jusqu'à la vitesse d'un homme au pas.

Le conducteur se munit alors de deux cales anti-dérive, descend en marche et, une fois le convoi arrêté, il l'immobilise à 7h49.

L'événement n'a fait aucune victime humaine.

Les dégâts matériels sont limités et se situent au niveau de la face avant et au-dessous de la rame.

La dérive du train a été causée par la perte de l'ensemble de ses capacités de freinage pneumatique et électro-magnétique après le choc.

Les causes techniques qui ont conduit à la perte des freins sont les suivantes :

- la sensibilité du système de purge et sa protection insuffisante ;
- le positionnement du chasse-obstacles ;
- la vulnérabilité de certaines fonctions de sécurité en cas de court-circuit dans le coupleur d'attelage.

Le BEA-TT formule une recommandation sur la mise en œuvre des modifications techniques annoncées par SNCF Mobilités.

L'analyse a également mis en évidence des causes sous-jacentes relevant de l'exploitation du retour d'expérience, des normes de gabarit du matériel roulant et des analyses prévisionnelles de risques.

Le BEA-TT formule une recommandation et quatre invitations sur ces thèmes.

1 - Les constats immédiats et l'engagement de l'enquête

1.1 - L'accident

Le 20 octobre 2015 à 7h35, alors qu'il faisait encore nuit, le TER n° 848973 circulant entre Abancourt (60) et Rouen (76) percute en pleine vitesse, peu après la gare de Formerie, deux bovins échappés de leur enclos.

Après le choc, le conducteur s'aperçoit qu'il ne peut pas arrêter son convoi qui dérive à 100 km/h environ en direction de Serqueux.

Il avise par téléphone le centre opérationnel de gestion des circulations (COGC) de Rouen qui prend les mesures prévues dans un tel cas.

L'agent du service commercial des trains (ASCT), après avoir essayé sans effet d'arrêter le train en actionnant le signal d'alarme, place les voyageurs à l'arrière de la rame.

Après avoir parcouru près de 20 km et traversé la gare de Serqueux à 80 km/h, le train ralentit dans la rampe en direction de Sommery jusqu'à la vitesse d'un homme au pas.

Le conducteur se munit alors de deux cales anti-dérive, descend en marche et, une fois le convoi arrêté, il l'immobilise à 7h49.

1.2 - Le bilan de l'accident



Figure 1 : Face avant de la motrice accidentée

L'événement n'a fait aucune victime humaine.

Les dégâts matériels sont limités et se situent au niveau de la face avant et au-dessous de la rame.

Le choc violent a détruit les carénages en matière composite du nez de la motrice mais les éléments de structure et les organes de roulement sont intacts

La barre de l'attelage automatique est tordue.

Le coupleur électrique est avarié et rempli de matières organiques.

La tuyauterie de la conduite pneumatique principale est arrachée.

1.3 - Les mesures prises après l'accident

L'agent circulation (AC) de Serqueux prend aussitôt les mesures de protection du train immobilisé et reçoit la demande de secours de la part du conducteur à 8h17.

Compte tenu du caractère exceptionnel d'une telle dérive, des mesures d'urgence ont été prises pour en comprendre rapidement les causes immédiates et statuer sur l'opportunité de mesures conservatoires.

La rame a donc été examinée sur place par les techniciens du Technicentre de maintenance de Normandie puis acheminée à Sotteville pour y être étudiée le lendemain par les experts de la Direction du Matériel et du Technicentre Industriel de Nevers.

Au vu des avaries constatées sur la rame et des schémas électriques et pneumatiques de la série concernée, l'enchaînement des causes ayant conduit à la perte totale du freinage a été reconstitué. Son caractère extrêmement improbable a permis de conclure qu'il n'était pas utile de prendre des mesures de restriction de circulation pour la série de matériel roulant concernée mais que des modifications techniques étaient à envisager.

1.4 - L'engagement et l'organisation de l'enquête

Au vu des circonstances et du contexte de cet accident, le directeur du bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre (BEA-TT) a ouvert le 21 octobre 2015 une enquête technique en application des articles L 1621-1 à L 1622-2 du code des transports.

L'enquêteur a examiné la rame accidentée dans l'atelier du Technicentre de maintenance de Normandie.

Il a eu communication des constats et des expertises effectués par la SNCF dans le cadre de ses enquêtes internes.

Il a également rencontré des ingénieurs de la société Bombardier-Transport-France, concepteur et constructeur de la rame.

2 - Contexte de l'accident

2.1 - La ligne ferroviaire Amiens-Rouen

La ligne de Saint-Roch (Amiens) à Darnétal (Rouen) est une ligne à double voie, électrifiée en 25 kV et équipée de la radio sol-train (RST).

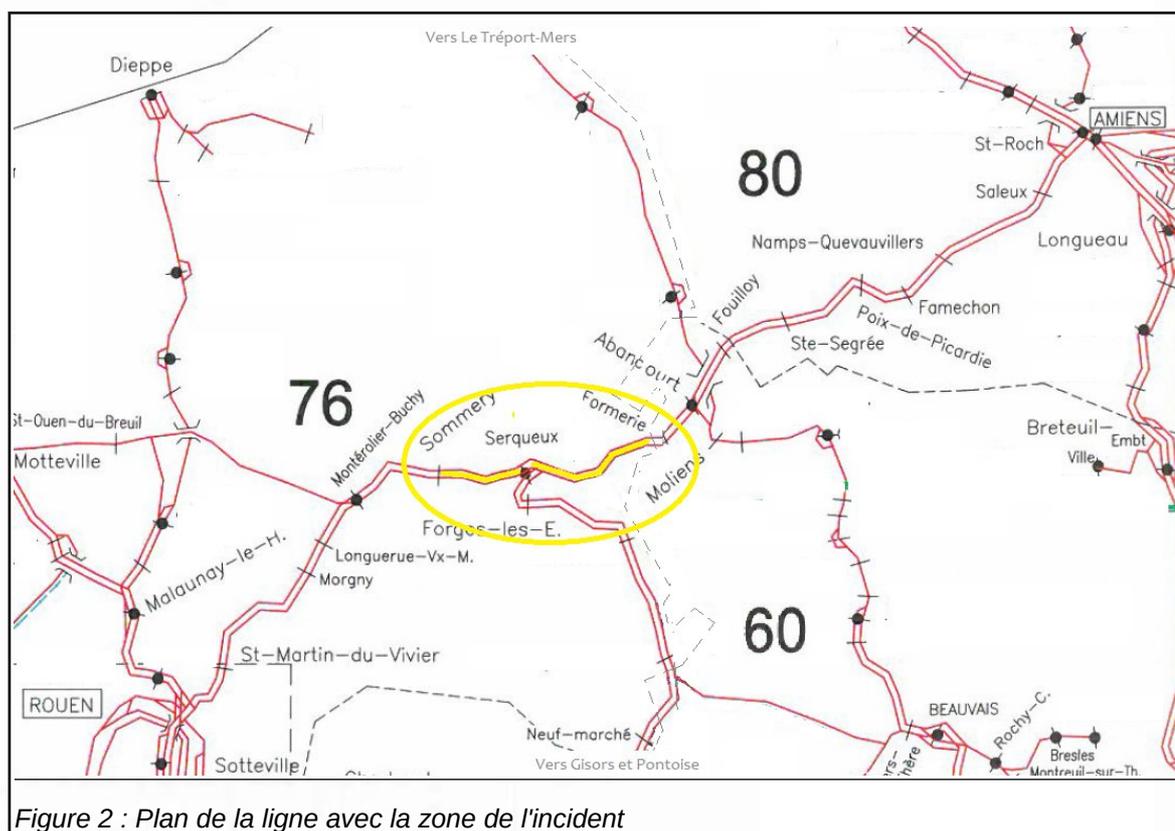
Elle est classée dans le groupe 5 de l'UIC ce qui en fait une ligne à trafic moyen avec environ 20 trains par jour et par sens.

La vitesse maximale des trains les plus rapides est de 140 km/h sur l'ensemble de la ligne.

Le cantonnement des trains est assuré par des systèmes de block automatique lumineux (BAL) ou de block automatique à permissivité restreinte (BAPR).

La régulation est assurée de Serqueux à Rouen par le COGC* de Rouen.

La bifurcation de Montérolier-Buchy est télécommandée par l'agent circulation de Serqueux.



Dans le sens Amiens - Rouen, elle présente une pente moyenne de 5/1000 de Formerie à Serqueux puis jusqu'au PK* 75. Ensuite elle est en rampe de 6/1000 jusqu'au-delà de Sommersy.

* Terme figurant dans le glossaire

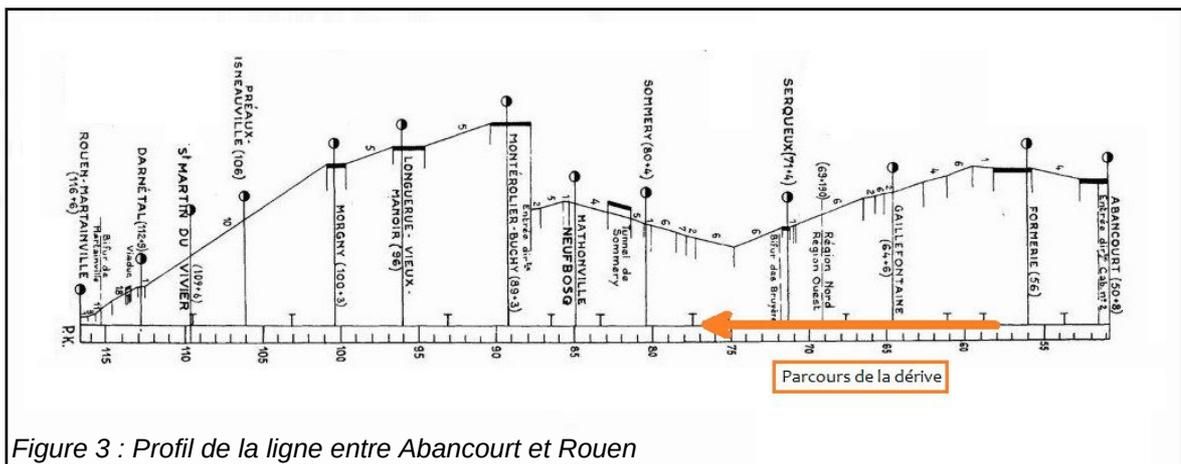


Figure 3 : Profil de la ligne entre Abancourt et Rouen

2.2 - Le train n° 848973

Il s'agit d'un train express régional de l'entreprise ferroviaire SNCF Mobilités qui assure quotidiennement la relation d'Abancourt à Rouen-Rive-Droite.

Le jour de l'accident, le train était assuré par l'automotrice Z 27673/674 avec la motrice Z 27674 en tête. Il s'agit d'une automotrice articulée tri-caisse appartenant à la série Z 27500.

Il circulait à l'heure avec un départ d'Abancourt à 7h 28 et de Formerie à 7h 33. L'arrivée à Rouen-RD était prévue à 8h 25.

Le personnel de bord était composé d'un agent de conduite (AdC) et un agent du service commercial des trains (ASCT). Il transportait 7 voyageurs.

2.3 - Les rames automotrices de la série Z 27500

Les rames Z 27500, également appelées ZGC, constituent la série des automotrices bicourant de la famille des Automoteurs à Grande Capacité (AGC), conçue par Bombardier-Transport pour la SNCF en vue d'assurer les services de transport express régionaux (TER).

Elles ont été produites de 2004 à 2009 à 211 exemplaires alors que l'ensemble de la famille AGC compte 700 unités.

Elles sont équipées pour l'exploitation à agent seul (EAS) et autorisées à la vitesse maximale de 160 km/h.

Comme tous les matériels automoteurs récents, elles sont dotées d'attelages automatiques de type Scharfenberg assurant le couplage mécanique, pneumatique et électrique.

Le freinage est de type électro-pneumatique classique avec une conduite générale et une conduite principale. En outre, les deux bogies moteurs sont équipés de freins électromagnétique qui n'interviennent que lors des freinages d'urgence.

La série comporte des variantes à trois et quatre caisses articulées.



Figure 4 : Vue d'ensemble d'une rame Z 27500 tri-caisse

La masse en ordre de marche des rames tri-caisses est de 153 T.

Les deux bogies moteurs sont situés aux extrémités ; les bogies porteurs sont situés entre les caisses.

Leur capacité est variable selon les aménagements intérieurs choisis par les régions. Elle est de 133 à 174 places pour les rames trois caisses.

Pour obtenir cette capacité, les équipements techniques sont placés en toiture ou sous caisse.

Notamment, les panneaux de frein des bogies comportant les distributeurs, les réservoirs de commande et les valves de purge sont placés sous caisses, protégés par un capotage métallique.

Pour faciliter l'accès des voyageurs, ces rames sont dotées d'un plancher bas à 590 mm au-dessus du rail sauf pour les compartiments d'extrémité situés derrière les cabines de conduite. Les dessous de caisse sont donc relativement bas, à 240 mm environ au-dessus du plan du rail

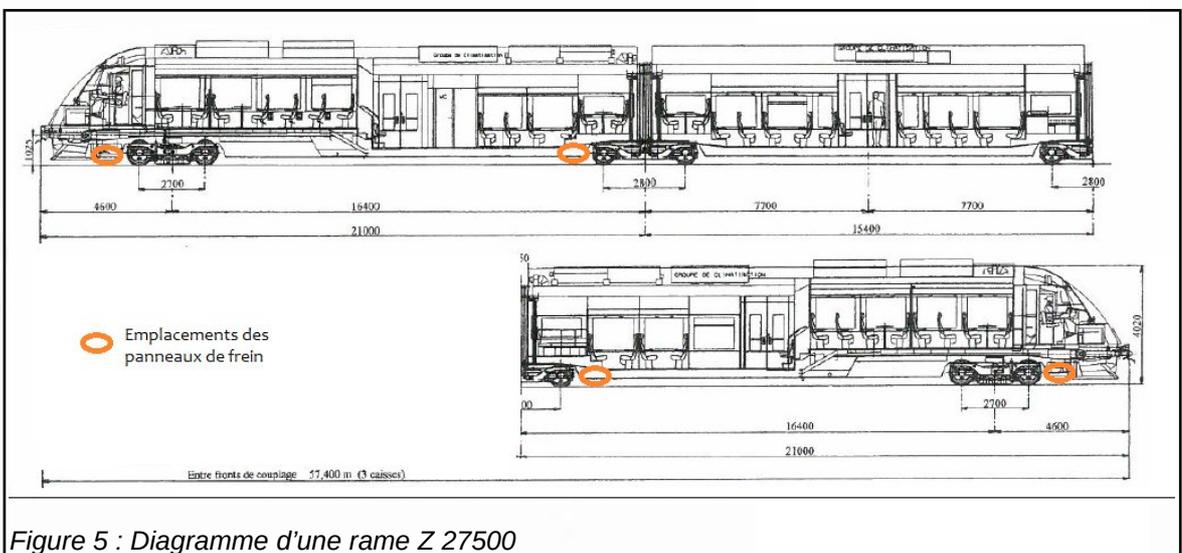


Figure 5 : Diagramme d'une rame Z 27500

Les structures de caisses, les cabines de conduite et les chasse-obstacles sont conformes à la norme européenne de sécurité passive des véhicules ferroviaires EN 15-227 et aux exigences nationales formulées dans la spécification d'admission du matériel SAM C 201.

Les carénages d'extrémités sont en matière composite et ont essentiellement une fonction aérodynamique et esthétique. Ils ne sont pas conçus pour résister en cas de choc violent et ils ne protègent pas la tête d'attelage.

3 - Compte rendu des investigations effectuées

3.1 - Les résumés des déclarations et des témoignages

Les résumés présentés ci-dessous sont établis par les enquêteurs techniques sur la base des déclarations, orales ou écrites, dont ils ont eu connaissance. Ils ne retiennent que les éléments qui paraissent utiles pour éclairer la compréhension et l'analyse des événements et pour formuler des recommandations. Il peut exister des divergences entre les différents témoignages recueillis ou avec les constats ou les analyses présentés par ailleurs.

3.1.1 - Les déclarations du conducteur du train

La circulation d'Abancourt à Formerie se déroule sans incident et conformément à l'horaire.

Au départ de Formerie la montée en vitesse se fait sans problème d'adhérence jusqu'à atteindre 140 km/h.

Aux environs du PK 58 le conducteur voit deux vaches sur la voie à 100 m environ du train. Il place le manipulateur de freinage sur *Urgence* et le choc a lieu dans la seconde qui suit.

Il entend un bruit très fort et une sensation de retenue lors du choc puis tout s'éteint comme si la batterie avait été coupée et la sensation de retenue disparaît.

Les manomètres de frein sont tous à zéro.

Le conducteur contacte le régulateur avec son téléphone portable et l'avise de la dérive en cours avec une vitesse de plus de 100 km/h.

Il essaye de réenclencher la batterie, d'actionner l'avertisseur, le manipulateur de frein et le bouton poussoir d'urgence sans résultat.

Impossible de prévenir les voyageurs car la sonorisation ne fonctionne plus.

L'agent de train vient en cabine de conduite pour se renseigner et repart dans la rame pour tirer tous les signaux d'alarme et regrouper les sept voyageurs en queue du train.

La gare de Serqueux est franchie à 80 km/h environ.

Au PK 75, la vitesse commence à chuter car la voie est en rampe.

Quand la vitesse est descendue aux environs de 30 km/h, le conducteur se munit des cales anti-dérive et peu avant l'arrêt, il ouvre la porte avant droite et saute du train.

Il met en place des cales sous les deux bogies porteurs et l'immobilisation est réalisée au PK 77,5.

Il appelle l'agent circulation de Serqueux pour demander la protection de son train et faire visiter la voie jusqu'à l'endroit du choc.

Il transmet sa demande de secours à 8h17.

3.1.2 - Les déclarations de l'agent du service commercial du train

Après le départ de Formerie à 7h 33, l'ASCT* se rend en cabine arrière pour récupérer son terminal portable Accelio.

Elle ressent un gros choc anormal et tombe contre la porte de la cabine qui s'ouvre et se retrouve par terre dans la partie voyageurs.

Elle se relève aussitôt, constate l'extinction totale de l'éclairage et perçoit des vibrations et un bruit très forts.

Retournant en cabine arrière, elle actionne tous les dispositifs d'urgence sans effet.

En s'éclairant avec la lampe torche de son téléphone portable [*car il faisait nuit*], elle remonte le train en s'assurant que les voyageurs vont bien et en tirant les signaux d'alarme.

À son arrivée dans la cabine avant, le conducteur lui décrit la situation.

Elle retourne vers les voyageurs pour leur demander de s'installer à l'arrière du train puis revient auprès de conducteur.

Ils cherchent ensemble dans leurs fiches les mesures à prendre mais ne trouvent rien qui s'applique à leur situation.

Vers 7h50, le train commence à ralentir. Avec le conducteur, elle va chercher des cales anti-dérive.

Lorsque le train est presque arrêté, le conducteur saute et place des cales sous les roues pour éviter que le train ne reparte dans l'autre sens.

Après l'arrêt du train, elle retourne voir les voyageurs pour expliquer la situation et annoncer la suite des événements.

Elle reste avec eux jusqu'à l'arrivée du car et au transbordement qui a lieu à 10h00.

3.1.3 - Les déclarations de l'agent circulation de Serqueux

L'agent circulation (AC) est avisé par le régulateur vers 7h40 que le train 848973 a heurté des bestiaux, que ses freins sont hors service et qu'il ne marquera pas l'arrêt à Serqueux.

Le train était déjà présent sur la zone d'approche du carré n° 3, le signal d'entrée de la gare.

L'AC sort immédiatement prévenir les voyageurs de s'éloigner du bord du quai.

Au même moment, il constate le passage du train avec son éclairage éteint et des étincelles au niveau des essieux.

Sur ordre du régulateur, il établit l'itinéraire vers Motteville en gare de Montérolier-Buchy.

À 8h17, il reçoit la demande de secours de la part du conducteur du train.

3.1.4 - Les déclarations du régulateur du COGC de Rouen

Le régulateur est avisé à 7h40 par le conducteur du train 848973 qu'il n'a plus de freins ni d'éclairage, qu'il dérive à 60 km/h environ et qu'il ne pourra pas s'arrêter à Serqueux.

* Terme figurant dans le glossaire

Aussitôt, le régulateur prévient l'AC de Serqueux de faire évacuer le quai.

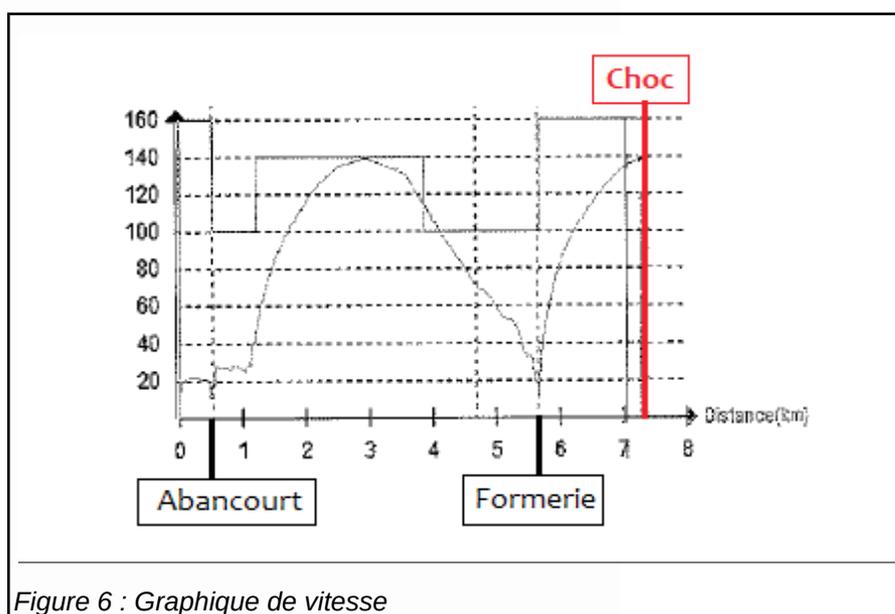
À 7h46, l'AC de Serqueux l'avise que le train passe à pleine vitesse tous feux éteints.

À 7h50, à la demande du chef régulateur contacté par le conducteur, il commande à l'AC de Serqueux de tracer, en gare de Buchy, l'itinéraire vers la voie banalisée de Motteville.

3.2 - L'examen des données de l'enregistreur de bord

Les enregistrements s'arrêtent à l'instant du choc en raison de la coupure de l'ensemble de l'alimentation électrique basse tension. L'examen des données enregistrées permet de vérifier le bon fonctionnement des systèmes et la qualité des actions d'urgence effectuées par le conducteur jusqu'au moment du choc.

L'examen du graphique des vitesses permet de vérifier le bon fonctionnement du freinage lors de l'arrêt de Formerie puis de la montée régulière de la vitesse jusqu'à 139 km/h.



Le listing des données enregistrées peu avant le choc montre que les actions du conducteur ont été conformes aux prescriptions. Ensuite, les données deviennent incohérentes sous l'effet des avaries des circuits électriques puis s'arrêtent lors de la disparition de la tension.

Mission du 20/10/2015 - 07:22:40 De ABT A RN Via - N° CP : - Dépôt : SO - No train : 848973
Automoteur Z 27674 (156)

Rang	Distance	Vitesse	Date/Heure	Ident	Libellé
16906	833.19	110		0B	Seuil vitesse
16907	833.28	114	20/10/2015 - 07:34:40	80	Franch. Signal Ouvert RS ou KVB (RATP:VL,R30,R60)
16908	833.29	115		0B	Seuil vitesse
16909	833.29	115	20/10/2015 - 07:34:42	81	Fin franch. Signal Ouvert RS ou KVB (RATP:VL,R30,R60)
16910	833.40	120		0B	Seuil vitesse
16911	833.53	125		0B	Seuil vitesse
16912	833.66	130		0B	Seuil vitesse
16913	833.83	135		0B	Seuil vitesse
16914	834.10	139	20/10/2015 - 07:35:04	99	MP(CO)I sur la position 0 ou MP(TT)F sur la position 0 ou Freinage
16915	834.12	139	20/10/2015 - 07:35:04	A1	Commande de freinage (MPF ou BP URG ou FU Eqt Sécu)
16916	834.12	139	20/10/2015 - 07:35:04	9D	BP URG enfoncé ou Manipulateur sur position Urgence
16917	834.12	139	20/10/2015 - 07:35:04	7A_53	Annulation traction
16918	834.13	139	20/10/2015 - 07:35:04	AC	Effort traction nul par MP(CO)I ou par VI ou par MP(TT)
16919	834.13	139	20/10/2015 - 07:35:04	AE	Pression CG ≤ 2,5 bars
16920	834.16	138	20/10/2015 - 07:35:06	9B	Commande de Baisser Pantographe
16921	834.16	138	20/10/2015 - 07:35:06	9F	Commande avertisseur actionnée
16922	834.16	138	20/10/2015 - 07:35:06	A3	Bouton Signal d'alerte lumineux sur Marche
16923	834.16	138	20/10/2015 - 07:35:06	A5	Sélecteur de sens de marche sur AR
16924	834.16	138	20/10/2015 - 07:35:06	AD	Effort traction non nul par MP(CO)I ou par VI ou par MP(TT)F
16925	834.16	138	20/10/2015 - 07:35:06	AF	Pression CG ≥ 2,5 bars
16926	834.16	138	20/10/2015 - 07:35:06	B1	Commande d'ouverture DJ par Z(DJ) ou Eqt de Sécu ou Automatism
16927	834.16	138	20/10/2015 - 07:35:06	C1	Commutateur d'isolement VACMA sur isolé
16928	834.16	138	20/10/2015 - 07:35:06	C5	Sélecteur de sens de marche sur 0 ou AR
16929	834.16	138	20/10/2015 - 07:35:06	D1	Commutateur d'isolement KVB sur isolé
16930	834.16	138	20/10/2015 - 07:35:06	D3	Commutateur d'isolement RS sur isolé
16931	834.16	138	20/10/2015 - 07:35:06	7A_03	Commutateur d'isolement BI sur isolé
16932	834.16	138	20/10/2015 - 07:35:06	4D	Interrupteur «Essai VACMA» sur la position «Marche»
16933	834.16	138	20/10/2015 - 07:35:06	4F	Portes non contrôlées fermées
16934	834.16	130		0B	Seuil vitesse
16935	834.16		20/10/2015 - 07:35:06	0C	BL locale hors service
16936	834.16		20/10/2015 - 07:35:06	05	Disparition tension BI

Annotations : Signal C65 Pk 56,900 (à côté de la ligne 16908-16909); Actions d'urgence (à côté de la ligne 16914-16919); Enregistrements incohérents (à côté de la ligne 16920-16934); CHOC (à côté de la ligne 16919).

Figure 7 : Listing des enregistrements

3.3 - Les constats effectués sur la rame accidentée

3.3.1 - À l'avant de la motrice de tête

L'ensemble des éléments de carénage ainsi que l'étrave en matériau composite ont été arrachés par le choc.

Le caisson faisant fonction de chasse-obstacles a bien résisté.

L'attelage Sharfenberg est fortement tordu vers la droite.

De nombreux équipements pneumatiques et électriques sont détériorés, notamment la conduite principale (CP) et le coupleur électrique de l'attelage qui sont arrachés.

Ce coupleur qui a été retrouvé sur les lieux de la collision est très endommagé mécaniquement et des matières organiques sont accumulées sur les contacts électriques sous le capot de protection.

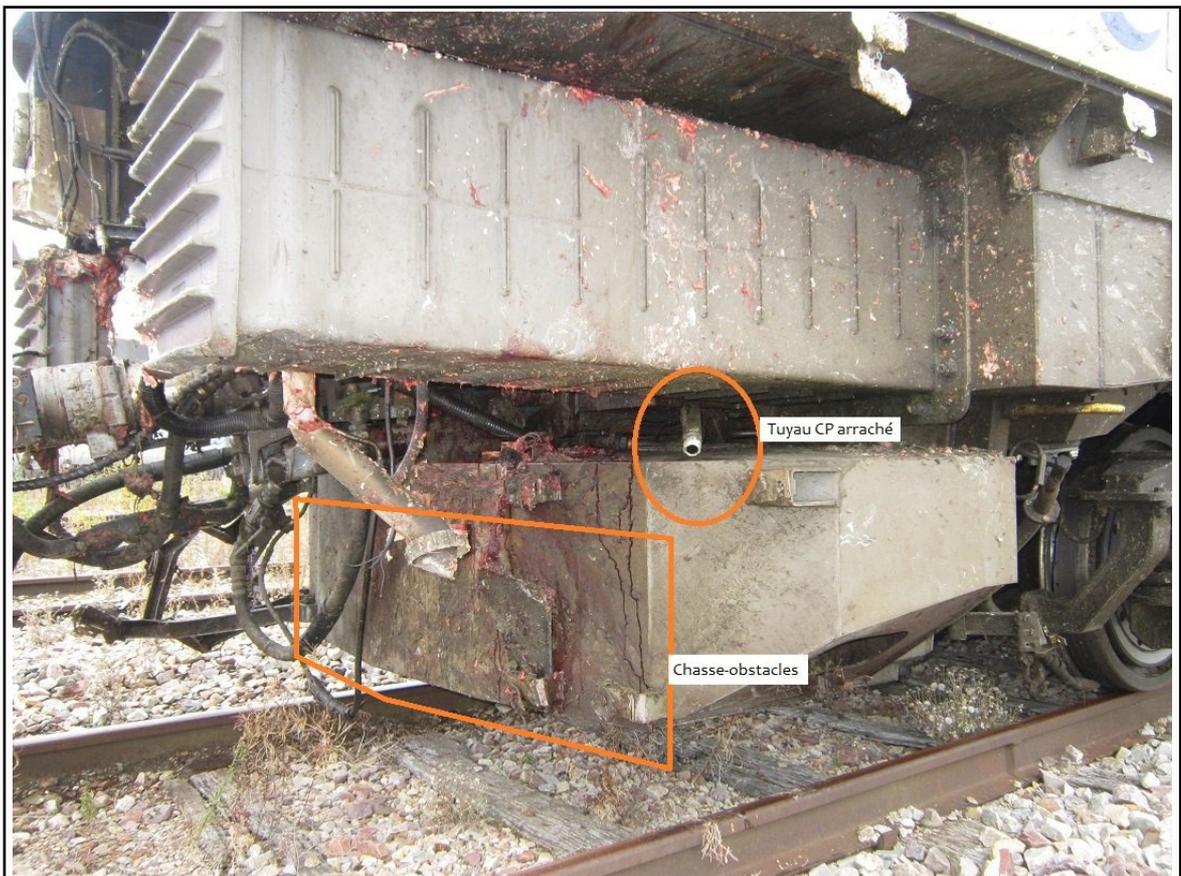


Figure 8 : Tuyau de conduite principale arraché et caisson chasse-obstacles

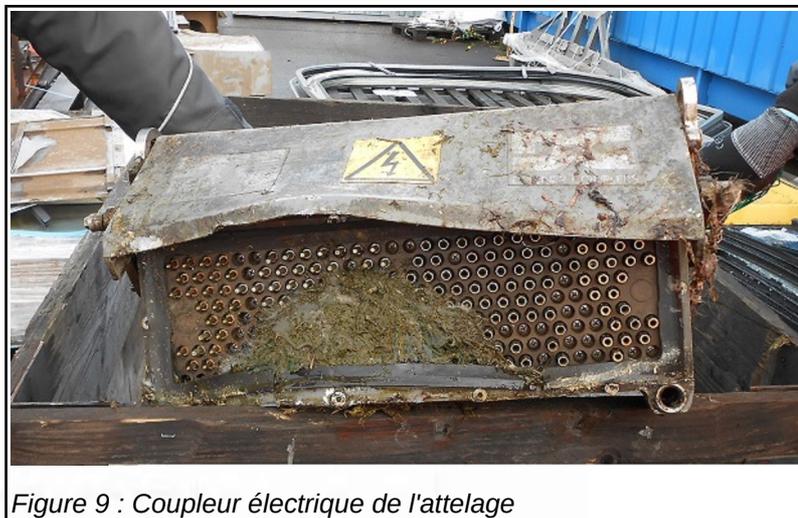


Figure 9 : Coupleur électrique de l'attelage

3.3.2 - Sous les caisses

L'ensemble des dessous de caisses sont souillés de matières organiques, ont subi des chocs et ont été mitraillés par des projections de ballast jusqu'à l'étrave de la motrice arrière qui est déformée et fendue.



Figure 10 : Enfoncements, souillures et mitraillages des organes sous-caisse

Le capot de protection du panneau de frein du bogie moteur de la motrice Z 27674 (bogie n° 4) est détérioré et porte des traces de contact avec les tirettes des valves purge. La commande des valves de purge est tordue.

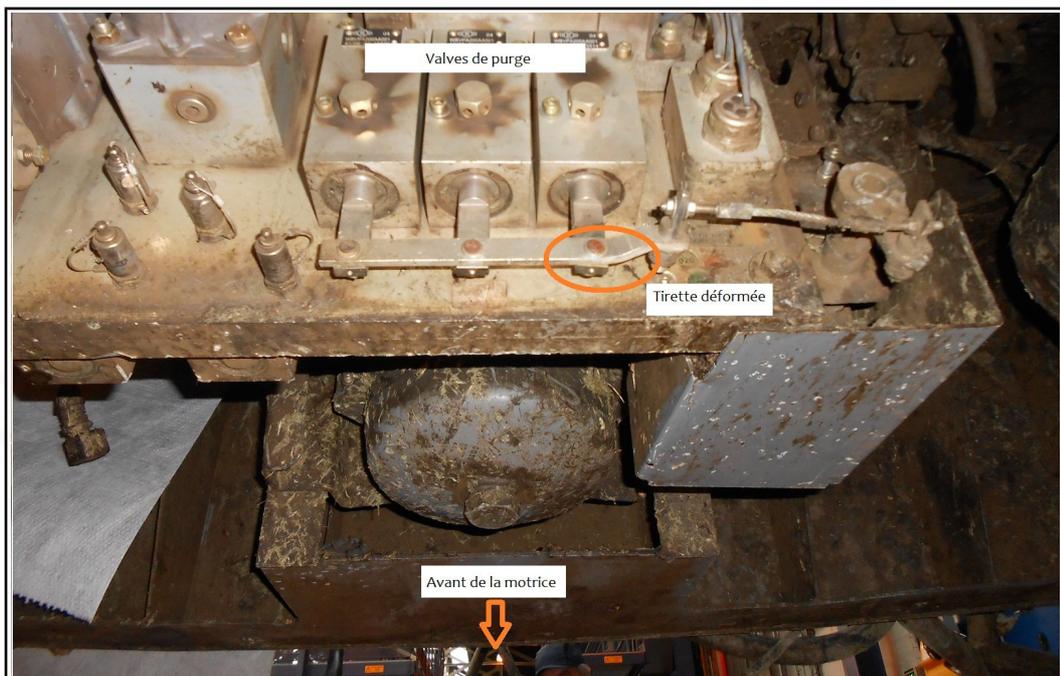


Figure 11 : Valves de purge du bogie n°4

Le capot de protection du panneau de frein du bogie porteur de la motrice Z 27674 a été déformé par des chocs laissant pénétrer des pierres provenant du ballast. La commande des valves de purge présente des impacts dus probablement à ces pierres.



Les capots des panneaux de frein et les commandes des valves de purge des bogies n° 1 et n° 2 présentent des traces et des indices similaires.

3.3.3 - Sur les bogies

Les bogies moteurs des rames AGC* sont équipés de freins électro-magnétiques qui s'appliquent sur le rail lors des freinages d'urgence.

Les faces actives des patins électro-magnétiques des deux bogies moteurs de la rame présentent des traces d'oxydation et de salissure montrant qu'ils n'ont pas été appliqués récemment et notamment pas lorsque le freinage d'urgence a été commandé par le conducteur lors du choc et pendant la dérive.

* Terme figurant dans le glossaire

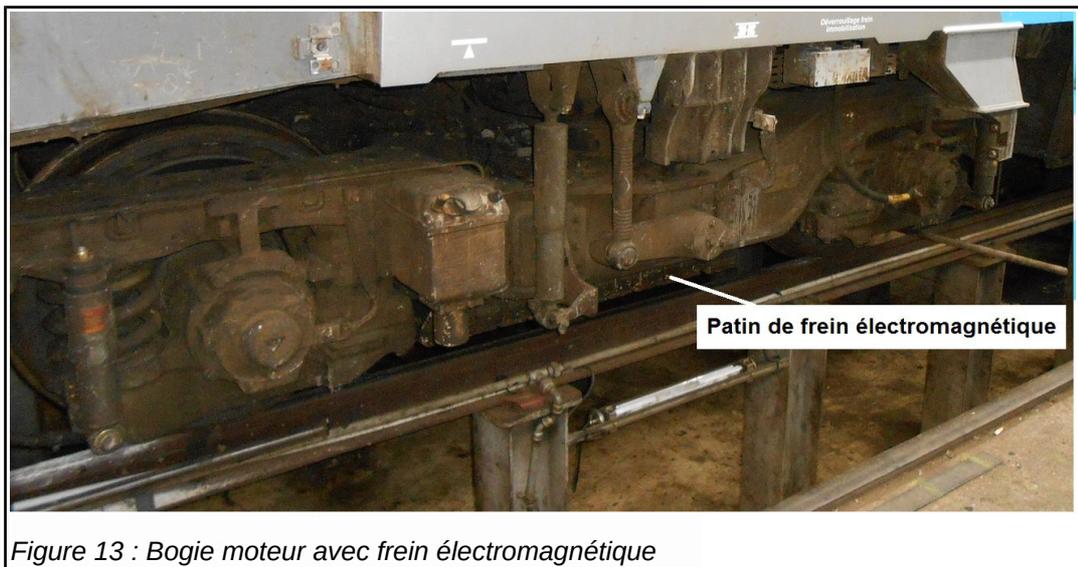


Figure 13 : Bogie moteur avec frein électromagnétique

3.3.4 - Sur les faces latérales des caisses

Plusieurs vitres latérales sont étoilées probablement par des projections de ballast.

Le robinet d'isolement du frein du bogie 4 (le 1^{er} bogie dans le sens de la marche) est en position **isolé**, la poignée de commande étant horizontale. L'orientation de cette poignée et la présence de débris organiques à proximité permettent de penser que son positionnement anormal est une conséquence du choc.

Les autres robinets d'isolement sont en position normale.



Figure 14 : Poignée d'isolement du frein du bogie 4

3.3.5 - Sur la motrice de queue

L'étrave de la motrice arrière est déformée et est fissurée. Le sens des déformations montre qu'elle a été percutée par l'intérieur.



Figure 15 : Étrave de la motrice arrière

3.3.6 - Dans les cabines de conduite

Dans la cabine avant (Z 27674), le manipulateur de frein est sur **Urgence**, le bouton poussoir d'urgence (BP-URG) est enfoncé.



Figure 16 : Commandes du frein en cabine avant

Plusieurs coupe-circuits automatiques sont déclenchés notamment le CC-Q-BA qui alimente le relais Q-BA qui commande l'alimentation de la rame en courant basse tension 72 V.

Dans la cabine arrière (Z 27673), le manipulateur de frein est sur **Marche** et le BP-URG est enfoncé ; le coupe circuit CC-Q-BA est déclenché.

3.4 - Le scénario conduisant à la dérive du train

3.4.1 - Le scénario de la perte du frein pneumatique

Le principe de fonctionnement du frein pneumatique des rames AGC est donné en annexe 2.

Les freins de ces matériels sont dotés de valves de purge rapide. Une impulsion sur la commande de ces valves suffit pour provoquer le desserrage et la purge complète des freins du bogie correspondant, en absence de pression dans la conduite principale (CP).

Moins de 100 m avant le choc, le conducteur ramène son manipulateur de traction à 0 et commande un freinage d'urgence avec son manipulateur de freinage. La pression de la conduite générale de frein (CG) tombe à moins de 2,5 bar. Les panneaux de frein de chaque bogie alimentent en air comprimé les cylindres de frein du bogie correspondant et les freins se serrent.

Lors du choc, la conduite principale qui alimente l'ensemble des systèmes pneumatiques du train est arrachée provoquant une fuite importante.

La carcasse d'une des vaches passe sous le train et vient heurter et déformer le capot du panneau de frein du premier bogie. Le couvercle déformé vient appuyer sur les valves de purge provoquant le desserrage du frein de ce bogie.

La carcasse heurte le capot du panneau du deuxième bogie exposant le câble de commande des valves de purge. Des pierres de ballast pénètrent avec force et actionnent le câble provoquant le desserrage du frein de ce bogie.

Le scénario se reproduit pour les bogies suivants ce qui provoque, au final, le desserrage de tous les freins pneumatiques du train.

Parallèlement lors du choc, il est probable que des débris animaux heurtent une poignée d'isolement du frein du premier bogie la mettant en position **isolé**. Ceci n'a pas eu de conséquence, le frein de ce bogie étant simultanément purgé par l'action sur les valves.

3.4.2 - Le scénario de la perte du réseau électrique 72 V

Sur le matériel moteur et automoteur, le courant fourni par les batteries alimente les circuits de commande et de contrôle, les systèmes de sécurité et les auxiliaires électriques basse tension tels que l'éclairage et la ventilation. Sur les matériels français ce courant a généralement une tension nominale de 72 V.

On distingue deux types d'alimentation 72 V :

- le **72 V permanent** qui est toujours présent pour autant que la batterie soit chargée. Il alimente l'éclairage de secours des parties voyageurs et la signalisation de tête et de queue (fanaux et feux rouges).
- le **72 V préparé** qui est présent dès lors que l'agent de conduite a « préparé son train » à l'image d'un conducteur d'automobile qui met le contact.

Lors de cette préparation, l'AdC* actionne le bouton poussoir BP-Q-BA qui alimente la ligne de train **préparation**. Cette ligne de train permet de fermer et de maintenir fermés les contacteurs de batteries (C-BA) sur l'ensemble du train.

En fonctionnement normal, sur un train automoteur à attelage automatique, le 72 V de la ligne de train préparation est toujours présent dans le coupleur électrique d'attelage.

Lors du choc avec les bovins, le capot de protection du coupleur avant a été fortement déformé et des matières organiques sont venues recouvrir des contacts électriques alimentés provoquant notamment un court-circuit de la ligne de train préparation, le déclenchement des coupe-circuits CC-Q-BA et l'ouverture des C-BA de tout le train.

Le train s'est donc trouvé privé de l'ensemble de l'alimentation 72 V préparé ce qui a provoqué notamment l'extinction de l'éclairage, la perte des circuits de commande et de contrôle et des systèmes de sécurité.

3.4.3 - Le scénario du non-fonctionnement du frein électro-magnétique

Les principes de fonctionnement du frein électro-magnétique sont donnés en annexe 3.

La descente des patins magnétiques sur le rail est réalisée par des vérins pneumatiques alimentés par un réservoir auxiliaire (RA-FEM) par l'intermédiaire d'une électro-valve (VE-FEM).

La capacité du RA-FEM est suffisante pour permettre la descente des patins en cas de perte de l'alimentation pneumatique mais l'actionnement de la VE-FEM suppose de disposer du 72 V préparé.

La perte du 72 V a donc empêché l'abaissement des patins ce que confirme l'absence de trace de frottement constaté après l'accident.

En outre, pour freiner efficacement, les électro-aimants inclus dans les patins doivent être alimentés électriquement en courant 72 V ce qui n'aurait pas été, non plus, possible.

3.5 - La problématique du chasse-obstacles

Lorsque l'AGC a été commandé, conçu et mis en service, les textes légaux et réglementaires français et internationaux n'avaient pas d'exigence en matière de sécurité passive et de chasse-obstacles pour les matériels ne dépassant pas 160 km/h, ce qui est le cas de l'AGC.

Toutefois, lors de l'appel d'offres de l'AGC, la SNCF dans la spécification technique de besoin « Structures » imposait de prendre en compte le scénario issu du document STM¹ C 201. Ce scénario prévoyait un choc contre une automobile de 1,450 T avec une vitesse égale à celle obtenue après un freinage de 300 m à partir de la vitesse maximale de l'engin.

Le 1^{er} juillet 2004, le nouvel arrêté « matériel roulant » imposait que les chasse-obstacles soient conformes au document SAM² C 201 qui reprenait les exigences de la STM.

* Terme figurant dans le glossaire

1 Spécification technique du matériel : document interne de la SNCF destiné à être inclus dans les cahiers des charges de ses matériels roulants.

2 Spécification d'admission du matériel roulant : document de l'EPSF applicable à tous les matériels roulants destinés à circuler sur le RFN.



Figure 17 : Simulations de collision de l'AGC contre une VL

La norme européenne EN 15227 de mars 2008 révisée en janvier 2011 définit les critères de sécurité passive pour les véhicules ferroviaires, imposés au niveau européen par la STI³ « matériel roulant ».

La conformité du chasse-obstacles de l'AGC par rapport aux exigences de la SAM C 201 a été vérifiée par des calculs et des essais lors de la procédure d'autorisation de mise en exploitation commerciale.

Après l'accident du 20 octobre 2015, sa conformité par rapport à l'EN 15227 a également été vérifiée positivement.

Toutefois, si la conformité par rapport aux exigences de résistance mécanique tant statique que dynamique ne semble pas contestable, le BEA-TT s'interroge quant à la pertinence de son positionnement en hauteur.

En effet, la SAM C 201 ne dit rien sur ce sujet mais il semble évident que pour assurer une bonne protection, un chasse-obstacles devrait être placé aussi bas que possible.

Contacté par le BEA-TT, le constructeur indique avoir appliqué la fiche UIC⁴ 505-1 « Gabarit de construction du matériel roulant » de manière à éviter tout risque d'endommagement des appareillages de voie tels que les crocodiles, en accord avec la SNCF.

Or les calculs effectués par le centre d'ingénierie du matériel (CIM) de la SNCF après l'accident concluaient dans un premier temps à la possibilité de prolonger le chasse-obstacles vers le bas d'environ 40 mm. Après vérification des débattements et de leur dispersion, la marge disponible n'était plus que de 16 mm.

Cet écart a été considéré comme trop petit pour qu'une modification du chasse-obstacles apporte un gain substantiel en sécurité, mais il montre que la norme permet des différences d'interprétation.

Par ailleurs, il semble évident que des organes sensibles situés sous caisse ne devraient pas être placés plus bas que le bord inférieur du chasse-obstacles, bien que cela ne soit pas interdit par la fiche UIC précitée.

Or les calculs du CIM concluent que les capots de protection des dispositifs de purge se trouvent 22 mm plus bas que le bord inférieur du chasse-obstacles. Une mesure manuelle effectuée par le BEA-TT sur la rame accidentée trouve un écart de 20 mm.

3 Spécification technique d'interopérabilité, document produit par l'Agence Ferroviaire Européenne.

4 Document à caractère normatif produit par l'Union Internationale des Chemins de fer, faisant référence avant l'apparition des normes européennes et des STI

Sur les matériels anciens, comme par exemple les automoteurs de la série X 4500, le chasse-obstacles est pratiquement à la verticale de l'attelage et de la face avant du véhicule. En outre, comme il a une fonction de chasse-neige, il a un profil en soc et sa face active forme un dièdre assez marqué destiné à évacuer la neige et les obstacles vers les côtés.

Sa hauteur, mesurée sur une motrice équipée de roues neuves, est de 220 mm au-dessus du rail et de 190 mm sur une autre avec des roues mi-usées.



Figure 18 : Avant d'un automoteur X 4500

Sur l'AGC, le chasse-obstacles est en retrait par rapport à l'avant du véhicule et situé sous la barre d'attelage et les caissons d'absorption. Si la vitesse du train et la masse de l'objet percuté sont suffisants pour détruire l'étrave et les carénages, l'objet se trouve coincé contre le chasse-obstacles sans pouvoir s'échapper vers le haut. Comme le dièdre du chasse-obstacles est réduit, il n'aura pas tendance à s'échapper vers les côtés.

Le chasse-obstacles étant vertical et non pas en forme de soc, et comme il est situé relativement haut (260 mm mesurés sur le véhicule accidenté), l'objet aura plus facilement tendance à passer sous le train.

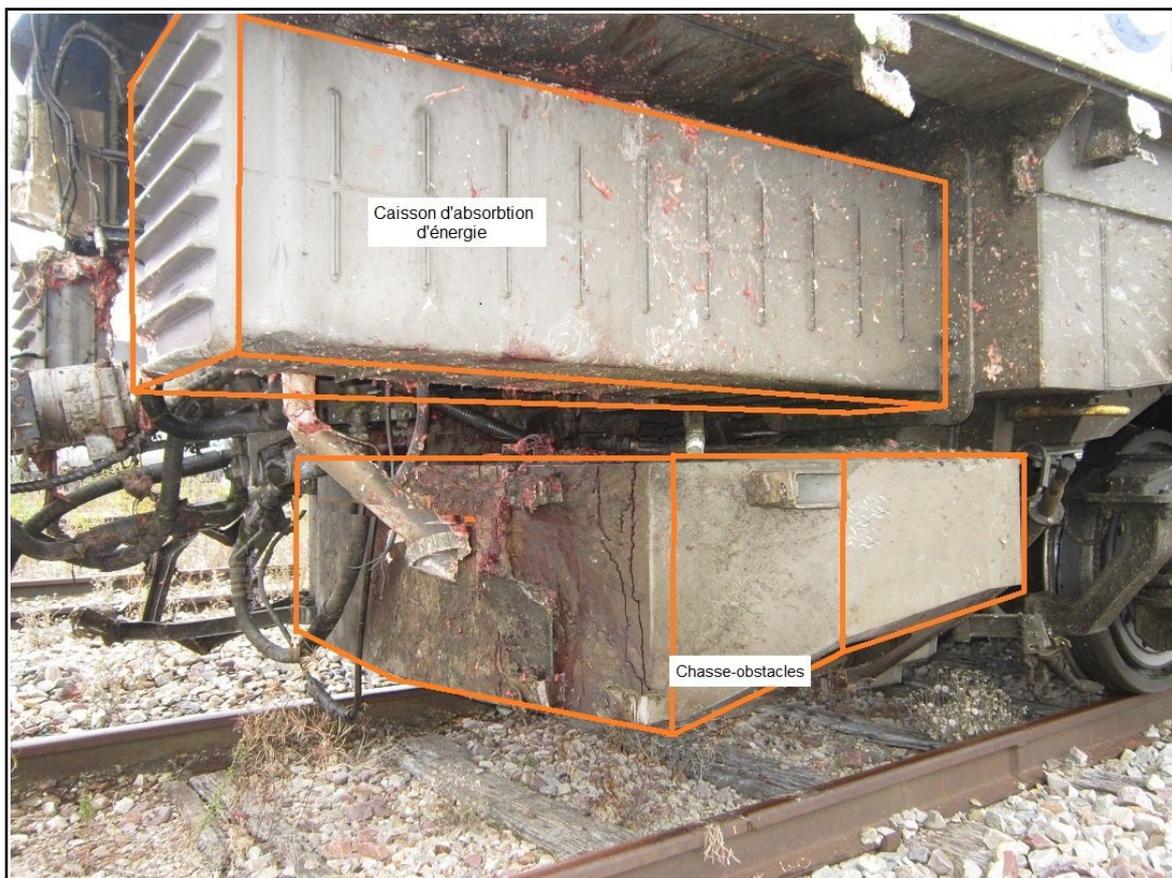


Figure 19: Positionnement du chasse-obstacles sous le caisson sur AGC

3.6 - Le retour d'expérience de la collision de Sallanches en 2009

Le 21 décembre 2009, à Sallanches est survenu l'accident suivant :

- l'unité double de ZGC quadri-caisses Z 27755 + Z 27605 heurte à 120 km/h un véhicule routier de type 4x4 immobilisé sur le passage à niveau n°46 ;
- le véhicule est bloqué contre le chasse-obstacles sans être éjecté latéralement ;
- des gros débris passent sous le train provoquant de nombreux dégâts, rendant progressivement inefficaces les freins pneumatiques des 10 bogies des deux rames ;
- les circuits électriques n'étant pas touchés, les freins électro-magnétiques continuent à fonctionner permettant de ralentir le train jusqu'à 15 km/h ;
- la perte d'efficacité des freins pneumatiques n'étant pas instantanée sur quelques bogies, le freinage résiduel permet d'arrêter le train, évitant ainsi la dérive sur la voie unique dans la descente en direction de Bonneville et de La-Roche-sur-Foron ;

Après cet événement, les actions correctrices décidées par la direction du matériel de la SNCF pour prévenir le risque de perte des freins ont été :

- l'ajout d'une bride sur les capots des panneaux de frein pour améliorer leur fixation ;
- la protection du renvoi d'angle de la commande de purge par un capotage spécifique.

3.7 - Les modifications mises à l'étude après la dérive de 2015

À la suite de l'accident du 20 octobre 2015, la direction du matériel SNCF a mis à l'étude les modifications portant sur les rames de la famille AGC.

3.7.1 - Le chasse-obstacles

Une modification envisagée dans un premier temps supposait de disposer d'une marge de 40 mm entre le chasse-obstacles actuel et la limite du gabarit.

Cette marge s'avérant de l'ordre de 16 mm seulement en partie centrale, ce projet a été abandonné et remplacé par une protection mécanique des valves de purge.

3.7.2 - Les valves de purge

La modification des valves de purge des panneaux de freins consiste à remplacer les valves automatiques à impulsion par des valves manuelles. Avec ces dernières, une impulsion fugitive sur les valves ne provoquera qu'une légère baisse du niveau de freinage et non pas un desserrage complet.

Ensuite, l'amélioration du chasse-obstacles étant abandonnée, il a été décidé d'améliorer la protection mécanique de ces valves et de leur commande. Dans ce cadre, la commande des valves a été raccourcie de 9 mm ce qui les éloigne d'autant du capotage et une plaque de protection a été ajoutée limitant la déformation éventuelle du capotage.



Figure 20 : Protection mécanique des commandes des valves

3.7.3 - L'isolement du circuit électrique 72 V

La direction du matériel a étudié la mise en place d'un isolement électrique entre le coupleur d'attelage et le reste du réseau 72 V de la rame de façon à protéger ce réseau en cas de court circuit dans l'attelage.

Le dispositif retenu est entièrement automatique et n'a pas d'impact sur le temps nécessaire pour effectuer une coupe ou un couplage de véhicules et sur les gestes des agents concernés.

3.7.4 - Programmation des modifications

À la date de rédaction de ce rapport, les décisions de lancement des modifications ont été prises.

Les dates objectifs pour la fin du déploiement sont :

- fin décembre 2017 pour les valves de purge et leur protection mécanique ;
- fin septembre 2019 pour l'isolement électrique.

4 - Déroulement de l'accident et des secours

À 7h28, le train express régional 848973 quitte Abancourt en direction de Rouen.

Il monte en vitesse normalement jusqu'à 140 km/h puis le conducteur ralentit pour préparer l'arrêt prévu en gare de Formerie. Lors de ce ralentissement les freins pneumatique et électrique sont utilisés. Les freins fonctionnent normalement et la décélération obtenue est conforme à ce qui est attendu. Le freinage final jusqu'à l'arrêt est réalisé au frein pneumatique.

Après un arrêt de 48 secondes, le train repart de Formerie à 7h 33.

Après une montée en vitesse rapide jusqu'à 139 km/h et un parcours d'environ 1,5 km, à la sortie d'une courbe, le conducteur aperçoit deux bovins à 100 m sur sa voie. Aussitôt il coupe la traction et place le manipulateur de freinage sur « *urgence* ».

La pression CG* tombe aussitôt amorçant le serrage des freins pneumatiques.

Le choc a lieu environ une seconde après, approximativement au PK 58 à 7h35. L'étrave et les carénages avant sont détruits, le coupleur électrique d'attelage est avarié provoquant, dans la seconde qui suit, la disjonction du courant 72V. L'éclairage et l'ensemble des systèmes électriques sont coupés sur tout le train, y compris les fanaux, l'éclairage de secours, la commande du frein électro-magnétique et la radio.

Les carcasses viennent se coincer dans un premier temps entre le chasse-obstacles et la voie provoquant des projections de ballast et de débris divers sous le train et sur les côtés.

Une projection fait tourner la poignée d'isolement du frein du bogie avant et la met en position « *isolé* ».

Très rapidement, au moins une des carcasses passe sous le chasse-obstacles, vient heurter successivement les capots de protection des valves de purge des freins des quatre bogies et provoque des projections de ballast et de débris.

La déformation des capots ou les chocs sur les câbles de commande provoquent l'actionnement des valves de purge. Sur ce type de valves, une impulsion suffit à provoquer la vidange des cylindres de frein. Les freins des quatre bogies se desserrent aussitôt les uns après les autres.

Après un ralentissement provoqué par le choc et le début de mise en action des freins pneumatiques, la rame perd progressivement toutes ses capacités de freinage et se retrouve en dérive à plus de 100 km/h.

Vers 7h 40, la radio sol-train ne fonctionnant pas, le conducteur appelle le régulateur de Rouen avec son téléphone portable de service après avoir trouvé son numéro sur sa tablette SIRIUS⁵.

Le régulateur contacte rapidement l'agent circulation de Serqueux qui fait alors le nécessaire pour :

- dégager le parcours du train et, à Buchy, tracer l'itinéraire en direction de Motteville afin de ne pas risquer d'envoyer le train en dérive vers Rouen ;
- arrêter les autres circulations dans son secteur.

* Terme figurant dans le glossaire

5 Tablette en dotation aux conducteurs SNCF permettant d'afficher les documents nécessaires à la conduite, notamment la fiche train.

Pendant ce temps le conducteur effectue plusieurs actions sans effet sur le bouton poussoir d'urgence du frein et sur les manipulateurs de traction et de freinage pour essayer de récupérer du freinage électrique ou pneumatique. Il actionne aussi le bouton poussoir BP-Q-BA pour remettre en service le réseau 72 V mais sans succès.

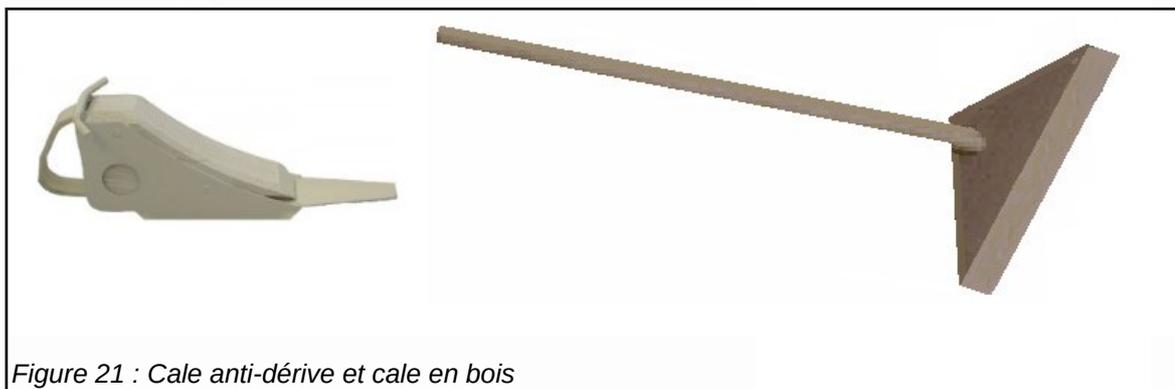
L'agent du service commercial du train vient en cabine de conduite pour se renseigner puis va alerter les 7 passagers et les positionner en queue du train.

La voie étant en pente continue de 4/1000 en moyenne du PK 58 au PK 75, le train garde une grande partie de sa vitesse et franchit à 7h44 et à 80 km/h la gare de Serqueux située au PK 71,4.

Après le PK 75, la voie est en rampe de 6/1000 et le train ralentit rapidement.

Le conducteur se munit des cales anti-dérive de sa motrice et lorsque la vitesse du train a suffisamment diminué, il ouvre la porte d'accès puis saute du train. Dès l'arrêt, il place ses cales anti-dérive puis des cales en bois pour compléter l'immobilisation.

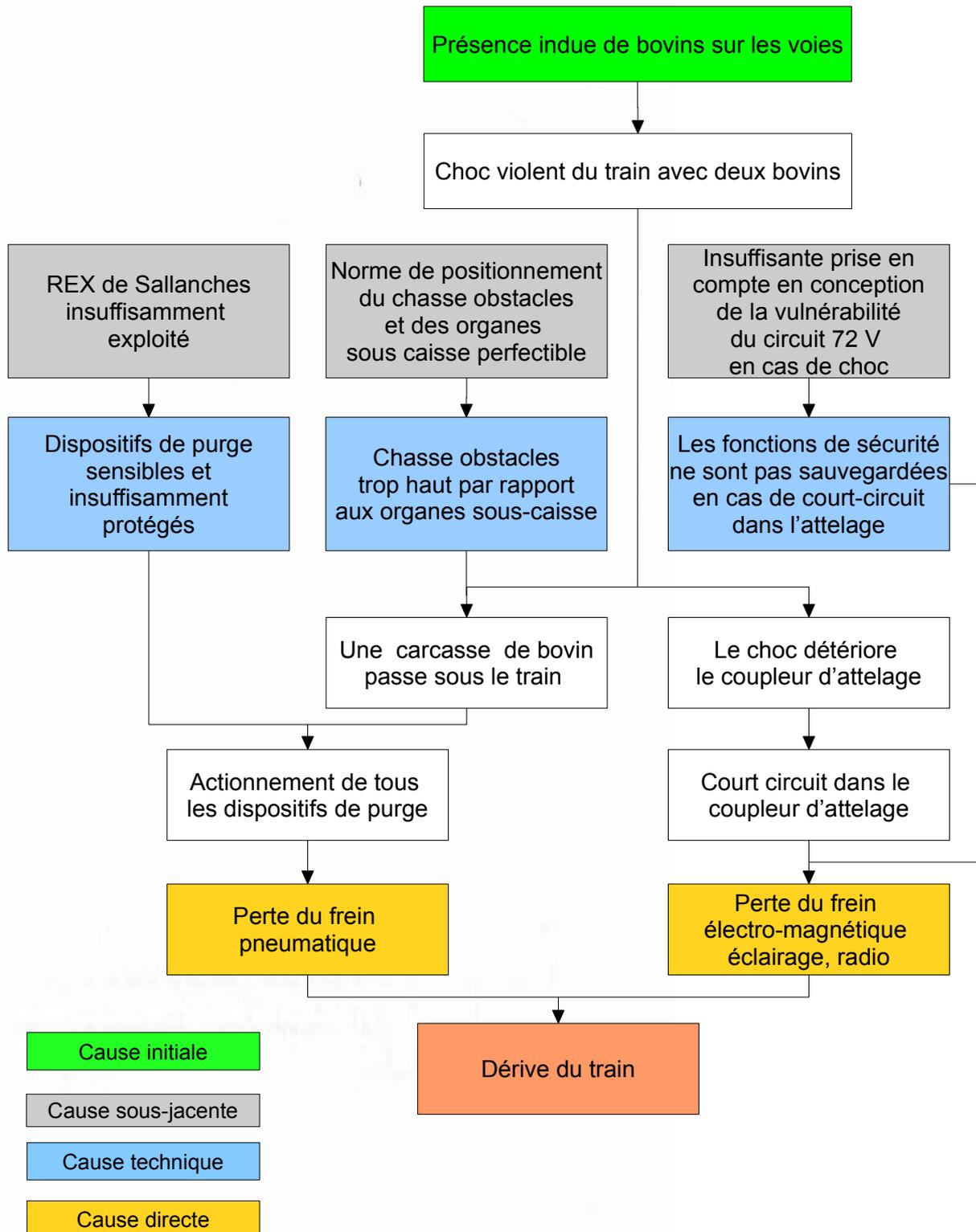
L'arrêt du train est obtenu au PK 77,5 ; il est 7h50 environ. Le conducteur prend alors les mesures réglementaires pour protéger son train puis il transmet sa demande de secours à 8h17.



Le transbordement des voyageurs a lieu à 10h00 dans un autocar qui les achemine vers Serqueux et Rouen.

5 - Analyse des causes et facteurs associés, orientations préventives

5.1 - Arbre des causes



5.2 - Les causes de l'événement

La dérive du train n° 848973 a été causée par la perte de l'ensemble de ses capacités de freinage pneumatique et électromagnétique après un choc à pleine vitesse contre deux bovins se trouvant indûment sur la voie.

Au-delà de la cause initiale que constitue la présence de bovins sur les voies, les causes techniques qui ont conduit à la perte des freins sont les suivantes :

- la sensibilité du système de purge et sa protection insuffisante ;
- le positionnement du chasse-obstacles et des organes sous caisse ;
- la vulnérabilité de certaines fonctions de sécurité en cas de court-circuit dans le coupleur d'attelage.

Après avoir vérifié que les matériels autres que ceux de la famille AGC n'étaient pas concernés, la SNCF a étudié des dispositions techniques pour éviter le retour d'une telle dérive. Elles sont en cours de mise en œuvre selon un calendrier qui a été présenté à l'EPSF*.

Le BEA-TT en prend acte et, pour ce qui concerne les modifications techniques du matériel, se limite à recommander le respect de ces engagements.

En revanche, les causes sous-jacentes, relevant de l'exploitation du retour d'expérience, des règles de protection des parties basses du matériel roulant et des analyses prévisionnelles de risques, font l'objet des analyses ci-après.

5.3 - Les modifications techniques du matériel

Recommandation R1 adressée à SNCF Mobilités

Mise en œuvre du plan d'amélioration des AGC

Mettre en œuvre effectivement, sur l'ensemble du parc concerné, les modifications des valves de purge et de leur protection avant fin décembre 2017 et les modifications du circuit électrique 72 V avant fin septembre 2019.

5.4 - L'exploitation du retour d'expérience

Après la collision de Sallanches décrite au paragraphe 3.6 qui avait failli provoquer une dérive, les actions correctrices décidées par la direction du matériel de la SNCF ont été :

- l'ajout d'une bride sur les capots des panneaux de frein pour améliorer leur fixation ;
- la protection du renvoi d'angle de la commande de purge par un capotage spécifique.

Avec le recul de l'événement de Serqueux, il se révèle que ces actions étaient insuffisantes, mais il faut admettre, qu'au vu d'un événement unique, il était difficile de décider des mesures techniques lourdes notamment lorsqu'une famille de 700 rames est concernée.

Toutefois, le BEA-TT considère que la criticité de l'événement, avec la perte du frein pneumatique de deux rames en unités multiples, et la dérive évitée uniquement grâce au freinage pneumatique résiduel et temporaire de quelques bogies, n'a pas été perçue et exploitée à sa juste valeur et que le retour d'expérience n'a pas été partagé avec les entités extérieures concernées.

* Terme figurant dans le glossaire

En effet, les procédures et l'application ISCHIA utilisées par SNCF Réseau pour remonter les événements de circulation, n'a pas conduit à signaler la perte du frein pneumatique qui n'était ni une cause de l'accident ni sa principale conséquence. Or c'était le principal enseignement à tirer de l'événement.

Au niveau de la direction de la circulation ferroviaire puis pour l'EPSF et le BEA-TT, l'événement a été remonté comme une simple collision de PN, sans intérêt particulier.

Si la perte du frein et le risque de dérive avaient été signalés, l'EPSF aurait probablement demandé une enquête approfondie à l'exploitant et le BEA-TT aurait eu la possibilité d'ouvrir une enquête technique. Dans les deux cas, ces enquêtes auraient pu déboucher sur des actions complémentaires.

Le BEA-TT invite SNCF Réseau à tirer les enseignements de la faiblesse du retour d'expérience de Sallanches, notamment en rappelant aux délégués territoriaux du département Veille-Sécurité la nécessité de mettre mieux en évidence la criticité particulière de certains événements.

Par ailleurs, bien qu'à l'époque les livraisons de la série AGC étaient encore en cours et alors que des réunions projet SNCF - Bombardier étaient encore tenues régulièrement, le constructeur n'a pas été clairement informé de l'accident ni de la détection d'une faiblesse de la protection des valves de purge, ni des modifications qui avaient été décidées.

Il est vrai qu'aucun règlement ni procédure ne prescrit l'information du constructeur concerné ni a fortiori de l'ensemble de la profession en cas d'accident ou d'incident conduisant à mettre en cause le matériel.

Or l'opinion du BEA-TT est que, lorsqu'un exploitant ou une entité en charge de la maintenance (ECM) est amené, pour des raisons de sécurité, à modifier un matériel, une information systématique du constructeur concerné voire de l'ensemble des entités potentiellement concernées serait à prévoir.

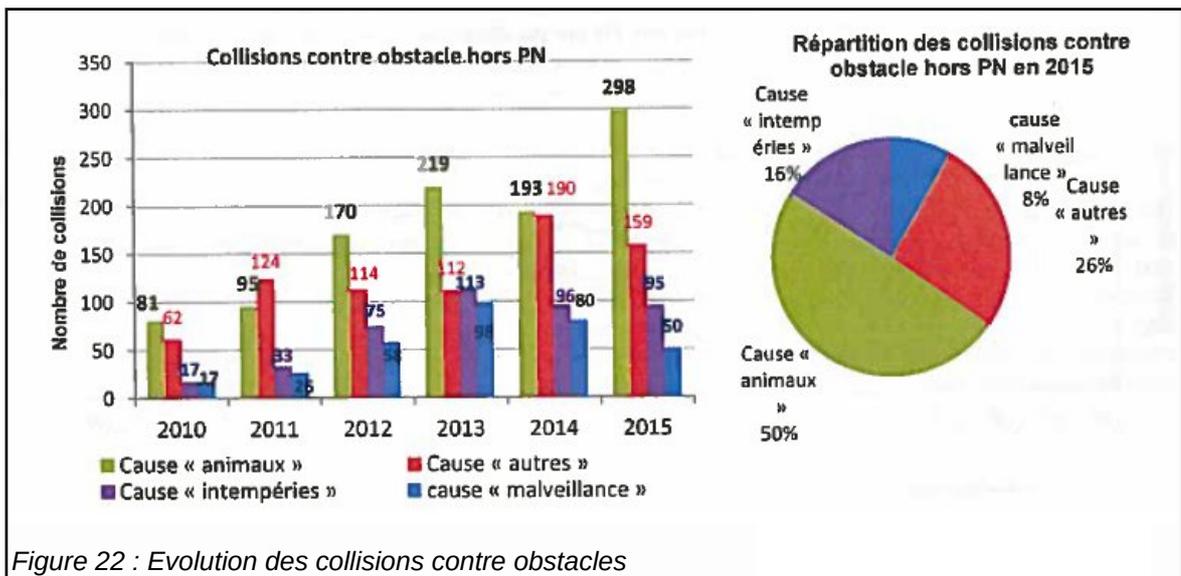
Entre 2009 et 2015, des séries nouvelles ont été définies, conçues ou livrées. Faute d'information, des dispositions constructives semblables à celles de l'AGC auraient pu être adoptées. Les vérifications menées au lendemain de la dérive de Serqueux ont montré que tel n'a pas été le cas ; toutefois, il apparaît que des progrès sont à faire tant dans la qualité du retour d'expérience que dans son partage.

L'EPSF s'est donné comme ambition de concevoir puis de mettre en œuvre un système collectif de retour d'expérience destiné à être utilisé par l'ensemble du secteur ferroviaire.

Le BEA-TT invite l'EPSF à prendre en compte l'exemple des événements successifs de Sallanches et de Serqueux et à l'intégrer dans ses réflexions en cours relatives au retour d'expérience collectif du secteur ferroviaire français.

5.5 - Les règles de protection des parties basses du matériel roulant

L'évolution de l'accidentalité relative aux chocs contre des obstacles hors passages à niveau subit une évolution inquiétante depuis plusieurs années comme le montrent les statistiques publiées par la SNCF dans son rapport annuel.

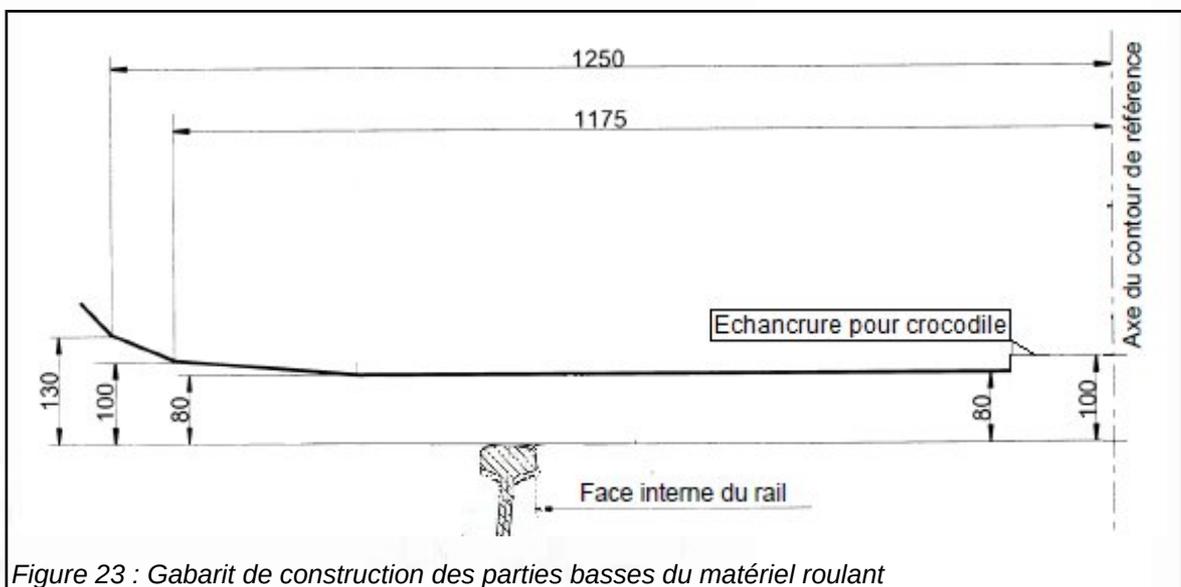


Or, si les principes de sécurité passive des matériels prennent bien en compte les collisions contre des véhicules aux passages à niveau, la vulnérabilité des matériels en cas de choc contre des obstacles plus petits et notamment ceux susceptibles de passer sous le train apparaît moins bien traitée.

À cet effet, les règles de protection des parties basses du matériel roulant méritent d'être réexaminées.

5.5.1 - L'exploitation du gabarit disponible par le chasse-obstacles

Actuellement, les règles de positionnement des chasse-obstacles sont régies par la fiche UIC 505-1 « Gabarit de construction du matériel roulant ».



La zone centrale, ménagée pour le « crocodile⁶ » et située à 100 mm au-dessus du rail, est la plus contraignante.

6 Le crocodile est un dispositif faisant partie du système de répétition des signaux utilisé sur le RFN et certains réseaux étrangers. Il est situé dans l'axe de la voie et sa surface supérieure se trouve à 90 mm au dessus du plan du rail.

L'enquête a montré que la prise en compte des débattements et des tolérances de construction lors de l'application de la fiche UIC 505-1 est sujette à des différences de méthodes qui ont conduit à un écart de 16 mm entre les calculs réalisés par le constructeur BT* et ceux de la SNCF.

Une exploitation optimisée des possibilités données par la fiche aurait donc permis de positionner le chasse-obstacles 16 mm plus bas en partie centrale et 36 mm plus bas de part et d'autre de l'échancrure centrale ce qui était de nature à augmenter son efficacité.

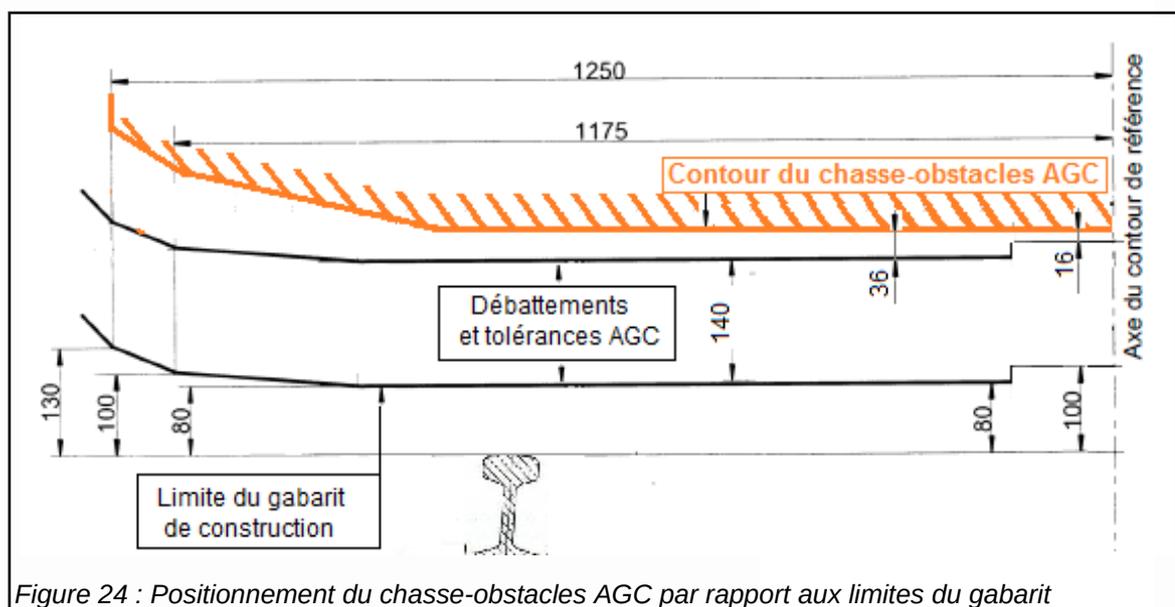


Figure 24 : Positionnement du chasse-obstacles AGC par rapport aux limites du gabarit

5.5.2 - Le positionnement et la protection des organes sous caisse

Le positionnement d'un organe sensible comme le panneau de frein, 20 mm plus bas que le chasse-obstacles ne semble pas optimal en matière de sécurité.

Il n'existe pas de règle relative au positionnement des organes sous caisse par rapport au chasse-obstacles ni relative à la protection des organes sensibles.

Les considérations évoquées dans les deux paragraphes ci-dessus conduisent le BEA-TT à formuler la recommandation suivante.

Recommandation R2 adressée à l'EPSF

Positionnement du chasse-obstacles et protection des organes sensibles sous caisse

En associant le secteur ferroviaire et après avoir déterminé la forme la mieux appropriée au contexte européen :

- expliciter la façon de calculer et d'exploiter le gabarit de construction du matériel roulant de façon à optimiser le positionnement du chasse-obstacles vis-à-vis du risque de chevauchement d'un obstacle situé sur la voie ;
- formuler les prescriptions utiles pour l'identification des organes sensibles sous caisse, leur protection et leur positionnement en hauteur par rapport au chasse-obstacles.

* Terme figurant dans le glossaire

5.5.3 - L'adaptation des règles de calcul du gabarit du chasse-obstacles.

La fiche UIC 505-1 impose de respecter les limites du gabarit de construction dans les cas les plus extrêmes. Pour les parties basses, le calcul est fait avec des roues au diamètre minimal, des suspensions affaissées au maximum avec notamment des suspensions pneumatiques dégonflées ; il intègre également la variabilité des cotes du matériel consécutive aux tolérances de construction.

Ces différents débattements et dispersions conduisent à rehausser fortement le chasse-obstacles au-dessus de la limite du gabarit. Pour l'AGC le calcul conduit à le rehausser de 140 mm environ et au final il se trouve à environ 260 mm du plan du rail.

Or, un chasse-obstacles est d'autant plus efficace vis-à-vis du risque de chevauchement de l'obstacle qu'il est placé bas.

L'application des règles de calcul de la fiche conduit donc à diminuer l'efficacité du chasse-obstacles pour éviter, dans des cas hypothétiques, le risque d'un contact contre le crocodile, le rail, ou un autre élément de l'infrastructure ferroviaire.

Le BEA-TT considère qu'il n'est pas évident que l'application de ces règles aboutisse à un résultat optimal pour la sécurité, notamment si l'on tient compte de l'évolution défavorable de la fréquence des collisions contre des obstacles.

Le BEA-TT invite l'EPSF à mener, en lien avec le secteur ferroviaire, une réflexion sur la pertinence des règles de calcul du gabarit des chasse-obstacles, et plus généralement, sur les règles régissant leurs caractéristiques géométriques.

5.6 - Les analyses prévisionnelles de risques

Lors de la conception d'un matériel nouveau, au-delà des exigences fonctionnelles exprimées par le client, le constructeur doit d'une part respecter les normes et spécifications réglementaires, d'autre part procéder à une évaluation de la sécurité fondée sur une analyse préliminaire des risques.

Pour ces analyses, il utilise notamment une liste d'événements redoutés génériques élaborée à partir des accidents et quasi-accidents connus.

Pour ses conceptions futures, le constructeur BT a pris en compte la dérive de Serqueux en l'ajoutant à sa liste d'accidents ferroviaires de référence.

Le BEA-TT invite l'EPSF et la fédération des industries ferroviaires françaises (FIF) à s'interroger sur l'intérêt de partager des listes d'événements redoutés génériques au niveau du secteur ferroviaire.

6 - Conclusions et recommandations

6.1 - Conclusions

La dérive du train n° 848973 a été causée par la perte de l'ensemble de ses capacités de freinage pneumatique et électromagnétique après un choc à pleine vitesse contre deux bovins se trouvant indûment sur la voie.

Au-delà de la cause initiale que constitue la présence indue de bovins sur les voies, les causes techniques qui ont conduit à la perte des freins sont les suivantes :

- la sensibilité du système de purge et sa protection insuffisante ;
- le positionnement du chasse-obstacles ;
- la vulnérabilité de certaines fonctions de sécurité en cas de court-circuit dans le coupleur d'attelage.

Le BEA-TT formule une recommandation sur la mise en œuvre des modifications techniques annoncées par SNCF Mobilités

L'analyse a également mis en évidence des causes sous-jacentes relevant de l'exploitation du retour d'expérience, des normes de gabarit du matériel roulant et des analyses prévisionnelles de risques.

La BEA-TT formule une recommandation et quatre invitations sur ces thèmes.

6.2 - Recommandations

6.2.1 - *Recommandation R1 adressée à SNCF Mobilités*

Mise en œuvre du plan d'amélioration des AGC

Mettre en œuvre effectivement, sur l'ensemble du parc concerné, les modifications des valves de purge et de leur protection avant fin décembre 2017 et les modifications du circuit électrique 72 V avant fin septembre 2019.

6.2.2 - *Recommandation R2 adressée à l'EPSF*

Positionnement du chasse-obstacles et protection des organes sensibles sous caisse

En associant le secteur ferroviaire et après avoir déterminé la forme la mieux appropriée au contexte européen :

- **explicitier la façon de calculer et d'exploiter le gabarit de construction du matériel roulant de façon à optimiser le positionnement du chasse-obstacles vis-à-vis du risque de chevauchement d'un obstacle situé sur la voie ;**
- **formuler les prescriptions utiles pour l'identification des organes sensibles sous caisse, leur protection et leur positionnement en hauteur par rapport au chasse-obstacles.**

6.2.3 - Invitations

Le BEA-TT invite SNCF Réseau à tirer les enseignements de la faiblesse du retour d'expérience de Sallanches, notamment en rappelant aux délégués territoriaux du département Veille-Sécurité la nécessité de mettre mieux en évidence la criticité particulière de certains événements.

Le BEA-TT invite l'EPSF à prendre en compte l'exemple des événements successifs de Sallanches et de Serqueux et à l'intégrer dans ses réflexions en cours relatives au retour d'expérience collectif du secteur ferroviaire français.

Le BEA-TT invite l'EPSF à mener, en lien avec le secteur ferroviaire, une réflexion sur la pertinence des règles de calcul du gabarit des chasse-obstacles, et plus généralement, sur les règles régissant leurs caractéristiques géométriques.

Le BEA-TT invite l'EPSF et la fédération des industries ferroviaires françaises (FIF) à s'interroger sur l'intérêt de partager des listes d'événements redoutés génériques au niveau du secteur ferroviaire.

ANNEXES

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête

Annexe 2 : Schéma de fonctionnement du frein pneumatique

Annexe 3 : Schéma de fonctionnement du frein électromagnétique

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête



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 21 octobre 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 les circonstances de la dérive d'un TER pendant 20 minutes à la vitesse moyenne d'environ de 60 km/h, entre la commune de Formerie (60) et la commune de Sommery (76), qui s'est produite le 20 octobre 2015, avec 7 voyageurs à bord ;

décide

Article 1 : Une enquête technique est ouverte en application des articles L. 1621-1 et R. 1621-22 du code des transports sur la dérive d'un train express régional survenue après un choc avec des bovidés le 20 octobre 2015 à 07H40 au niveau de la commune de Formerie dans le département de l'Oise sur la ligne ferroviaire Amiens/Rouen.

Pour le Directeur du BEA-TT

Le Secrétaire général

Bernard BRIEND

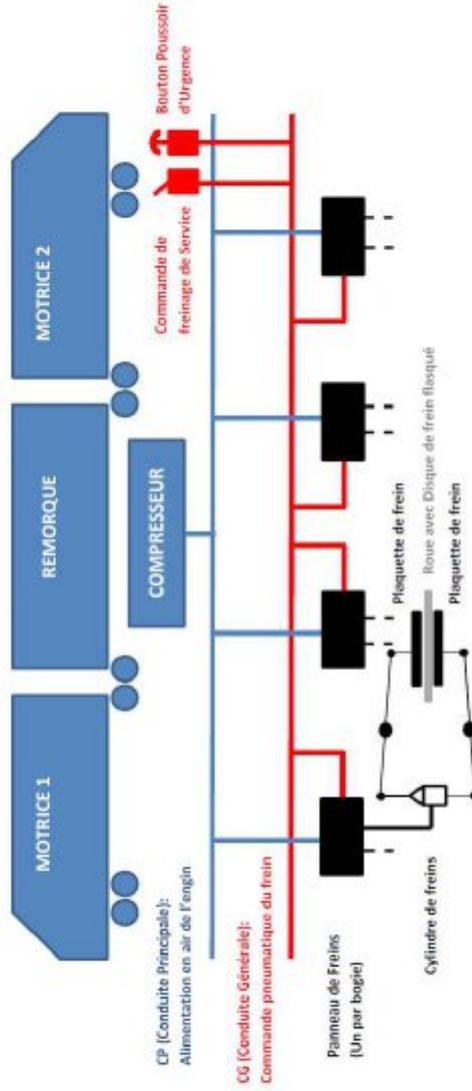
Tour Pascal B 92055 La Défense Cedex
Tél. : 01 40 81 23 27 – www.bea-tt.developpement-durable.gouv.fr

Annexe 2 : Schéma de fonctionnement du frein pneumatique

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

FREIN PNEUMATIQUE

Présentation simplifiée du système de frein pneumatique de l'AGC



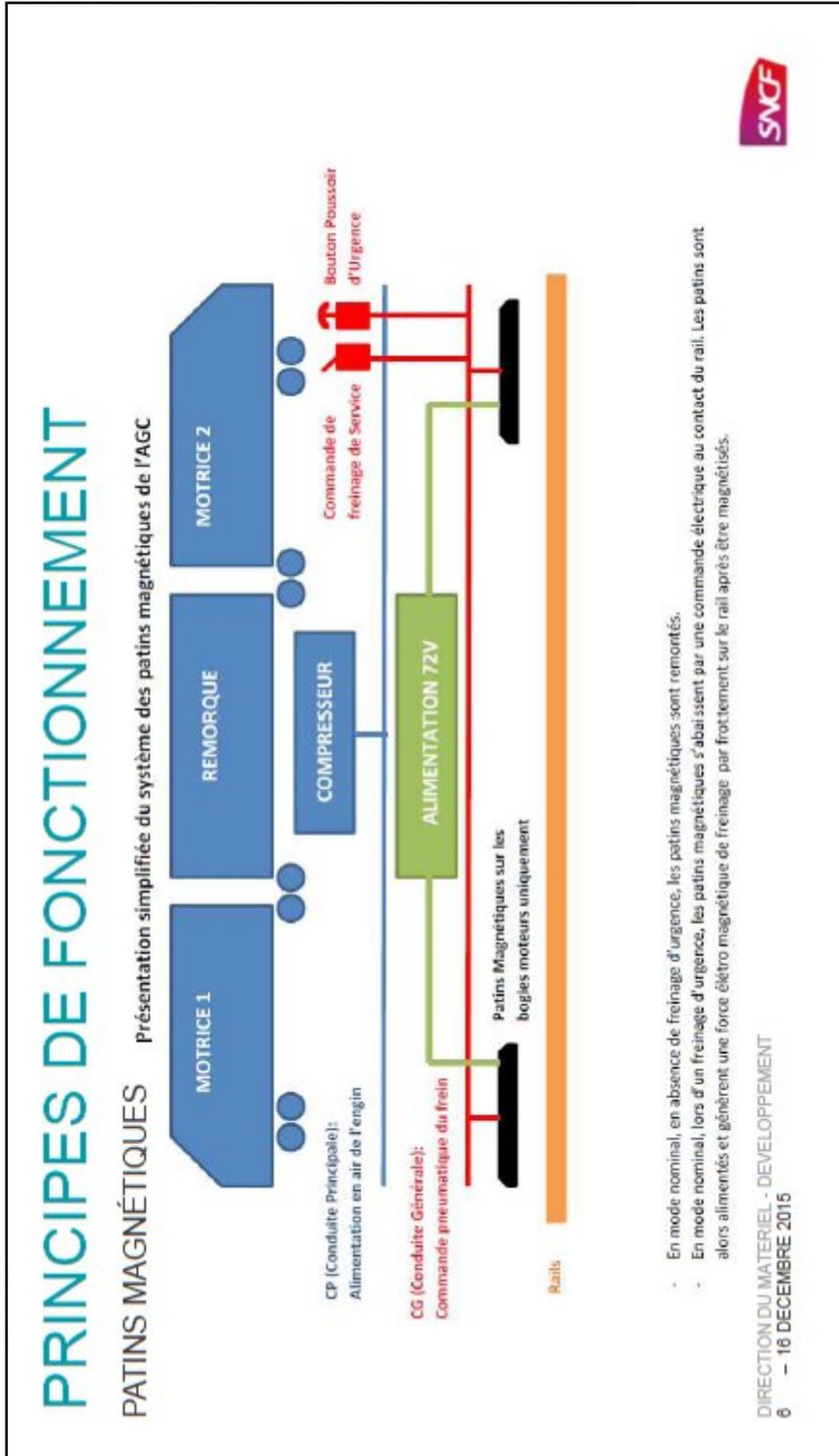
- En mode nominal, la Conduite Principale alimente l'engin en air à partir du compresseur d'air.
- La Conduite Générale transmet la commande de frein du mécanicien à l'ensemble des panneaux de freins (Serrage si pression basse ou desserrage si pression haute)
- Chaque panneau de frein assure la commande des cylindres de frein du bogie associé
- En cas de perte d'alimentation de la CP, chaque panneau de frein dispose d'une réserve d'air équivalente à 3 demandes de freinage d'urgence.

DIRECTION DU MATERIEL - DEVELOPPEMENT

5 - 16 DECEMBRE 2015



Annexe 3 : Schéma de fonctionnement du frein électro-magnétique





Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre



Tour Pascal B

92055 La Défense cedex

Téléphone : 01 40 81 21 83

Télécopie : 01 40 81 21 50

bea-tt@developpement-durable.gouv.fr

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

