

BEA-TT

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

*Rapport d'enquête technique
sur la collision entre un train
et deux véhicules routiers
survenue le 27 octobre 2012
sur le passage à niveau n° 40
à Amilly (28)*

juin 2014



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

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

Affaire n° BEATT-2012-016

**Rapport d'enquête technique
sur la collision entre un train et deux véhicules routiers
survenue le 27 octobre 2012
sur le passage à niveau n° 40 à Amilly (28)**

Bordereau documentaire

Organisme commanditaire : Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE)

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

Titre du document : Rapport d'enquête technique sur la collision entre un train et deux véhicules routiers survenue le 27 octobre 2012 sur le passage à niveau n° 40 à Amilly (28)

N° ISRN : EQ-BEAT--14-7--FR

Proposition de mots-clés : transport ferroviaire, passage à niveau, collision, zone d'annonce, circuit de voie, shuntage

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 - CONSTATS IMMÉDIATS ET ENGAGEMENT DE L'ENQUÊTE.....	13
1.1 - L'accident.....	13
1.2 - La situation après l'accident.....	14
1.3 - Les secours et le bilan.....	14
1.4 - Les mesures prises après l'accident.....	15
1.5 - L'engagement et l'organisation de l'enquête.....	15
2 - CONTEXTE DE L'ACCIDENT.....	17
2.1 - La ligne ferroviaire Paris-Montparnasse – Le Mans.....	17
2.2 - Le train n° 320012.....	17
2.3 - Les locomotives de la série BB 60000.....	18
2.4 - Le passage à niveau n° 40.....	19
3 - COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS EFFECTUÉES.....	23
3.1 - Les résumés des déclarations et des témoignages.....	23
3.1.1 -Les déclarations du conducteur du train accidenté.....	23
3.1.2 -Les déclarations d'un automobiliste témoin de l'accident.....	23
3.1.3 -Les déclarations des passagers du minibus.....	24
3.1.4 -Les déclarations du conducteur de l'automobile accidentée.....	24
3.1.5 -Les déclarations de témoins de dysfonctionnements du PN n° 40.....	24
3.2 - L'exploitation des enregistrements de la radio sol-train.....	25
3.3 - L'exploitation des données de l'enregistreur statique du train.....	25
3.4 - Les conducteurs impliqués.....	25
3.5 - La vérification du fonctionnement du passage à niveau n° 40.....	26
3.6 - Les positions des véhicules routiers lors du choc.....	27
3.7 - La cause immédiate de l'accident.....	27
3.7.1 -La mise en cause du fonctionnement du passage à niveau.....	27
3.7.2 -La manifestation de la défaillance du passage à niveau.....	28
3.7.3 -La chronologie de la défaillance.....	29
4 - LES CAUSES DE LA DÉFAILLANCE DU PASSAGE À NIVEAU.....	31
4.1 - La recherche des causes immédiates de la défaillance.....	31
4.1.1 -L'analyse des fonctionnalités des passages à niveau automatiques.....	31
4.1.2 -L'analyse du fonctionnement du PN n° 40.....	33
4.2 - La recherche des causes possibles du réarmement de l'annonce paire voie 2.....	35
4.3 - Les investigations sur l'appareillage du dispositif d'annonce.....	36
4.4 - Les investigations portant sur la détection des circulations.....	37

4.4.1 -L'état de pollution des rails.....	37
4.4.2 -Les investigations concernant les circuits de voie de la voie 2.....	37
4.4.3 -Les investigations portant sur les locomotives.....	38
4.4.4 -Le déshuntage observé le 13 novembre 2013 à Courville-sur-Eure.....	41
4.4.5 -L'hypothèse d'un déshuntage dans l'accident survenu le 27 octobre 2012.....	41
4.5 - Les scénarios de dysfonctionnement du passage à niveau n° 40.....	42
5 - DÉROULEMENT DE L'ACCIDENT.....	45
6 - ANALYSE DES CAUSES ET FACTEURS ASSOCIÉS, ORIENTATIONS PRÉVENTIVES..	47
6.1 - Les causes de l'accident.....	47
6.2 - La sécurité de la fonction de réarmement de l'annonce par action de la zone courte....	47
6.3 - L'aptitude au shuntage des locomotives BB 60000.....	48
7 - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	49
7.1 - Les conclusions.....	49
7.2 - Les recommandations.....	49
ANNEXES.....	51
Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête.....	53
Annexe 2 : Généralités sur les circuits électriques et les relais de sécurité des passages à niveau.....	55
Annexe 3 : Résultats des mesures des tensions d'alimentation des circuits de voie de la voie 2 au droit du PN n° 40.....	57
Annexe 4 : Relevés des tensions résiduelles lors des passages des trains sur les zones d'annonce paires de la voie 2 du PN n° 40.....	58
Annexe 5 : Compte rendu d'observations et de mesures portant sur les circuits de voie de la voie 2 du PN n° 40.....	61
Annexe 6 : Mesures des résistances ohmiques des essieux des locomotives BB 60104 et BB 60031.....	73

Glossaire

- **AC** : Agent Circulation
- **CdV** : Circuit de Voie
- **Cbr** : Commande des Barrières
- **CG** : Conduite Générale de frein
- **COGC** : Centre Opérationnel de Gestion des Circulations
- **CSR** : Commande des Signaux Routiers
- **EPSF** : Établissement Public de Sécurité Ferroviaire
- **HLP** : Haut-Le-Pied
- **JES** : Joint Électrique de Séparation
- **PN** : Passage à Niveau
- **PN à SAL** : Passage à Niveau à Signalisation Automatique Lumineuse et sonore
- **RD** : Route Départementale
- **RFN** : Réseau Ferré National
- **RFF** : Réseau Ferré de France
- **SAR** : Signal d'Alerte Radio
- **SNCF** : Société Nationale des Chemins de fer Français
- **Tp.L** : Temporisation de Libération
- **TR** : Tension Résiduelle
- **UM** : Unité Multiple

Résumé

Le 27 octobre 2012 à 8h08, le train SNCF n° 320012 composé de deux locomotives haut-le-pied, qui circulait sur la voie 2 de la ligne ferroviaire Paris – Le Mans en direction de Chartres, percute une voiture automobile et un minibus sur le passage à niveau n° 40 situé à Amilly en Eure-et-Loir (28).

Le conducteur de la voiture, qui était seul à son bord, est grièvement blessé. Le conducteur du minibus décède. Ses quatre passagers sont blessés, deux étant grièvement atteints.

La cause immédiate de l'accident est la réouverture prématurée du passage à niveau alors que le train impliqué était encore en approche, à une distance comprise entre 300 m et 220 m de la voie routière.

Cette réouverture a été déclenchée par un réarmement intempestif du dispositif d'annonce de ce passage à niveau, dont les causes n'ont pas pu être déterminées de façon certaine.

Des investigations effectuées, il ressort que deux scénarios, qui présentent chacun un très faible niveau de probabilité, peuvent expliquer ce réarmement. Ils supposent tous les deux un déshuntage de l'un des circuits de voie de la zone d'annonce.

Dans le premier scénario, le plus vraisemblable, ce déshuntage aurait été de courte durée, mais se serait produit simultanément à une chute induite du circuit de voie de la zone courte.

Dans le second scénario, le déshuntage de la zone d'annonce aurait duré plus d'une minute, permettant ainsi l'enclenchement et le maintien jusqu'à son terme de la temporisation de libération de l'ouverture du passage à niveau concerné.

L'analyse de ces deux scénarios conduit à formuler trois recommandations. La première porte sur la sécurité de la fonction de réarmement de certains dispositifs d'annonce de passages à niveau à signalisation automatique lumineuse et sonore. Les deux autres concernent l'aptitude de certaines locomotives thermiques au shuntage des circuits de voie.

1 - Constats immédiats et engagement de l'enquête

1.1 - L'accident

Le 27 octobre 2012 à 8h08, le train SNCF n° 320012 composé de deux locomotives haut-le-pied, qui circulait sur la voie 2 de la ligne ferroviaire Paris – Le Mans en direction de Chartres, percute une voiture automobile et un minibus sur le passage à niveau n° 40 situé à Amilly en Eure-et-Loir (28).

Le conducteur de la voiture, qui était seul à son bord, est grièvement blessé. Le conducteur du minibus décède. Ses quatre passagers sont blessés, deux étant grièvement atteints.

Le conducteur du train est indemne.



Figure 1 : Vue du minibus et de l'avant du train

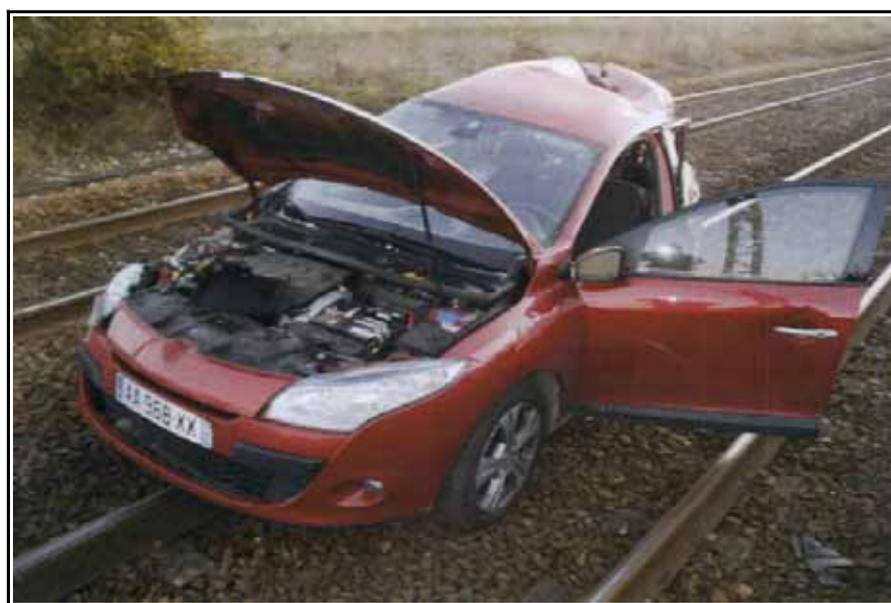


Figure 2 : Vue de la voiture accidentée

1.2 - La situation après l'accident

Le train est immobilisé environ 220 m après le passage à niveau, à la hauteur de l'extrémité du quai de la halte d'Amilly-Ouerray. Le minibus est encastré à l'avant de sa locomotive de tête. Le crochet d'attelage de cette locomotive se trouve au niveau de la porte avant-gauche du véhicule précité.

L'automobile, dont la partie arrière de l'habitacle est détruite, est sur la voie 1, l'avant tourné vers Le Mans. Sa porte arrière-droite a été arrachée et est restée coincée entre le tampon avant-droit de la locomotive de tête et le minibus

Les barrières du PN sont fermées et ses feux rouges clignotent.

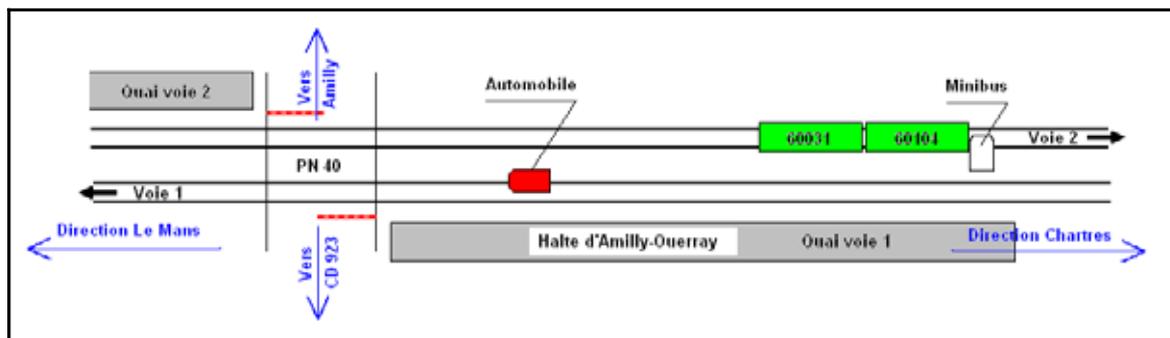


Figure 3 : Positions des véhicules après l'accident



Figure 4 : Vue du passage à niveau lors de l'arrivée des secours

1.3 - Les secours et le bilan

Les secours ayant aussitôt été prévenus par des témoins et par la SNCF*, un véhicule de première intervention du centre de secours d'Amilly est sur place dès 8h17. Il est suivi à

* Terme figurant dans le glossaire

8h18 par un véhicule de secours routier, à 8h19 par un véhicule de secours et d'assistance aux victimes du centre de Chartres, puis par d'autres véhicules et fourgons de secours.

Au final, 30 sapeurs-pompiers et 8 véhicules sont mobilisés.

Après sécurisation des lieux, les différentes victimes sont prises en charge. Le conducteur du minibus ainsi que l'un de ses passagers doivent être désincarcérés.

Tous les blessés sont acheminés vers le centre hospitalier Louis Pasteur du Coudray situé à 10 km du lieu de l'accident.

Le bilan humain de cet accident s'élève à un tué, le conducteur du minibus, trois blessés graves et deux blessés légers.

Les deux véhicules routiers sont détruits. Les dégâts aux engins et aux infrastructures ferroviaires sont négligeables.

1.4 - Les mesures prises après l'accident

La circulation sur la ligne ferroviaire concernée est interrompue sur les deux voies entre Chartres et Nogent-le-Rotrou.

Les épaves des véhicules et les débris sont enlevés le jour même vers 11h00, une fois les opérations de secours achevées et les constatations immédiates effectuées.

À 11h25, le train accidenté est acheminé vers Chartres pour saisie des cassettes des enregistreurs de bord et mise sous scellés des deux engins le constituant.

Après visite de la voie, réparation d'un câble électrique arraché et vérification du bon fonctionnement des installations, la circulation ferroviaire reprend à partir de 12h.

Un dysfonctionnement du passage à niveau étant soupçonné, celui-ci est fermé à la circulation routière et ses armoires de commande sont mises sous scellés.

L'usage de ce PN étant nécessaire pour accéder aux quais de la halte d'Amilly-Ouerray, la desserte de cette dernière est suspendue.

1.5 - 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 30 octobre 2012 une enquête technique en application des articles L. 1621-1 à L. 1622-2 du code des transports.

L'enquêteur du BEA-TT a eu communication des pièces de l'enquête préliminaire diligentée par le Procureur de la République près le tribunal de grande instance de Chartres ainsi que des rapports d'intervention du service départemental d'incendie et de secours d'Eure-et-Loir (SDIS 28).

Il s'est rendu sur les lieux de l'accident pour examiner la voie et les installations du PN, puis en gare de Chartres pour examiner les locomotives impliquées.

En lien avec l'expert de justice désigné, il a participé à l'organisation et au déroulement des reconstitutions qui ont eu lieu le 16 février 2013.

Il a assisté aux expertises des principaux relais de l'appareillage du passage à niveau incriminé.

2 - Contexte de l'accident

2.1 - La ligne ferroviaire Paris-Montparnasse – Le Mans

L'accident s'est produit au km 94,203 de la ligne Paris-Montparnasse – Le Mans, sur la section Chartres – Le Mans.

Il s'agit d'une ligne à double voie, électrifiée en courant continu 1 500 V depuis 1937 et équipée du block automatique lumineux (BAL).

Elle fait partie de la radiale classique Paris – Brest. Avec la mise en service de la branche ouest de la ligne à grande vitesse Atlantique en septembre 1989, elle a perdu une grande partie du trafic de voyageurs grandes lignes qu'elle supportait. Son trafic reste toutefois significatif avec 60 trains par jour, notamment des trains express régionaux de la région Centre et des trains de fret. Le tonnage que ces derniers y écoulent, n'atteint plus que 10 000 tonnes par jour et par sens.

Dans le secteur de l'accident, la régulation du trafic est du ressort du centre opérationnel de gestion des circulations (COGC) de Paris-Rive-Gauche.

La vitesse maximale autorisée sur cette ligne est de 160 km/h pour les trains de voyageurs les plus rapides. Pour les trains de fret tels que le train n° 320012, la ligne considérée présente une transition de vitesse de 100 à 80 km/h à la hauteur de la halte d'Amilly-Ouerray, leur vitesse restant ensuite limitée à 80 km/h jusqu'à Chartres.

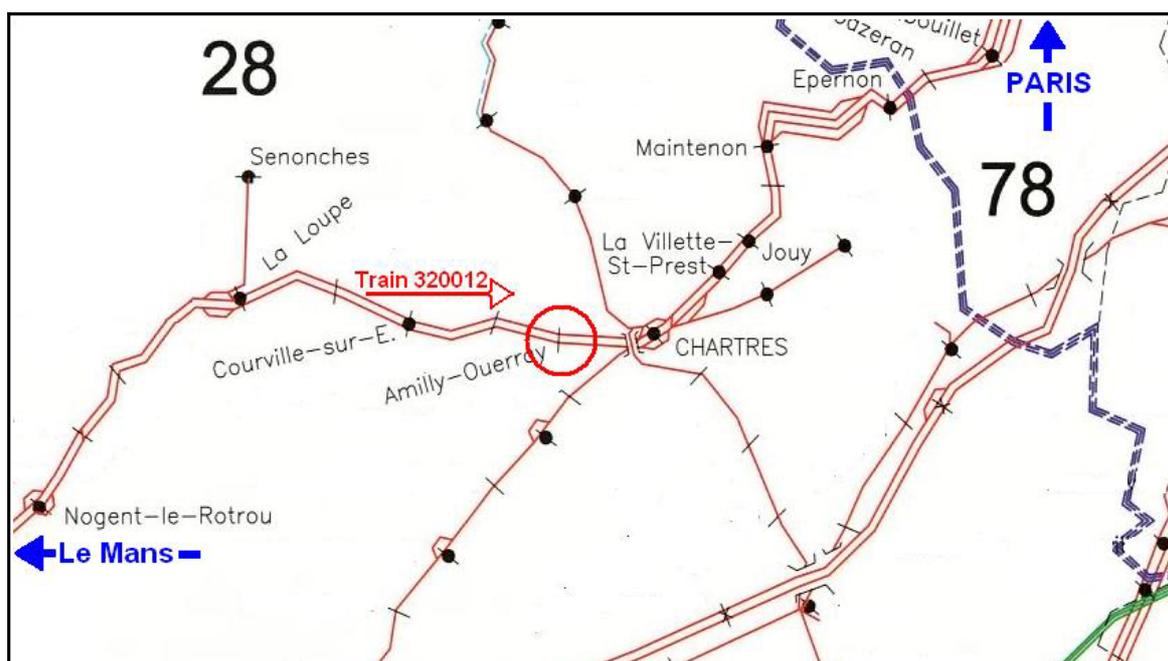


Figure 5 : Extrait de la carte de la ligne Paris – Le Mans

2.2 - Le train n° 320012

Le train n° 320012 est un train de machines de l'activité Fret-SNCF ; il circule entre Le Mans et Chartres.

Sa vitesse de circulation est celle des trains de la catégorie ME 100 telle que définie dans la réglementation en vigueur sur le réseau ferré national.

Le jour de l'accident, il était composé d'une unité multiple (UM) de machines de la série BB 60000, avec en tête la BB 60104, puis la BB 60031.

Il a quitté le triage du Mans à 6h50. Le parcours qu'il a effectué depuis cette gare jusqu'à Amilly s'est déroulé sans incident et il avait pris une légère avance sur son horaire théorique. La ligne concernée étant désignée comme « *ligne à circulation en avance* », une telle avance y est autorisée et est sans conséquence sur la sécurité.



Figure 6 : Les engins du train n° 320012

2.3 - Les locomotives de la série BB 60000

Les locomotives de la série BB 60000 sont des engins diesel de ligne et de manœuvres mis en service entre 2006 et 2011 pour remplacer des engins de la série BB 63500 datant des années 1960 et devenus obsolètes.

Au total, la série BB 60000 comprend 175 unités dont 155 sont affectées à l'activité Fret-SNCF et 20 à Infrarail.

La masse en service de ces locomotives est de 76 tonnes. Il ne s'agit donc pas de machines légères.

Classiquement, pour améliorer leur adhérence, elles sont munies de sablières pneumatiques qui peuvent être commandées par le conducteur ou déclenchées automatiquement par le système d'antipatinage. Lorsqu'elles sont sollicitées, les sablières déposent, avec un débit contrôlé, un jet de sable sous les deux roues de l'essieu de tête de l'engin.

Ces machines sont freinées par des freins à semelles composites FERODO IB 436. Ces semelles sont d'un type classique, homologué pour de nombreuses séries d'engins.

En outre, les essieux d'extrémité de ces locomotives sont équipés de patins en fonte, appelés « *scrubbers* » qui sont appliqués sur les tables de roulement des roues concernées par des blocs pneumatiques couplés avec les freins. Ces scrubbers sont destinés à nettoyer ces tables de roulement afin de leur conférer un état de surface propre à garantir leur aptitude à shunter les circuits de voie.

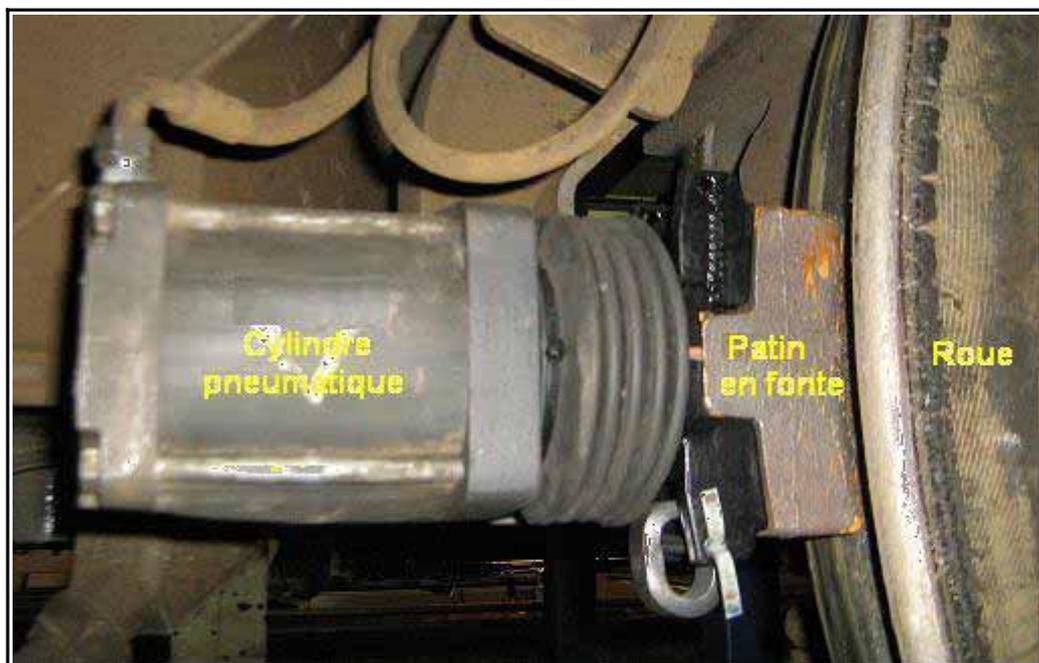


Figure 7 : Vue d'un scrubber

2.4 - Le passage à niveau n° 40

Ainsi que le montre la figure 8 ci-après, **au plan routier**, le passage à niveau n° 40 est situé sur la RD 121-6 à la limite de l'agglomération d'Amilly et à quelque 300 m du rond-point qu'elle forme avec la RD 923.

La RD 121-6 traverse ce PN à angle droit. Son tracé est, de plus, quasiment rectiligne et son profil en long ne présente pas de particularité.

Au plan ferroviaire, le passage à niveau considéré se trouve au km 94,203 de la ligne Paris – Le Mans au niveau de la halte d'Amilly-Ouerray. À cet endroit, cette ligne est en alignement droit. Elle amorce une courbe de grand rayon environ 400 m après le passage à niveau, en direction de Chartres.



Figure 8 : Plan de situation du passage à niveau n° 40

Ce passage à niveau est équipé d'une signalisation automatique lumineuse et sonore et doté de deux demi-barrières. Ce type de passage à niveau, appelé « SAL2 », est le plus répandu sur le réseau ferré national. Avec près de 10 000 unités, il représente 70 % des passages à niveau ouverts à la circulation publique et plus de 90 % de ceux équipés de barrières.

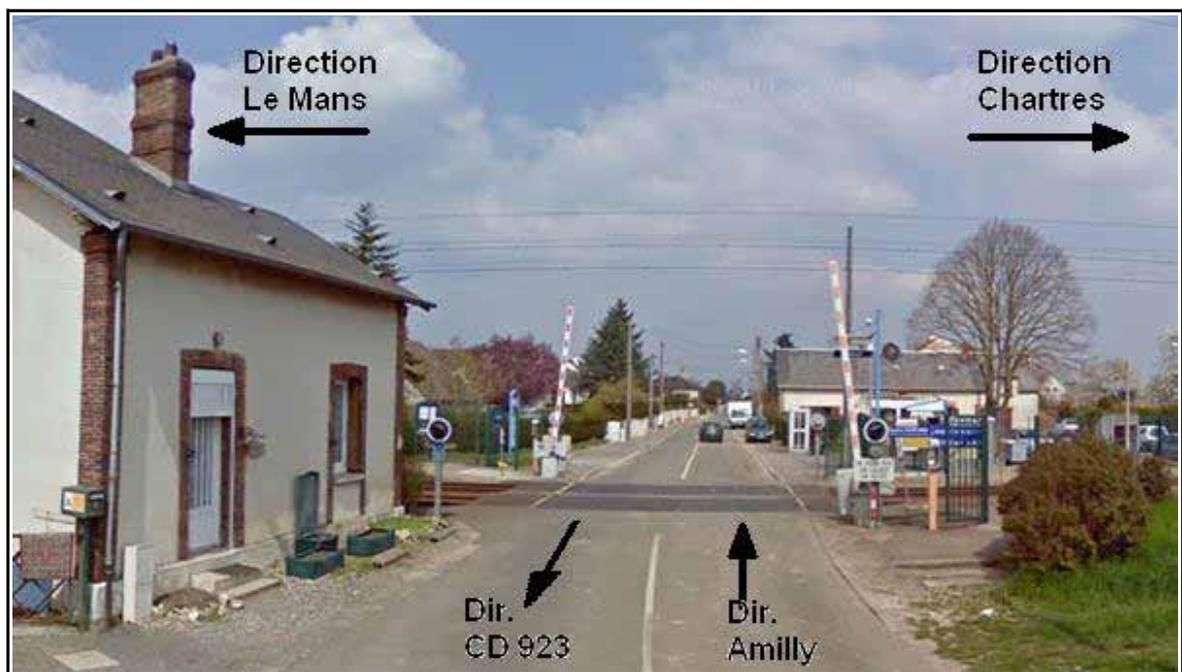


Figure 9 : Vue rapprochée du passage à niveau n° 40

De fait, l'équipement du passage à niveau n° 40 est conforme aux normes avec, pour chaque sens de circulation routière, une demi-barrière, deux feux rouges de type R24 et une sonnerie.

On observe que pour un usager routier circulant vers Amilly, la visibilité en direction du Mans est réduite par la présence de l'ancienne maison de garde-barrière.

Le moment de circulation du passage à niveau considéré, c'est-à-dire, le produit des nombres moyens journaliers des circulations ferroviaires et des circulations routières qui y transitent, est de 9 947, valeur qui n'est pas très élevée.

Deux accidents mortels y ont été déplorés avant celui survenu le 27 octobre 2012 : une collision avec une voiture en 1994 et le heurt d'un piéton en 2010. Le bon fonctionnement des installations n'a pas alors été mis en cause.

Le passage à niveau n° 40 ne figure pas sur la liste de ceux inscrits, au regard de leur accidentalité, au programme national de sécurisation lancé en 1998 par le ministre chargé des transports et régulièrement actualisé.

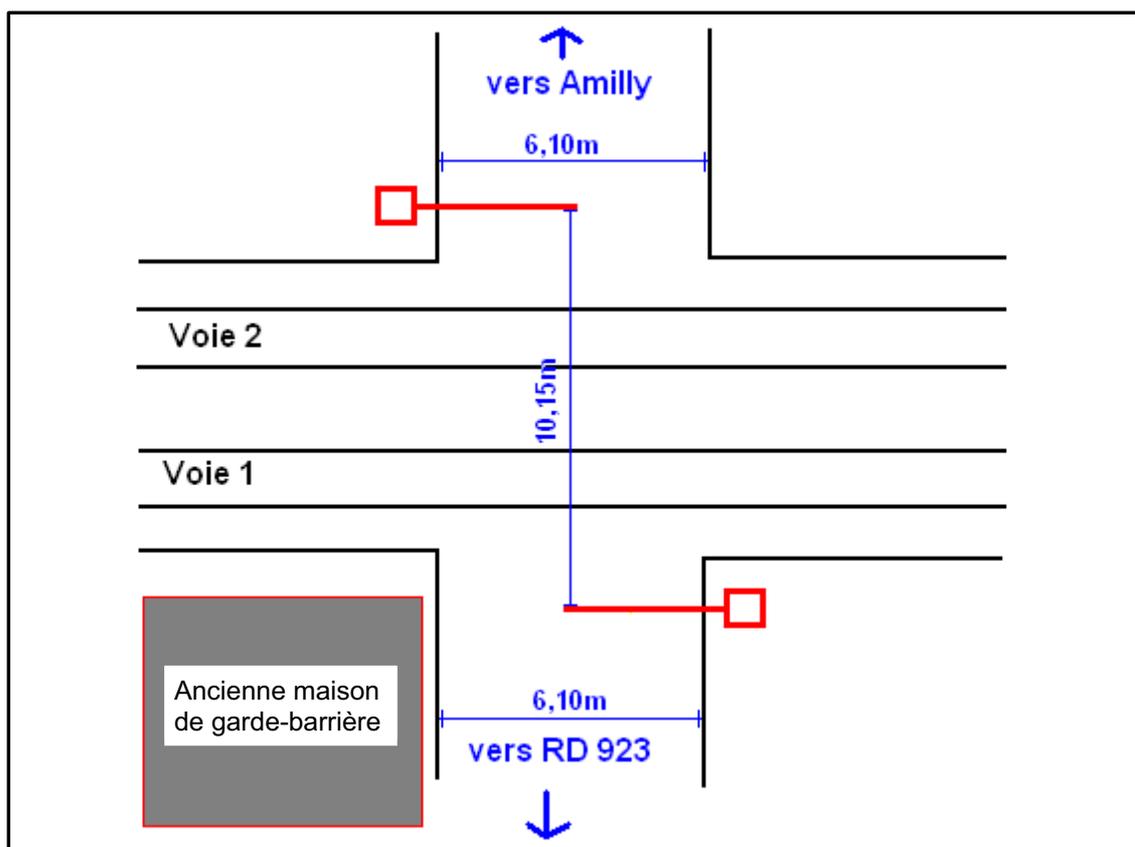


Figure 10 : Plan coté du passage à niveau n° 40

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 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 - Les déclarations du conducteur du train accidenté

Le trajet s'est passé sans incident depuis Le Mans jusqu'à l'approche d'Amilly.

Avant la halte d'Amilly-Ouerray, le conducteur anticipe la réduction de la vitesse maximale applicable à son train pour être à 80 km/h au niveau de cette halte.

Lorsqu'il arrive à proximité du passage à niveau, vers le milieu du quai se trouvant sur sa gauche, à environ 50 ou 100 m de la chaussée routière, il voit deux véhicules qui s'engagent sur les voies ferrées, une voiture rouge venant de la gauche et un second véhicule provenant de la droite. Il enfonce immédiatement le bouton poussoir activant le freinage d'urgence. Il déclenche l'alerte radio et le signal d'alerte lumineux et actionne l'avertisseur sonore.

Son train s'arrête à environ 20 m du point kilométrique 94. Dès l'arrêt, il appelle le régulateur pour demander la protection sur les deux voies et la coupure d'urgence de la tension caténaire.

Il fait prévenir les secours par l'intermédiaire du régulateur en précisant que plusieurs personnes se trouvent dans les véhicules percutés.

3.1.2 - Les déclarations d'un automobiliste témoin de l'accident

Cet automobiliste suit le minibus impliqué depuis Saint-Georges-sur-Eure car il se rend comme lui à Bailleau-l'Évêque.

Au rond-point entre la RD 923 et la RD 121-6, les deux véhicules concernés prennent la direction d'Amilly.

Arrivé au passage à niveau n° 40, le témoin s'arrête derrière le minibus, les barrières de ce passage à niveau étant abaissées et ses feux rouges clignotant.

Aucun véhicule ne se trouve devant le minibus.

Trente secondes au maximum après que ces deux véhicules se sont arrêtés, les barrières du passage à niveau se relèvent alors qu'aucun train n'est passé.

Alors qu'elles sont presque entièrement levées, le minibus s'engage sur l'emprise ferroviaire.

Au milieu des voies, il croise une voiture rouge venant d'Amilly.

À ce moment là, un train arrive à allure soutenue et percute d'abord la voiture rouge au niveau de l'arrière de son flanc droit, puis le minibus sur son côté avant-gauche.

3.1.3 - Les déclarations des passagers du minibus

Le minibus transportait quatre passagers, en plus du conducteur.

L'un d'eux dormait au moment de la collision. Il n'a donc pas pu fournir de témoignage utile pour la présente enquête technique.

Les déclarations des trois autres passagers convergent sur les faits suivants :

- le passage à niveau était fermé lorsque le minibus s'en est approché ;
- ce véhicule s'est arrêté devant la demi-barrière située dans son sens de circulation qui était alors baissée ;
- les barrières se sont relevées sans qu'aucun train ne soit passé ;
- le minibus a alors démarré et a été percuté par le train.

Les estimations données par ces trois témoins du temps d'arrêt du minibus devant la demi-barrière baissée du passage à niveau sont très dispersées, allant de « cinq à dix secondes » jusqu'à « une minute trente à deux minutes ».

Un des témoins dit avoir vu les feux rouges clignotants du passage à niveau s'éteindre lorsque les barrières se sont rouvertes, un autre est moins affirmatif, le troisième ne s'en souvient pas.

Un des témoins indique avoir entendu la sonnerie du passage à niveau.

3.1.4 - Les déclarations du conducteur de l'automobile accidentée

Après avoir traversé Amilly et alors qu'il se trouve à une centaine de mètres du passage à niveau, ce conducteur en voit les feux rouges s'allumer et les barrières se baisser. Il s'arrête devant celle située dans son sens de circulation.

Quelques instants après, les barrières se relèvent et « le feu passe au vert ».

Il s'engage alors sur le passage à niveau. À un moment donné, il tourne la tête vers la droite et voit la locomotive arriver sur l'arrière de sa voiture.

3.1.5 - Les déclarations de témoins de dysfonctionnements du PN n° 40

À la suite de l'accident analysé dans le présent rapport, trois témoins de deux dysfonctionnements ayant affecté le PN n° 40 en 2010 et 2011 se sont manifestés auprès de la gendarmerie.

Le témoignage sur un raté de fermeture en 2010

À l'automne 2010, alors qu'il circulait à la fin d'une matinée en direction de la RD 923, ce témoin a observé dans le rétroviseur de son véhicule, quelques secondes après avoir franchi le passage à niveau ouvert, un train qui y passait. Il ne se souvient pas de la nature de ce train ni de son sens de circulation.

Les témoignages sur une réouverture intempestive en 2011

Au printemps 2011, alors que ces témoins circulaient en direction d'Amilly dans le même véhicule, ils se sont arrêtés devant le PN n° 40 alors fermé. Quelques instants après, un train de voyageurs venant de Chartres y est passé et les barrières se sont levées. Alors qu'ils traversaient les voies, ils ont été surpris par l'arrivée d'un train de marchandises se dirigeant vers Chartres qui a frôlé l'arrière de leur véhicule.

Mans à 6h00. Les dépistages de l'alcoolémie et de la consommation de stupéfiants auxquels il a été soumis se sont révélés négatifs.

Le conducteur du minibus impliqué, qui est décédé lors de l'accident, était un homme âgé de 34 ans, titulaire du permis B. Salarié de la fédération Léo Lagrange d'Île-de-France, il convoyait quatre stagiaires entre la maison des associations de Saint-Georges-sur-Eure et le lieu de leur stage à Bailleau-l'Évêque, soit sur un trajet de 11 km. Les analyses d'alcoolémie et toxicologiques auxquelles il a été soumis, *post mortem*, ont été négatives.

Le conducteur de la voiture accidentée est un homme âgé de 55 ans, ingénieur, titulaire du permis B. Il avait quitté son domicile à 7h40 pour conduire son épouse à son travail et il revenait chez lui à Saint-Georges-sur-Eure. Comme pour les deux autres conducteurs impliqués, aucune trace de consommation d'alcool ou de stupéfiants n'a été relevée à son encontre lors des dépistages qu'il a subis.

3.5 - La vérification du fonctionnement du passage à niveau n° 40

Le jour même de l'accident, après qu'une connexion au rail arrachée lors du choc a été réparée, il a été procédé à une vérification du fonctionnement du passage à niveau concerné.

Le tableau ci-après décrit la séquence de fonctionnement qui a alors été constatée.

Séquence de fonctionnement	Temps mesurés ou calculés	Règles et critères applicables
Passage du train sur les pédales d'annonce de la voie 2 situées à 1 478 m du PN	Ta	
Déclenchement des feux rouges clignotants et de la sonnerie	Temps mesuré : Ta + 0 s	
Début de fermeture des barrières	Temps mesuré : Ta + 9 s	IN 323 ¹ : de 6 à 8 s après le déclenchement des feux
Temps de fermeture des barrières	Temps mesuré : 10 s	IN 323 : de 8 à 10 s
Durée de réouverture des barrières après l'extinction des feux rouges clignotants	Temps mesuré : 9 s	
Arrivée d'un train circulant à la vitesse maximale de la ligne (160 km/h)	Temps calculé : Ta + 33 s	IN 323 : environ 30 s après le déclenchement des feux Arrêté du 18 mars 1991 ² : au moins 20 s après ce déclenchement

Cette séquence de fonctionnement et le délai d'annonce correspondant sont conformes aux règles en vigueur.

Par ailleurs, avant de rendre la voie 2 à la circulation ferroviaire, la surface des rails située en amont du PN n° 40 a été examinée visuellement. Son aspect était normalement propre. Il n'a cependant pas été effectué de prélèvements sur cette surface, ni sur celle des roues des locomotives concernées, en vue de confirmer ou d'infirmer l'absence de pollution susceptible de perturber le contact électrique entre les roues et les rails.

1 Il s'agit de la directive interne de la SNCF sur l'équipement des passages à niveau.

2 Il s'agit de l'arrêté du 18 mars 1991 relatif au classement, à la réglementation et à l'équipement des passages à niveau.

3.6 - Les positions des véhicules routiers lors du choc

Les relevés effectués immédiatement après l'accident permettent de situer les points d'impact sur les deux véhicules routiers impliqués et partant leur position sur le passage à niveau lors du choc. Sur le schéma ci-après, les silhouettes respectives de ces véhicules sont représentées à la même échelle que les installations du passage à niveau.

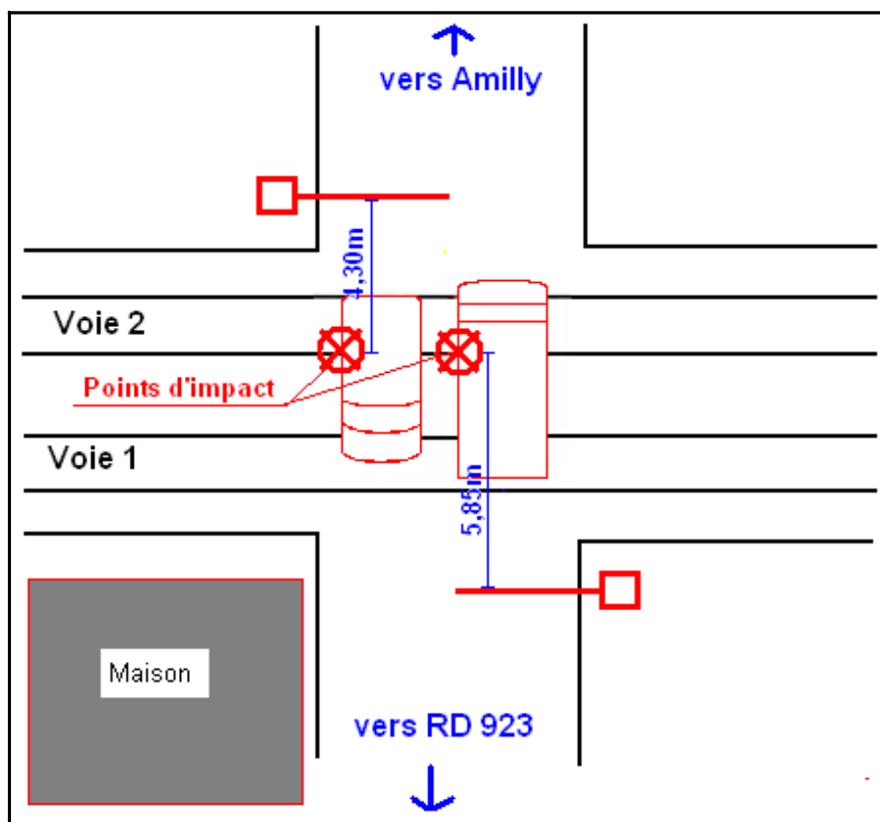


Figure 12 : Positions des véhicules routiers lors du choc

3.7 - La cause immédiate de l'accident

3.7.1 - La mise en cause du fonctionnement du passage à niveau

Dans près de 99 % des cas, les accidents survenant sur des passages à niveau ont lieu alors que les installations fonctionnent normalement. De fait, sur les PN équipés de deux demi-barrières, le scénario d'accident le plus fréquent repose sur le passage en chicane du véhicule routier incriminé. Dans ce scénario, l'automobiliste contourne la demi-barrière située dans son sens de circulation en se déportant sur sa gauche, puis revient sur la droite pour éviter celle installée dans le sens opposé.

Outre le fait qu'il est très peu probable que deux automobilistes se livrent simultanément à une telle manœuvre interdite, la configuration du PN n° 40 est telle que son franchissement en chicane au même moment par deux véhicules est géométriquement quasiment impossible ainsi qu'en témoigne la figure 12 ci-dessus.

L'autre scénario d'accident relativement courant est l'immobilisation du véhicule impliqué sur le passage à niveau à la suite d'une panne, d'une erreur de conduite ou d'un problème

d'inscription dans la géométrie du franchissement ferroviaire concerné. Dans le cas présent, les véhicules étaient en bon état et ni leurs gabarits respectifs ni la géométrie du PN n° 40 n'étaient de nature à induire des problèmes de franchissement.

De plus, les deux demi-barrières de ce passage à niveau n'ayant pas été endommagées, tant l'automobile impliquée que le minibus les ont franchies lorsqu'elles étaient au moins partiellement levées. Il en résulte que dans le cas d'un fonctionnement normal du passage à niveau, ces deux véhicules seraient restés sur l'emprise ferroviaire quelque 49 secondes, durée correspondant à celle mise par le train SNCF n° 320012 pour atteindre ce passage à niveau après le complet abaissement de ses demi-barrières. Cela suppose que ces deux véhicules aient connu, tous les deux au même moment, des difficultés exceptionnelles qui les auraient empêchés d'avancer pour dégager les voies ferrées. Outre qu'une telle probabilité est très faible, aucun des témoignages recueillis n'évoque des difficultés particulières.

Au final, aucun scénario crédible n'apparaît compatible à la fois avec un fonctionnement nominal des installations du passage à niveau concerné et avec les constats effectués.

Il doit donc être considéré que la cause immédiate de l'accident analysé dans le présent rapport est une défaillance des installations de ce passage à niveau.

La suite de l'enquête technique qui a été conduite s'est attachée à préciser les modalités de cette défaillance, puis à en rechercher les causes.

3.7.2 - La manifestation de la défaillance du passage à niveau

Des différents témoignages recueillis, il ressort :

- que le passage à niveau n° 40 s'est fermé alors que les véhicules impliqués s'en approchaient ;
- qu'ils s'y sont arrêtés devant les feux rouges clignotants et les deux demi-barrières normalement baissées ;
- qu'après un temps, dont l'estimation varie d'un témoin à l'autre, ces demi-barrières se sont levées sans qu'aucun train ne soit passé.

Concernant les feux rouges clignotants, un témoin dit clairement les avoir vus s'éteindre lors de la réouverture des demi-barrières. Un autre croit les avoir vus s'éteindre. Trois témoins ne s'en souviennent pas. Aucun n'affirme les avoir vus continuer à clignoter.

En outre, aucun témoin ne signale un fonctionnement anormal des installations du passage à niveau considéré, tel qu'un décalage des mouvements de ses barrières lors de leur fermeture ou de leur réouverture.

Il apparaît, de plus, à la lumière de ces témoignages, que ce passage à niveau n'était pas en « *raté d'ouverture* »³.

Au global, la séquence de fermeture a eu un aspect normal, avec un clignotement des feux rouges et une fermeture simultanée des deux barrières. La défaillance s'est manifestée par une réouverture prématurée des barrières alors que le train n° 320012 n'avait pas encore atteint le PN.

La séquence de réouverture apparaît également avoir présenté un aspect normal pour ce qui concerne les barrières. En revanche, il n'est pas certain que les feux rouges clignotants se soient éteints.

3 Un passage à niveau est dit « *en raté d'ouverture* » lorsqu'il est indûment fermé alors qu'aucun train n'est en approche.

3.7.3 - La chronologie de la défaillance

Ce chapitre vise à estimer le temps qui s'est écoulé entre le déclenchement de la réouverture des demi-barrières et le choc.

Estimation du temps de parcours des véhicules routiers sur l'emprise ferroviaire

Compte tenu d'une part, des caractéristiques géométriques du passage à niveau concerné apparaissant sur la figure 12 et d'autre part, des positions des points de choc relevés sur la voiture et sur le minibus accidentés telles qu'elles sont précisées sur la figure 13 ci-après, ces deux véhicules ont respectivement parcouru 9 m et 9,45 m entre le moment où ils ont redémarré et celui où ils ont été heurtés par le train, si l'on admet qu'ils s'étaient chacun arrêtés environ 2 m en amont des demi-barrières situées dans leur sens de circulation.

Les temps mis pour parcourir ces distances dépendent des accélérations commandées par les conducteurs de ces véhicules. Dans le cadre d'une conduite « normale », ces temps se situent entre 3 et 5 secondes, départ arrêté.



Figure 13 : Positionnement des points de choc sur les véhicules

Chronologie de la réouverture des barrières

Si l'on ajoute une incertitude d'une seconde sur l'instant à partir duquel les véhicules ont redémarré par rapport à celui où la réouverture des demi-barrières s'est achevée, il vient que le temps écoulé entre la fin de cette réouverture et le choc est compris entre 2 et 6 secondes.

La durée que prennent ces barrières pour se lever complètement étant de 9 s, le temps écoulé entre le début de la réouverture et le choc peut être estimé à 11 à 15 secondes.

Positionnement du train lors du déclenchement de la réouverture des barrières

La vitesse moyenne du train, dans cette phase de son parcours, étant de 20 m/s, on peut estimer que l'avant de sa locomotive de tête se trouvait entre 220 et 300 mètres du passage à niveau lors du déclenchement de la réouverture des demi-barrières l'équipant.

4 - Les causes de la défaillance du passage à niveau

4.1 - La recherche des causes immédiates de la défaillance

4.1.1 - L'analyse des fonctionnalités des passages à niveau automatiques

Le schéma d'ensemble

Le fonctionnement de tout passage à niveau à signalisation automatique lumineuse et sonore, tel que le PN n° 40 d'Amilly, repose sur :

- des dispositifs d'annonce, indépendants les uns des autres, qui détectent, chacun pour une voie et pour un sens de circulation, l'approche, puis le franchissement du PN par les trains ;
- un dispositif de présentation des signaux routiers, subordonné aux dispositifs d'annonce, qui déclenche les séquences de fonctionnement des feux, des sonneries et des barrières du passage à niveau concerné.

L'interface entre chaque dispositif d'annonce et le dispositif de présentation des signaux routiers est assuré par un relais d'annonce (An).

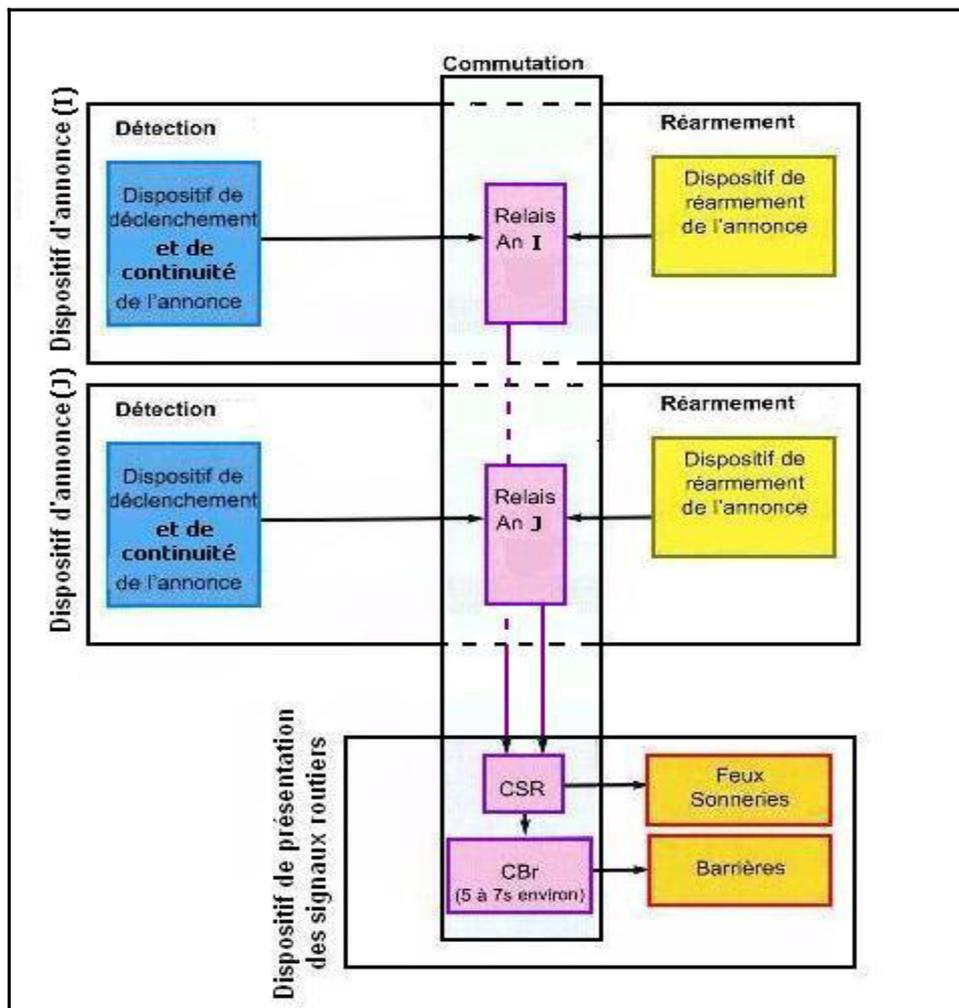


Figure 14 : Schéma modulaire des dispositifs d'un PN à SAL

Ce relais d'annonce est « *haut* »⁴ lorsqu'aucune circulation ferroviaire n'est à l'approche sur la voie et pour le sens concerné. Il est « *bas* » lorsqu'un train est à l'approche : on dit alors qu'une annonce est déclenchée.

Les dispositifs d'annonce

Les dispositifs d'annonce des passages à niveau à SAL installés sur les lignes à double voie équipées du block automatique lumineux (BAL), telles que la ligne Paris – Le Mans, présentent en règle générale les caractéristiques suivantes :

- le déclenchement de l'annonce est réalisé par un ensemble de deux pédales orientées ;
- la continuité d'annonce est assurée par un ou plusieurs circuits de voie couvrant la totalité de la zone d'annonce ;
- le réarmement du relais d'annonce (An) est effectué par un circuit de voie spécifique couvrant une zone dite « *courte* » s'étendant sur la chaussée routière et quelques mètres de part et d'autre. Le réarmement est également réalisé, en l'absence de circulation ferroviaire, par la temporisation de libération (Tp.L). Cette temporisation, dont la durée est de l'ordre d'une minute, vise à éviter qu'une action sur les pédales de déclenchement, par malveillance ou par une circulation ferroviaire qui ne viendrait pas jusqu'à la zone courte, laisse indéfiniment le passage à niveau fermé. Le décompte de cette temporisation ne se déclenche pas tant qu'une zone de continuité d'annonce est occupée. Il s'interrompt et se réinitialise dès lors qu'une telle occupation est détectée, même fugitivement. Dans tous les cas, le réarmement ne peut être obtenu que si tous les relais de voie de la zone d'annonce sont « *hauts* ».

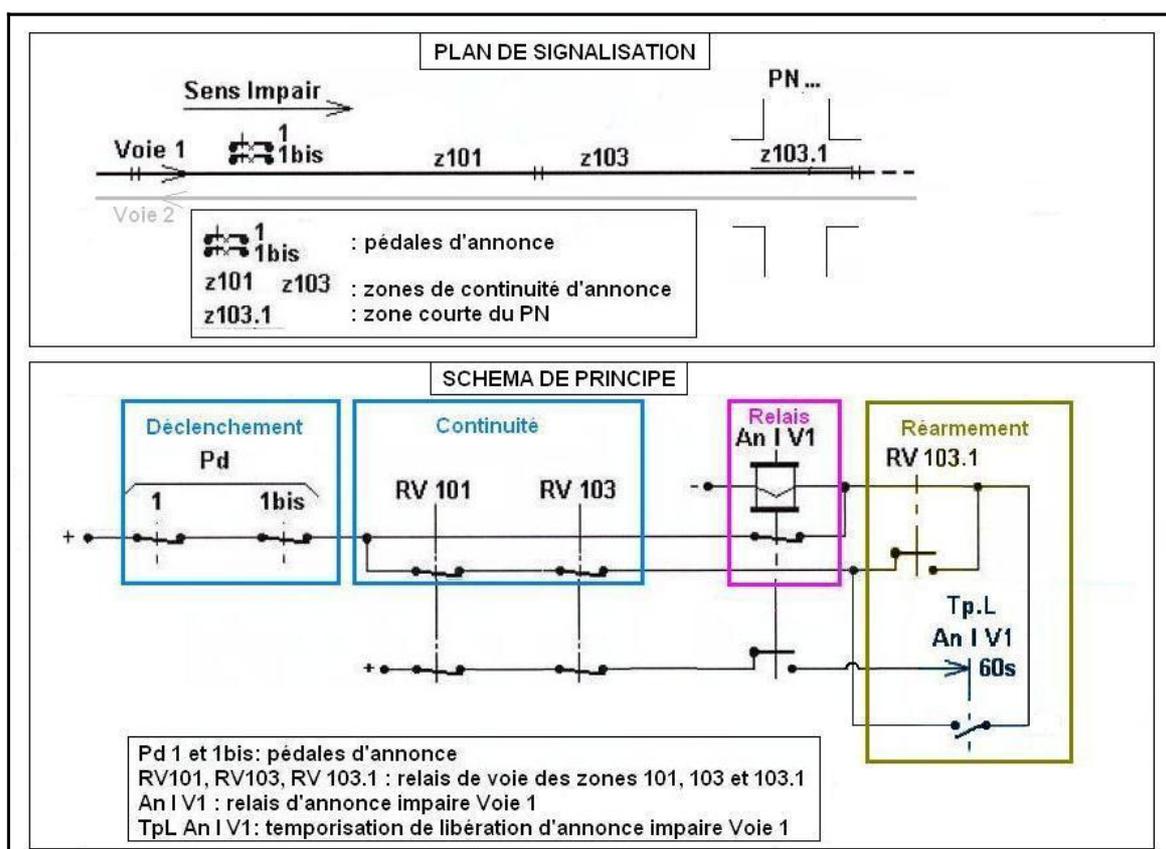


Figure 15 : Exemple d'un dispositif d'annonce

4 L'annexe 2 au présent rapport explicite les principes élémentaires de conception et de fonctionnement des circuits électriques et des relais de sécurité utilisés en signalisation ferroviaire.

Le dispositif de présentation des signaux

La présentation de l'ensemble des signaux routiers (feux, sonneries, barrières) est commandée par le relais de commande des signaux routiers (CSR) qui totalise toutes les conditions de fermeture du passage à niveau concerné.

Ce relais est « bas » dès lors qu'une annonce est déclenchée ou qu'un véhicule ferroviaire est présent sur l'une des zones courtes du PN.

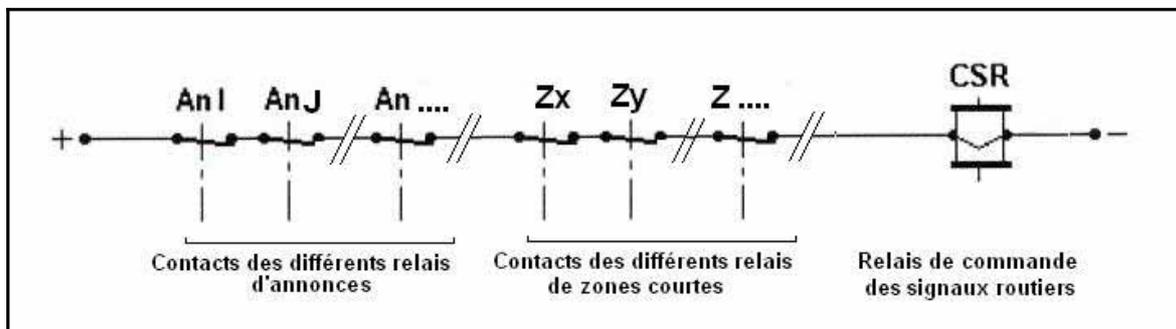


Figure 16 : Principe de fonctionnement du relais de commande des signaux routiers

Dès que le relais CSR est bas, le cycle de fermeture du passage à niveau s'enclenche avec l'activation de la sonnerie et des feux rouges clignotants. Ensuite, après une temporisation de 6 à 10 secondes, le relais de commande des barrières (CBr) chute provoquant leur fermeture.

Une fois les barrières abaissées, la sonnerie s'arrête, mais les feux rouges continuent à clignoter.

Dès que le relais CSR remonte, ces feux s'éteignent et les barrières s'ouvrent.

Ce relais ne peut revenir en position haute que si tous les relais d'annonce et tous les relais de voie des zones courtes sont eux-mêmes hauts. Cette double condition garantit qu'aucune circulation ferroviaire ne se trouve sur l'une des zones courtes ou à l'approche sur l'une des zones d'annonce au moment où le passage à niveau s'ouvre.

Par ailleurs, il convient de noter que lorsque le relais d'une zone courte chute, quelle qu'en soit la cause, le passage à niveau se ferme, s'il ne l'est pas déjà.

4.1.2 - L'analyse du fonctionnement du PN n° 40

Les annonces

Le passage à niveau n° 40 présente des fonctionnalités simples et classiques. S'agissant d'un PN de pleine ligne situé sur une section à double voie équipée d'installations permanentes de contre-sens, il est doté de quatre relais d'annonce. Deux pour le sens normal de circulation :

- le relais An I V1 d'annonce impaire voie 1 ;
- le relais An P V2 d'annonce paire voie 2.

Deux pour le contre-sens :

- le relais An P V1 d'annonce paire voie 1 ;
- le relais An I V2 d'annonce impaire voie 2.

Le dispositif d'annonce paire voie 2, qui est directement concerné par l'accident survenu le 27 octobre 2012, est semblable à celui présenté en figure 15 avec :

- un déclenchement assuré par deux pédales, d39 et d50, de type électronique qui sont situées au km 95,673 ;
- une continuité d'annonce réalisée par deux circuits de voie de type UM 71 CB, l'un correspondant à la zone z12B qui s'étend jusqu'au km 95,227, l'autre concernant la zone z8A comprise entre le km 95,227 et le km 94,246 ;
- une zone courte, à savoir la zone z8B.Bis, qui s'étend du km 94,246 au km 94,150, l'axe du PN étant au km 94,203 ;
- une temporisation de libération (Tp.L) assurée par une minuterie à bilame réglée sur une durée nominale de 60 secondes.

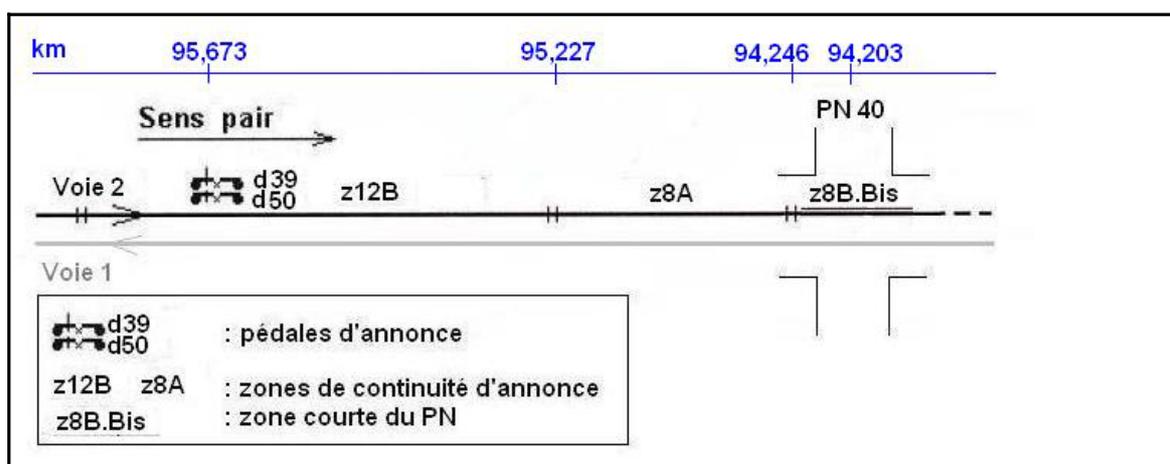


Figure 17 : Plan de l'annonce paire voie 2 du passage à niveau n° 40

Toutefois, le schéma électrique de ce dispositif est légèrement différent de celui de la figure 15 car les pédales d'annonce d39 et d50 et les zones de continuité z12B et z8A agissent sur le circuit du relais d'annonce An P V2 non pas directement, mais par l'intermédiaire de relais totalisateurs dénommés RPDANPV2 et Z12B+8A.

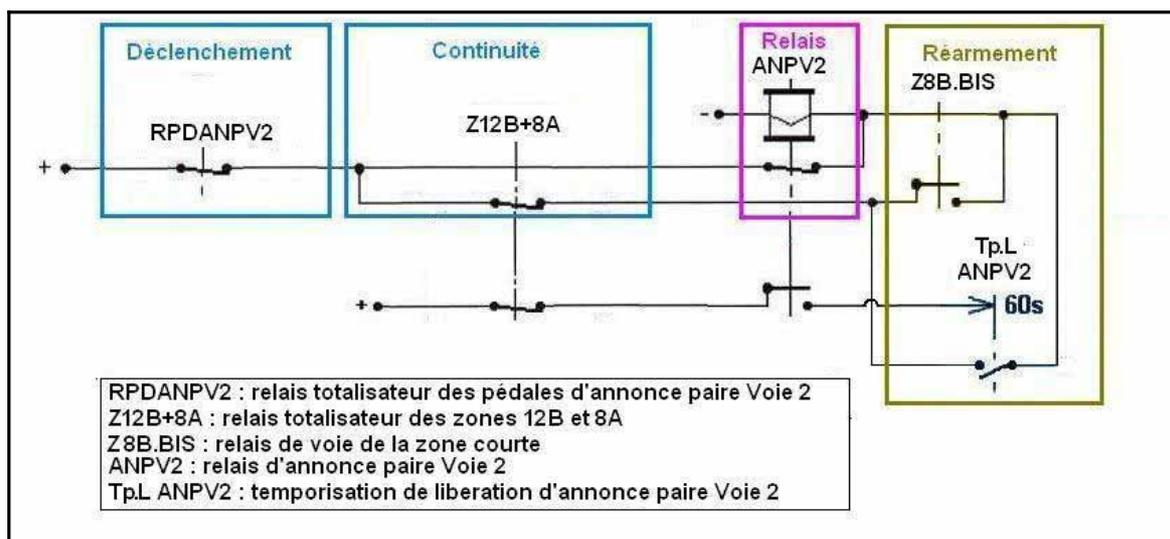


Figure 18 : Schéma de l'annonce paire voie 2 du passage à niveau n° 40

Le dispositif de présentation des signaux

Le dispositif de présentation des signaux du passage à niveau n° 40 est des plus simples et conforme aux principes schématisés par la figure 16, avec un relais CSR qui totalise les conditions de fermeture de ce PN et un relais CBr temporisé qui déclenche l'abaissement des demi-barrières.

La vérification du fonctionnement

La séquence de fonctionnement nominal du passage à niveau considéré a été vérifiée par l'expert de justice en présence de techniciens de la SNCF et d'un officier de police judiciaire. Les essais réalisés à cet effet n'ont pas mis en évidence d'anomalie. Les délais de fermeture constatés sont détaillés dans le chapitre 3.5 du présent rapport. Ils sont conformes aux règles en vigueur.

La temporisation de libération (Tp.L) de l'annonce paire voie 2 a également été vérifiée dans les mêmes conditions.

Les mesures qui ont été effectuées en la matière ont montré qu'en l'absence de toute circulation ferroviaire, le temps qui s'écoule entre l'actionnement d'une pédale et le début du relèvement des barrières est compris entre 56 et 57 secondes pour une valeur nominale de 60 secondes. Elles ont également fait ressortir que, dans ces mêmes conditions, 65 secondes séparent l'action sur une pédale et la fin du relèvement de ces barrières.

Hypothèses sur les causes immédiates de la réouverture du passage à niveau n° 40

À la lumière des schémas de fonctionnement des dispositifs d'annonce et de présentation des signaux routiers du passage à niveau n° 40, il apparaît que la réouverture prématurée et simultanée de ses deux barrières ne peut être que la conséquence :

- **soit d'une remontée intempestive du relais CBr, le relais CSR restant bas.** Dans ce cas, les feux rouges auraient continué à clignoter ce qu'infirmes au moins l'un des témoignages recueillis. Par ailleurs, en double voie, les mécanismes des barrières sont munis d'un relais rupteur qui empêche leur ouverture si le relais CSR est bas. Ce scénario suppose donc, à la fois, la réalimentation intempestive du relais CBr et le dysfonctionnement du relais rupteur ;
- **soit d'une remontée du relais CSR.** Dans ce cas, l'ouverture des demi-barrières s'accompagne d'une extinction des feux rouges clignotants, situation qui est conforme ou compatible avec les témoignages. Une remontée de ce relais peut être provoquée :
 - par une réalimentation intempestive de ses circuits ;
 - ou par la remontée du relais d'annonce An P V2, c'est-à-dire par le réarmement de l'annonce paire de la voie 2, le relais de la zone courte Z8B.Bis étant haut.

La vérification du câblage et des borniers n'ayant pas montré de défaut d'isolement, une réalimentation du relais CBr ou du relais CSR est a priori exclue et il peut être considéré, à ce stade, que la réouverture des barrières du passage à niveau n° 40 a été causée par le réarmement prématuré de l'annonce paire de la voie 2.

4.2 - La recherche des causes possibles du réarmement de l'annonce paire voie 2

Une fois une annonce déclenchée, et le train concerné se trouvant encore en amont du passage à niveau, le circuit d'annonce paire voie 2 se présente schématiquement ainsi que l'indique la figure 19 ci-après. Le relais An P V2 est bas.

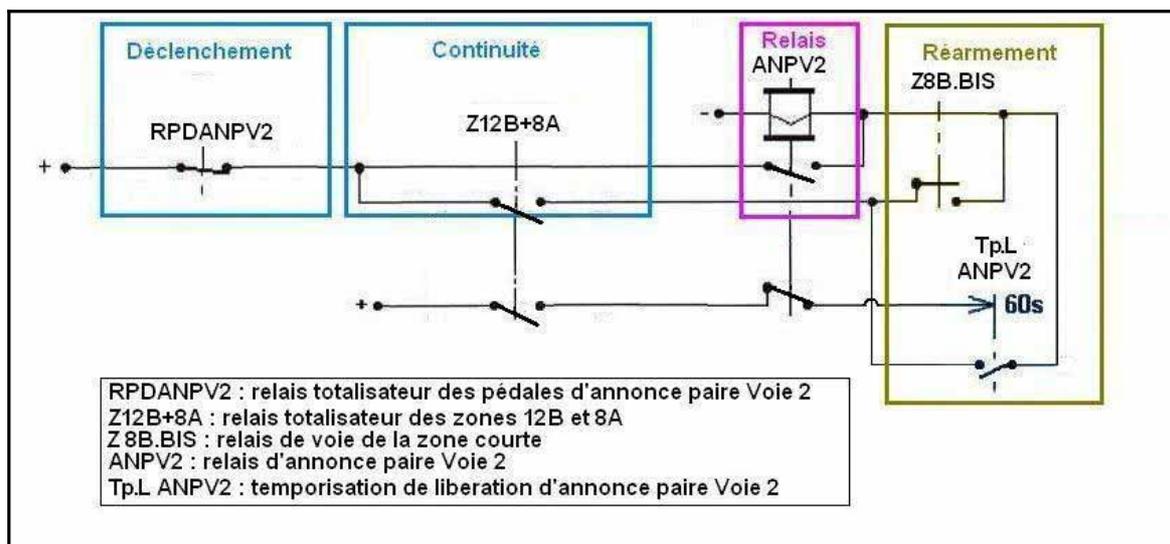


Figure 19 : Annonce déclenchée, train dans la zone d'annonce

Pour que l'annonce se réarme, il faut que ce relais An P V2 soit réalimenté. Ceci peut être réalisé :

- soit par le relais de voie de la zone courte Z8B.Bis, ce qui suppose deux anomalies simultanées : une chute de ce dernier relais alors qu'aucun train n'est sur cette zone courte et une remontée intempestive du relais totalisateur Z12B+8A alors que la zone d'annonce est occupée par le train en approche ;
- soit par la temporisation Tp.L ANPV2, ce qui suppose qu'un dysfonctionnement l'ait affectée ou que le relais totalisateur Z12B+8A soit resté haut pendant au moins 60 secondes alors qu'un train occupe la zone d'annonce.

4.3 - Les investigations sur l'appareillage du dispositif d'annonce

Après la première vérification du fonctionnement des installations du passage à niveau n° 40 qui a été réalisée le jour même de l'accident en présence des enquêteurs judiciaires, leur mise sous scellés n'a pas permis de les soumettre à la deuxième vérification telle que prescrite par les procédures SNCF IN 1850⁵ et IN 1852⁶ en cas de dysfonctionnement contraire à la sécurité.

En revanche, il a été procédé à un ensemble de vérifications, essais et expertises qui a fait l'objet d'un protocole entre l'expert judiciaire, la SNCF et l'enquêteur technique du BEA-TT.

Ce protocole a globalement recouvert les vérifications prévues par les procédures précitées, auxquelles il a été ajouté :

- la mise en place de trois enregistreurs :
 - un enregistreur VIGIE permettant de recueillir en permanence la position des principaux relais du passage à niveau concerné ;
 - un enregistreur de tensions résiduelles mesurant les tensions aux récepteurs des différents circuits de voie lors des passages des trains ;
 - un enregistreur des tensions d'alimentation des relais destiné à en détecter d'éventuelles variations anormales ;

5 Il s'agit de la directive interne de la SNCF relative aux dérangements des passages à niveau.

6 Il s'agit de la directive interne de la SNCF concernant la réalisation des interventions sur les installations de sécurité des passages à niveau.

- des essais complets de l'ensemble de l'installation qui ont été effectués les 16 et 17 mai 2013 ;
- une expertise des relais conduite le 12 juin 2013 ;
- des essais au banc de la minuterie de la temporisation de libération réalisés le 30 octobre 2013.

Aucune anomalie de fonctionnement du dispositif d'annonce n'a été constatée lors des essais, ni enregistrée depuis novembre 2012.

L'expertise des relais et les essais au banc de la minuterie n'ont fait ressortir aucun indice de dysfonctionnement.

Les mesures d'isolement et les expertises effectuées sur le câblage, *in situ* et après sa dépose, n'ont pas mis en évidence d'anomalie ou de trace de détérioration.

Ces constats permettent donc de mettre hors de cause l'appareillage du PN n° 40 et conduisent à approfondir les investigations sur le système de détection des circulations ferroviaires par les circuits de voie.

4.4 - Les investigations portant sur la détection des circulations

4.4.1 - L'état de pollution des rails

Ainsi qu'il l'a été indiqué dans le chapitre 3.5 du présent rapport, la surface des rails de la voie 2 présentait un aspect propre lorsqu'elle a été examinée juste après l'accident. Toutefois, la présence sur ces rails d'éventuels polluants non détectables visuellement n'est pas à écarter. En effet, il n'a pas été procédé à des prélèvements lors des constatations immédiates et ensuite, une fois la voie rendue à l'exploitation, la recherche de polluants susceptibles d'avoir perturbé le contact électrique rail-roue lors de l'accident n'était plus possible.

4.4.2 - Les investigations concernant les circuits de voie de la voie 2

Les tensions d'alimentation des circuits de voie (CdV) des zones 12B, 8A et 8B.Bis ont été vérifiées dès le 7 novembre 2012.

Les résultats obtenus, qui figurent en annexe 3 à ce rapport, montrent que ces tensions sont conformes aux prescriptions fixées par la SNCF.

Les tensions résiduelles demeurant aux passages des trains ont été recueillies sur les zones 12B et 8A à l'aide d'un enregistreur spécifique mis en place à partir du 20 décembre 2012.

Ces mesures ont permis de constater quelques anomalies non contraires à la sécurité conduisant à des chutes intempestives de zones en l'absence de train, mais aucune tension résiduelle anormale n'a été identifiée.

Les tensions résiduelles ont été également relevées lors des circulations d'essais effectuées le 16 février 2013, dans différentes configurations, avec les locomotives impliquées dans l'accident.

Les graphiques de ces relevés constituent l'annexe 4 au présent rapport.

On observe, lors des circulations en marche sur l'erre, des tensions résiduelles non négligeables avec des pointes proches de 100 mV. Ces tensions, bien qu'inférieures aux 200 mV nécessaires pour provoquer la remontée des circuits de voie concernés, sont les indices d'un shuntage médiocre et sont proches des maxima prescrits pour l'homologation des engins.

Le 16 mai 2013, des experts de la direction de l'ingénierie de la SNCF ont procédé à des observations et à des mesures sur les circuits de voie 12B, 8A et 8B.Bis.

Le compte rendu de ces observations et mesures figure en annexe 5.

Dans le cas du passage à niveau n° 40, le circuit de voie de la zone courte z8B.Bis est supporté par la zone z8B qui s'étend en aval de ce PN et qui est séparée de la zone de continuité d'annonce z8A par un joint électrique de séparation (JES). Ce type de montage est appelé « *montage aval* ».

Or, les mesures effectuées le 16 mai 2013 montrent que le bloc d'accord (BA) du joint électrique de séparation entre les zones z8B et z8A assure imparfaitement sa fonction. Tel qu'il a été mesuré ce 16 mai 2013, ce défaut était alors sans conséquence sur le fonctionnement des circuits de voie concernés. Mais, en cas d'évolution, ce défaut peut conduire à des chutes intempestives du circuit de voie de la zone courte z8B.Bis, puis à sa remontée à l'approche d'une circulation ferroviaire avant que celle-ci n'ait atteint cette zone.

4.4.3 - Les investigations portant sur les locomotives

L'aptitude au shuntage de la série BB 60000

Lorsqu'ils ne sont pas freinés par des semelles en fonte, les essieux des engins thermiques sont susceptibles, dans certaines circonstances, de présenter une impédance qui engendre des tensions résiduelles significatives sur certains circuits de voie. Ce phénomène survient lorsque les tables de roulement des rails ou des roues sont souillées par des matières plus ou moins isolantes telles que du sable, de la rouille, de la boue ou des matières végétales. Il est cantonné généralement aux lignes à faible circulation et se produit principalement à l'automne lors de la chute des feuilles mortes. Il concerne essentiellement les engins légers tels que les autorails, mais des cas impliquant des locomotives ont également été constatés, y compris sur des engins lourds.

L'aptitude des engins à garantir le shuntage des circuits de voie est vérifiée, dans le cadre de la procédure d'autorisation de mise en circulation d'une série, par des essais dont les conditions et les critères sont définis par l'Établissement public de sécurité ferroviaire (EPSF) dans son document technique SAM S 004.

Pour atteindre les critères prescrits, certains engins doivent être munis de dispositifs d'aide au shuntage tels qu'une boucle inductive ou des patins nettoyeurs (scrubbers)⁷.

Tel est le cas de la série BB 60000 dont les premiers essais d'homologation effectués en septembre 2006 n'ont pas été satisfaisants en ce domaine et ont montré la nécessité d'équiper les locomotives concernées d'un dispositif d'aide au shuntage. Malgré l'installation de scrubbers, les deuxième et troisième campagnes d'essais de cette série n'ont pas non plus été satisfaisantes. Ce n'est qu'après son équipement avec des scrubbers en fonte dont la force d'application avait été augmentée que la série considérée a été homologuée à l'issue d'une quatrième campagne d'essais réalisée en janvier 2007.

⁷ La boucle inductive perce la couche isolante à l'interface roue/rail grâce à des impulsions électriques de tension élevée. Les patins nettoyeurs agissent mécaniquement en nettoyant la table de roulement de la roue.

Dans le cadre de la présente enquête, divers contrôles et essais ont été menés sur les locomotives BB 60031 et BB 60104 en vue de détecter des indices d'éventuels anomalies ou dysfonctionnements, propres à ces deux engins, qui auraient pu perturber le fonctionnement des circuits de voie le 27 octobre 2012 au droit du passage à niveau n° 40.

L'état des roues et la vérification de la résistance ohmique des essieux

La présence de souillures ou de rouille sur les tables de roulement des roues des deux locomotives précitées a été recherchée visuellement après l'accident sans qu'aucune trace significative n'ait été constatée en ce domaine.

La résistance ohmique des essieux de ces deux engins a ensuite été mesurée le 27 décembre 2012. Les valeurs alors obtenues entre les tables de roulement des roues d'un même essieu sont très inférieures au seuil maximal de 10 mΩ prescrit par les spécifications techniques d'interopérabilité (STI) relatives au matériel roulant.

Les résultats de ces mesures sont détaillés en annexe 6 au présent rapport.

La vérification du fonctionnement des scrubbers

Les scrubbers étant directement actionnés par le circuit d'air des cylindres de frein, leur fonctionnement est d'une grande simplicité. Les vérifications effectuées ont confirmé qu'ils fonctionnaient correctement et que l'épaisseur de leurs semelles en fonte était suffisante.

La vérification du fonctionnement des sablières

Un débit excessif ou un fonctionnement intempestif des sablières peuvent provoquer un dépôt de sable sur les rails susceptible d'empêcher un shuntage normal des circuits de voie.

Sur la série BB 60000, seules les sablières des roues 1 et 2 fonctionnent lorsque la locomotive concernée est en marche avant. En marche arrière, ce sont les sablières des roues 7 et 8 qui sont sollicitées. Leur débit doit, par ailleurs, être compris entre 0,3 et 0,7 litre par minute.

Le fonctionnement des sablières des engins BB 60031 et BB 60104 a été contrôlé le 17 janvier 2013. Les résultats des mesures de débit ainsi effectuées sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

Mesure du débit de sable sur une minute (en ml)						
	BB 60104			BB 60031		
Marche avant	Relevé n° 1	Relevé n° 2	Moyenne	Relevé n° 1	Relevé n° 2	Moyenne
Roue 1	0	0	0	560	590	575
Roue 2	350	360	355	0	0	0
Roue 7	0	0	0	0	0	0
Roue 8	0	0	0	0	0	0
Marche arrière	Relevé n°1	Relevé n° 2	Moyenne	Relevé n° 1	Relevé n° 2	Moyenne
Roue 1	0	0	0	0	0	0
Roue 2	0	0	0	0	0	0
Roue 7	140	0	NC	630	720	675
Roue 8	660	550	605	600	600	600

La sablière de la roue 8 de la BB 60104 et celles des roues 1, 7 et 8 de la BB 60031 ont un débit proche du maximum de la fourchette admise.

En revanche, les sablières des roues 1 et 7 de la BB 60104 et la sablière de la roue 2 de la BB 60031 ont un débit anormalement faible, voire nul. Si une telle situation n'est pas satisfaisante en termes de performances de traction des locomotives concernées, elle limite par contre les risques de déshuntage. Toutefois, les mesures susvisées ont été effectuées près de trois mois après l'accident et alors que les engins étaient restés immobilisés pendant toute cette période. Il n'est pas impossible que les débits constatés soient la conséquence de cette immobilisation et que le jour de l'accident, les sablières aient eu un débit normal, voire élevé.

Lors des circulations d'essais réalisées le 16 février 2013, les circuits de commande des sablières des deux engins concernés avaient été munis de lampes témoins afin de détecter un éventuel fonctionnement intempestif du sablage.

Au cours de l'une de ces circulations effectuée en unité multiple, les deux personnes présentes dans la cabine de la BB 60104 ont observé un allumage pendant 2 secondes de la lampe témoin de l'électro-valve de sablage correspondant au sens de la marche du train, alors qu'il était en approche de la gare de Courville-sur-Eure, à l'extrémité du parcours d'essai concerné, et que l'adhérence n'était sollicitée ni en traction ni en freinage.

La direction du matériel de la SNCF a procédé, en lien avec le constructeur, à la recherche des causes de ce déclenchement anormal du sablage. Il a été constaté que le logiciel de cette série de locomotive pouvait, dans certaines circonstances, provoquer un tel déclenchement pendant une à deux secondes, lors du retour du manipulateur de traction-freinage vers la position neutre.

La vérification des graisseurs des boudins

Des graisseurs mal orientés ou dont le débit est excessif peuvent polluer la table de roulement de la roue et augmenter la résistance électrique de son contact avec le rail.

Tous les graisseurs des engins concernés ont été vérifiés. Leur jet était correctement orienté en direction du boudin et leur débit était faible.

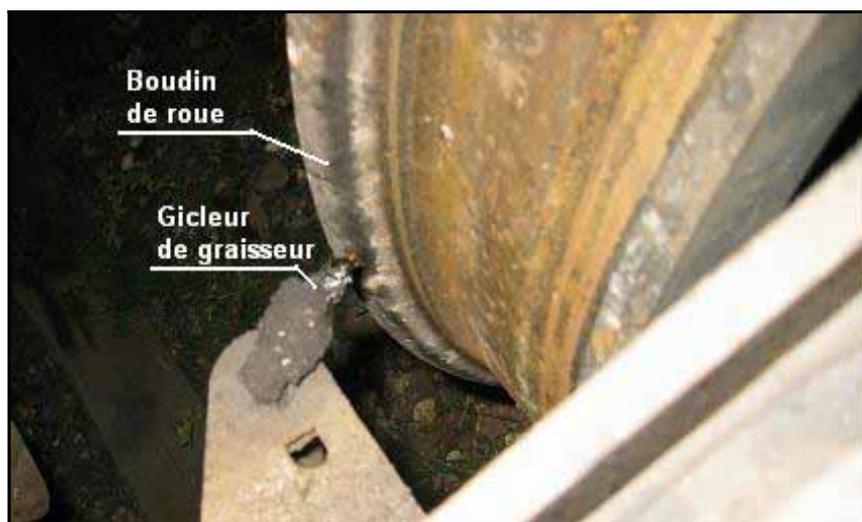


Figure 20 : Vue d'un graisseur de boudin

Conclusion sur les engins moteurs

Les différentes vérifications ainsi effectuées sur les deux locomotives impliquées dans l'accident analysé dans ce rapport montrent qu'elles ne présentaient pas d'anomalie susceptible de perturber le fonctionnement des circuits de voie, par rapport tant aux spécifications de la série concernée qu'aux règles de maintenance.

4.4.4 - Le déshuntage observé le 13 novembre 2013 à Courville-sur-Eure

La gare de Courville-sur-Eure se trouve au km 105 de la ligne Paris – Le Mans, à 11 km environ du passage à niveau n° 40 d'Amilly.

Le 13 novembre 2013 à 5h05, alors que le train n° 325655, composé de l'unité multiple BB 60116 + BB 60126 circulant haut-le-pied, est dans la zone d'approche du carré n° 1 de cette gare, l'agent circulation qui y était en poste constate la libération fugitive de cette zone, à deux reprises dans un intervalle de temps qu'il a estimé de l'ordre de 30 secondes à une minute.

L'agent circulation de Chartres observe également ces libérations intempestives sur le totalisateur de zones qui couvre la section de la voie 1 de la ligne concernée comprise entre Chartres et Courville-sur-Eure.

L'enquête immédiate conduite par la SNCF a permis de conclure que ces anomalies étaient la conséquence de déshuntages de courte durée survenus à deux endroits différents distants de 250 à 500 m.

Aucune anomalie n'ayant été détectée sur la voie et sur les engins concernés, la SNCF a décidé, à titre de mesure conservatoire, de suspendre la circulation haut-le-pied des locomotives de la série BB 60000 sur la ligne Paris – Le Mans entre Chartres et Nogent-le-Rotrou.

Les analyses des prélèvements effectués sur la surface des rails et sur les roues des deux engins du train n° 325655 ont montré que les tables de roulement de ces roues présentaient des traces de sable et de rouille susceptibles d'expliquer les déshuntages observés.

4.4.5 - L'hypothèse d'un déshuntage dans l'accident survenu le 27 octobre 2012

Les circonstances du déshuntage qui s'est produit le 13 novembre 2013 de Courville-sur-Eure et celles de l'accident survenu, un an plus tôt, au droit du passage à niveau n° 40 d'Amilly présentent plusieurs similitudes :

- d'abord, les trains concernés étaient, tous les deux, constitués par une unité multiple de deux locomotives de la série BB 60000 circulant haut-le-pied ;
- ensuite, lors des événements considérés, ces deux trains roulaient sur l'erre ou avec un très faible niveau de traction ;
- enfin, ces deux événements se sont, tous les deux, produits en automne, dans le même secteur géographique et sur des sections de ligne en alignement droit.

Bien que jusqu'au 13 novembre 2013, le retour d'expérience relatif à la circulation des locomotives BB 60000 sur le réseau ferré national n'ait enregistré aucun déshuntage avéré de leur fait et que, par conséquent, une telle défaillance soit très rare, les similitudes précitées conduisent cependant à envisager qu'un déshuntage ait pu jouer un rôle dans le dysfonctionnement du passage à niveau n° 40.

4.5 - Les scénarios de dysfonctionnement du passage à niveau n° 40

L'analyse du fonctionnement du passage à niveau considéré, qui est détaillée dans les chapitres 4.1 et 4.2 de ce rapport, montre que pour que ses demi-barrières se soient relevées alors que le train SNCF n° 320012 en approche ne l'avait pas encore atteint, il a très certainement fallu qu'après avoir été normalement déclenchée, l'annonce paire de la voie 2 soit prématurément réarmée.

Aucune déféctuosité matérielle susceptible d'expliquer de façon incontestable ce réarmement n'a été mise en évidence. Toutefois, à la lumière des indices et des anomalies décelées au cours de la présente enquête technique, deux scénarios possibles, bien que présentant un très faible niveau de probabilité, peuvent être avancés.

Le scénario 1 suppose que le réarmement de l'annonce a été provoqué par une chute intempestive de la zone courte simultanément à un déshuntage de courte durée sur la zone d'annonce.

➤ Description du scénario

Alors que le train concerné est encore dans la zone d'annonce, le circuit de voie de la zone courte (z8B.Bis) du passage à niveau chute tandis que le relais totalisateur des circuits de voie des zones z12B et z8A est remonté sous l'effet d'un déshuntage fugitif.

Cette conjugaison de défaillances entraîne le réarmement de l'annonce.

Ensuite, le circuit de voie de la zone courte remonte provoquant l'ouverture des barrières.

Si la remontée de ce dernier circuit de voie a lieu alors que le train incriminé est entre 300 et 220 m en amont du passage à niveau, les demi-barrières sont totalement relevées lorsqu'il se trouve entre 120 et 40 m de ce PN, soit entre 6 et 3 secondes avant de l'atteindre. Les véhicules routiers peuvent alors être heurtés par ce train, ainsi qu'il l'a été montré dans le chapitre 3.7.

➤ Commentaires

Ce scénario, bien que supposant une combinaison d'événements indépendants plus ou moins rares, est tout à fait possible.

En effet, une chute intempestive d'une zone n'est pas, en soi, un événement contraire à la sécurité. C'est même un événement assez courant. En outre, il a été indiqué dans le chapitre 4.4.2 que le défaut qui affectait le bloc d'accord (BA) du joint électrique de séparation des zones z8B et z8A était susceptible de faciliter la chute du circuit de voie de la zone courte z8B.Bis, puis sa remontée à l'approche d'une circulation ferroviaire avant que celle-ci n'ait atteint cette zone courte.

Par ailleurs, un déshuntage de quelques secondes est toujours possible, même sur un rail d'aspect propre, comme le confirme l'incident survenu le 13 décembre 2013 à Courville-sur-Eure.

Le scénario 2 suppose que l'annonce paire de la voie 2 a été réarmée par la temporisation de libération (Tp.L).

➤ Description du scénario

Après que l'annonce a été déclenchée normalement par l'action du train SNCF n° 320012 sur les pédales, le relais totalisateur Z12B+8A ne tombe pas alors que ce train occupe la zone z12B, puis la zone z8A. La temporisation de libération s'enclenche et, après que le temps correspondant à son réglage s'est écoulé, elle provoque le réarmement de l'annonce et l'ouverture des demi-barrières.

Cette temporisation étant réglée à environ 57 secondes et la durée de la réouverture complète des demi-barrières étant de 9 secondes, celles-ci sont alors totalement levées 66 secondes après l'enclenchement de la temporisation de libération, soit environ 2 secondes avant le choc. Ce délai n'est pas incompatible avec le temps que les deux véhicules routiers pourraient avoir mis pour redémarrer et pénétrer sur l'emprise ferroviaire.

➤ *Commentaires*

Les expertises et les essais ont montré que le relais totalisateur Z12B+8A et la temporisation Tp.L ANPV2 ne présentaient aucune anomalie de fonctionnement, ni aucune trace de dysfonctionnements passés. Par ailleurs, aucune des faiblesses décelées lors de ces expertises sur les circuits de voie des zones z12B et z8A n'était contraire à la sécurité.

Le scénario 2 suppose donc qu'un déshuntage a affecté, sans interruption, pendant près d'une minute la zone z12B, puis sur la zone z8A.

En présence de rails présentant un aspect propre comme c'était le cas le jour de l'accident survenu à Amilly sur la voie 2 de la ligne ferroviaire Paris – Le Mans, un tel événement n'a jamais été observé sur le réseau ferré national avec aucun type d'engins.

Le BEA-TT considère que ce second scénario est le moins vraisemblable.

5 - Déroulement de l'accident

Parti du Mans, le train n° 320012, composé des deux locomotives BB 60104 et BB 60031 circulant haut-le-pied, se dirige vers Chartres. Il est légèrement en avance sur son horaire.

Le jour vient de se lever, le temps est sec et la visibilité est dégagée.

À l'approche de la halte d'Amilly-Ouerray, le conducteur de ce train, roulant avec une très légère puissance de traction, aborde la zone d'annonce du passage à niveau n° 40 à une vitesse décroissant progressivement de 80 à environ 74 km/h.

À 8h07mn, heure indiquée par l'horloge de bord de la locomotive BB 60104, le train concerné actionne les pédales situées au km 95,626, provoquant le déclenchement des feux rouges clignotants et des sonneries du passage à niveau. Cet instant sera désigné par « *To* » dans la suite de ce chapitre.

Neuf secondes après, à *To* + 9 s, les demi-barrières commencent à se baisser. Au même moment, une automobile sort de l'agglomération d'Amilly en empruntant la RD 121-6 et se dirige vers le passage à niveau. Son conducteur en voit les barrières se fermer. Dans le même temps, un minibus, qui se trouve à proximité du rond-point entre la RD 923 et la RD 121-6, roule également vers le passage à niveau en venant du sens opposé.

À *To* + 19 s, les demi-barrières sont fermées, les sonneries s'arrêtent et les feux rouges continuent à clignoter.

À un instant compris entre *To* + 53 s et *To* + 57 s, alors que la voiture et le minibus précités sont arrêtés devant le passage à niveau et qu'aucun train n'est passé, les feux rouges clignotants s'éteignent et les barrières commencent à se lever.

S'approchant à la vitesse de 74 km/h, le conducteur du train voit ces deux véhicules s'engager sur l'emprise ferroviaire. Il actionne le freinage d'urgence à *To* + 66 s, puis il déclenche les signaux d'alerte.

À *To* + 68 s, le train percute l'automobile, puis le minibus.

À *To* + 88 s, il s'immobilise environ 220 m en aval du passage à niveau, l'avant de sa locomotive de tête se trouvant au droit du km 93,980.

Pendant ce temps, à partir de *To* + 67 s, dès l'occupation de sa zone courte par le train, une séquence de fermeture du passage à niveau se déclenche, puis, suite à l'arrachement d'un câble du circuit de voie de cette zone courte z8B.Bis, le passage à niveau reste fermé.

6 - Analyse des causes et facteurs associés, orientations préventives

6.1 - Les causes de l'accident

La cause immédiate de l'accident est la réouverture prématurée du passage à niveau n° 40 alors que le train n° 320012 était encore en approche, à une distance comprise entre 300 m et 220 m de la voie routière.

Cette réouverture a été déclenchée par un réarmement intempestif du dispositif d'annonce de ce passage à niveau, dont les causes n'ont pas pu être déterminées de façon certaine.

Les investigations effectuées ont permis d'identifier deux scénarios possibles pouvant expliquer ce réarmement.

Le premier scénario, le plus vraisemblable, suppose que le réarmement de l'annonce a été provoqué par une chute indue de la zone courte simultanément à un déshuntage de courte durée sur la zone d'annonce.

Le second scénario implique la temporisation de libération (Tp.L) dont l'enclenchement et le maintien jusqu'à son terme résulterait d'un déshuntage qui aurait affecté, sans interruption, pendant près d'une minute, les circuits de voie de la zone d'annonce.

L'analyse de ces deux scénarios conduit à rechercher des orientations préventives dans les domaines suivants :

- la sécurité de la fonction de réarmement de l'annonce par l'action de la zone courte ;
- l'aptitude au shuntage des locomotives thermiques de la série BB 60000.

6.2 - La sécurité de la fonction de réarmement de l'annonce par action de la zone courte

Dans le cas d'un « *montage aval* » de la zone courte d'un passage à niveau, le joint électrique de séparation (JES) entre la zone de continuité d'annonce et la zone aval qui supporte la zone courte joue un rôle dans la sécurité du passage à niveau.

Les mesures effectuées le 16 mai 2013 dans le cadre de la recherche des causes de la défaillance des installations du passage à niveau n° 40 d'Amilly, ont montré que le bloc d'accord du joint électrique de séparation entre sa zone d'annonce z8A et sa zone aval z8B n'avait plus ses caractéristiques nominales ce qui, dans certaines circonstances, pouvait faciliter la chute intempestive de la zone courte z8B.Bis supportée par la zone z8B.

Le défaut affectant ce bloc d'accord était dû à la dérive des caractéristiques de certains de ses éléments datant, pour la plupart, sur le tronçon de ligne concerné, du début des années 1980.

Une telle dérive, qui n'est pas détectable en maintenance, est actuellement considérée comme acceptable car une éventuelle chute intempestive de zone n'est pas, a priori, une défaillance contraire à la sécurité.

L'accident survenu le 27 octobre 2012 à Amilly conduit à remettre en cause ce principe en montrant qu'une chute intempestive de la zone courte d'un passage à niveau peut, dans certaines circonstances, provoquer une réouverture prématurée de ses barrières.

Recommandation R1 (SNCF Infra, RFF) :

Sur les passages à niveau dont la zone de continuité d'annonce est séparée de la zone courte (montage aval), améliorer la sécurité de la fonction de réarmement de l'annonce par la zone courte, soit par une modification technique du circuit de réarmement, soit par une modification des règles de maintenance des joints électriques concernés.

6.3 - L'aptitude au shuntage des locomotives BB 60000

Les deux scénarios susceptibles d'expliquer la réouverture intempestive du passage à niveau n° 40 d'Amilly qui s'est produite en octobre 2012, supposent qu'un déshuntage est survenu sur sa zone d'annonce alors occupée par un train constitué de deux locomotives de la série BB 60000 circulant haut-le-pied.

Jusqu'au déshuntage constaté le 13 novembre 2013 à Courville-sur-Eure sur la même ligne ferroviaire, l'absence de cas connu impliquant des locomotives BB 60000 pouvait laisser planer un doute sur leur vraisemblance. Tel n'est plus le cas.

À cet égard, les rapports d'essais d'homologation de la série BB 60000 montrent que, sans les scrubbers, les engins concernés ne respectent pas les exigences de la spécification SAM S 004 édictée par l'EPSF concernant l'aptitude au shuntage des matériels roulants.

Les scrubbers sont appliqués sur les tables de roulement des roues en parallèle avec le frein pneumatique de l'engin concerné. Lors des parcours sans freinage, ils ne sont donc pas mis en œuvre.

Ainsi, après un long parcours sans freinage, comme cela a été le cas du train n° 320012 entre Le Mans et Amilly, il n'est pas certain que l'aptitude au shuntage des locomotives BB 60000 soit toujours assurée.

La procédure des essais d'homologation actuellement en vigueur ne prend pas en compte cette problématique propre aux engins équipés de scrubbers couplés au frein pneumatique.

Recommandation R2 (EPSF) :

Amender la spécification SAM S 004 afin que l'évaluation de l'aptitude au shuntage des engins thermiques équipés de scrubbers couplés au frein pneumatique tienne compte du fait qu'au cours de leur vie, ces engins effectueront inévitablement des parcours significatifs sans freinage.

Recommandation R3 (EPSF, SNCF Infra) :

Mettre en œuvre un retour d'expérience ciblé sur les déshuntages impliquant des locomotives thermiques circulant haut-le-pied.

Vérifier si les séries équipées de scrubbers couplés avec les freins présentent une fréquence d'occurrence des déshuntages supérieure à la moyenne, en ne tenant compte que des parcours haut-le-pied.

Définir, le cas échéant, les mesures à prendre.

7 - Conclusions et recommandations

7.1 - Les conclusions

La cause immédiate de l'accident est la réouverture prématurée du passage à niveau n° 40 alors que le train n° 320012 était encore en approche, à une distance comprise entre 300 m et 220 m de la voie routière.

Cette réouverture a été déclenchée par un réarmement intempestif du dispositif d'annonce de ce passage à niveau, dont les causes n'ont pas pu être déterminées de façon certaine.

Des investigations effectuées, il ressort que deux scénarios, qui présentent chacun un très faible niveau de probabilité, peuvent expliquer ce réarmement. Ils supposent tous les deux un déshuntage de l'un des circuits de voie de la zone d'annonce.

Dans le premier scénario, le plus vraisemblable, ce déshuntage aurait été de courte durée, mais se serait produit simultanément à une chute induite du circuit de voie de la zone courte.

Dans le second scénario, le déshuntage de la zone d'annonce aurait duré plus d'une minute, permettant ainsi l'enclenchement et le maintien jusqu'à son terme de la temporisation de libération de l'ouverture du passage à niveau concerné.

7.2 - Les recommandations

À la lumière de ces éléments, le BEA-TT formule les trois recommandations suivantes :

Recommandation R1 (SNCF Infra, RFF) :

Sur les passages à niveau dont la zone de continuité d'annonce est séparée de la zone courte (montage aval), améliorer la sécurité de la fonction de réarmement de l'annonce par la zone courte, soit par une modification technique du circuit de réarmement, soit par une modification des règles de maintenance des joints électriques concernés.

Recommandation R2 (EPSF) :

Amender la spécification SAM S 004 afin que l'évaluation de l'aptitude au shuntage des engins thermiques équipés de scrubbers couplés au frein pneumatique tienne compte du fait qu'au cours de leur vie, ces engins effectueront inévitablement des parcours significatifs sans freinage.

Recommandation R3 (EPSF, SNCF Infra) :

Mettre en œuvre un retour d'expérience ciblé sur les déshuntages impliquant des locomotives thermiques circulant haut-le-pied.

Vérifier si les séries équipées de scrubbers couplés avec les freins présentent une fréquence d'occurrence des déshuntages supérieure à la moyenne, en ne tenant compte que des parcours haut-le-pied.

Définir, le cas échéant, les mesures à prendre.

ANNEXES

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête

Annexe 2 : Généralités sur les circuits électriques et les relais de sécurité des passages à niveau

Annexe 3 : Résultats des mesures des tensions d'alimentation des circuits de voie de la voie 2 au droit du PN n° 40

Annexe 4 : Relevés des tensions résiduelles lors des passages des trains sur les zones d'annonce paires de la voie 2 du PN n° 40

Annexe 5 : Compte rendu d'observations et de mesures portant sur les circuits de voie de la voie 2 du PN n° 40

Annexe 6 : Mesures des résistances ohmiques des essieux des locomotives BB 60104 et BB 60031

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête



Liberté • Égalité • Fraternité
REPUBLIQUE FRANÇAISE

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 30 octobre 2012

DECISION BEA-TT 2012-016

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

Vu le code des transports et notamment le titre II du livre VI de la 1^{re} partie relatif à l'enquête technique après un accident ou un incident de transport ;

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 de l'accident survenu le 27 octobre 2012 sur le passage à niveau n° 40 de la ligne ferroviaire de Paris au Mans

décide

Article 1 : Une enquête technique est ouverte en application du titre II du livre VI de la 1^{re} partie du code des transports sur la collision entre deux locomotives, un minibus et une voiture particulière survenue le 27 octobre 2012 à Amilly en Eure-et-Loir (28) sur le passage à niveau n° 40 de la ligne ferroviaire de Paris au Mans.

Le Directeur du BEA-TT

Claude AZAM

Annexe 2 : Généralités sur les circuits électriques et les relais de sécurité des passages à niveau

1 - Les circuits électriques

Les circuits électriques des passages à niveau sont conçus et réalisés suivant les mêmes principes et avec les mêmes éléments de base que les systèmes de signalisation et de contrôle-commande ferroviaires.

Classiquement, le principe essentiel est celui de la sécurité intrinsèque.

Selon ce principe, la défaillance d'un élément doit toujours se traduire par une situation de la circulation allant dans un sens plus restrictif et donc, a priori, plus sécuritaire.

Par exemple, en signalisation ferroviaire, la coupure d'un fil ou une absence de contact dans un commutateur ou un relais doit se traduire par la présentation d'un signal restrictif (arrêt ou avertissement selon le cas).

Par ailleurs, un signal éteint est interprété par le conducteur comme donnant l'indication la plus restrictive possible.

2 - Les équipements de sécurité

Les équipements sont conçus et installés de telle sorte que leurs modes de défaillances soient physiquement orientés dans le sens de la sécurité.

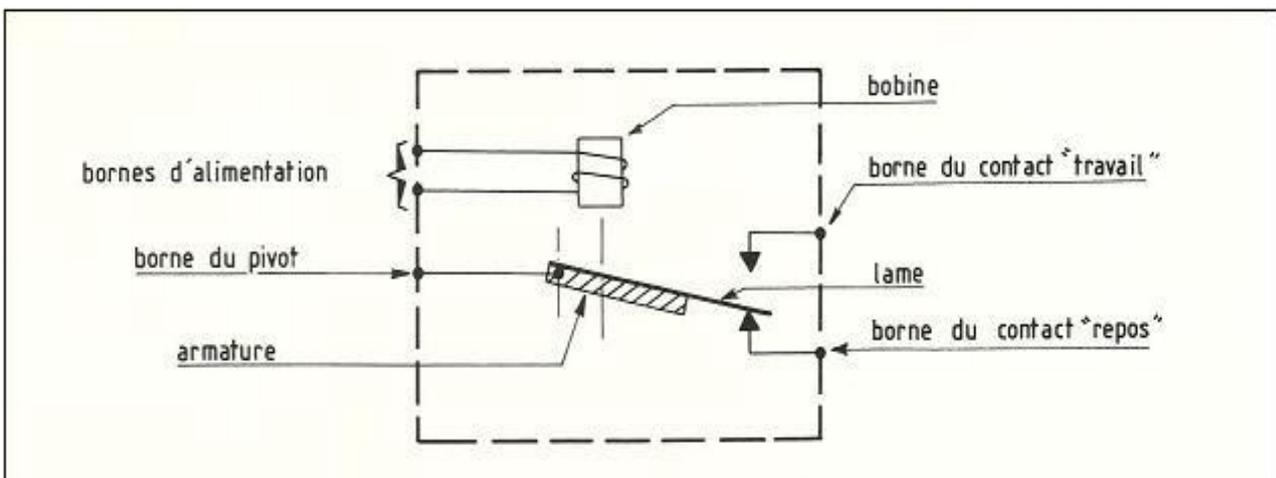
Les équipements sont identifiés individuellement et suivis dans des bases de données ad hoc. Lorsque, malgré les précautions prises, un équipement a une défaillance dans le sens contraire à la sécurité, celle-ci fait l'objet d'une analyse approfondie par les experts des services concernés. Si nécessaire, des mesures conservatoires sont prises portant sur les équipements du même type et des mesures correctives sont étudiées.

L'ordre de grandeur du taux de défaillance contraire à la sécurité d'un équipement de sécurité est d'une défaillance par milliard d'heures de fonctionnement.

De telles défaillances sont donc très rares et ont généralement un caractère non fugitif.

Exemple : le relais de signalisation

Les passages à niveau utilisent des organes de commutation qui sont des relais électromécaniques à position de « travail » non stabilisée. Le passage de la position de « travail » dite « haute » à la position de « repos » ou « basse » se fait sous l'effet de la pesanteur.



Une des causes possibles d'une défaillance contraire à la sécurité est le soudage de la lame sur le contact « travail ». La SNCF impose donc des caractéristiques d'insoudabilité qui sont vérifiées lors du processus d'homologation du type de relais concerné.

En outre, une telle défaillance lorsqu'elle se produit exceptionnellement conduit à un défaut permanent ou, a minima, laisse des traces indélébiles qui sont détectées lors des expertises.

Annexe 3 : Résultats des mesures des tensions d'alimentation des circuits de voie de la voie 2 au droit du PN n° 40

Pour la zone Z12B mesure réalisée le 07 Novembre 2012 Temps T/N (Tempéré / Normal)
CdV UM71CB (F : 2000Hz)

Côté émission		Côté réception	
Sortie bloc émetteur <i>Mesure réalisée côté voie</i>	Au BA ou CI	à la voie	Au BRB
UEM (~)	UVE (~)	UVR (~)	UBIA (~)
71.5 V	4,7 V	2,94 V	2.35 V
Tolérances min / max	3.85 / 5.45	1.45 / 3.35	1.15 / 2.70

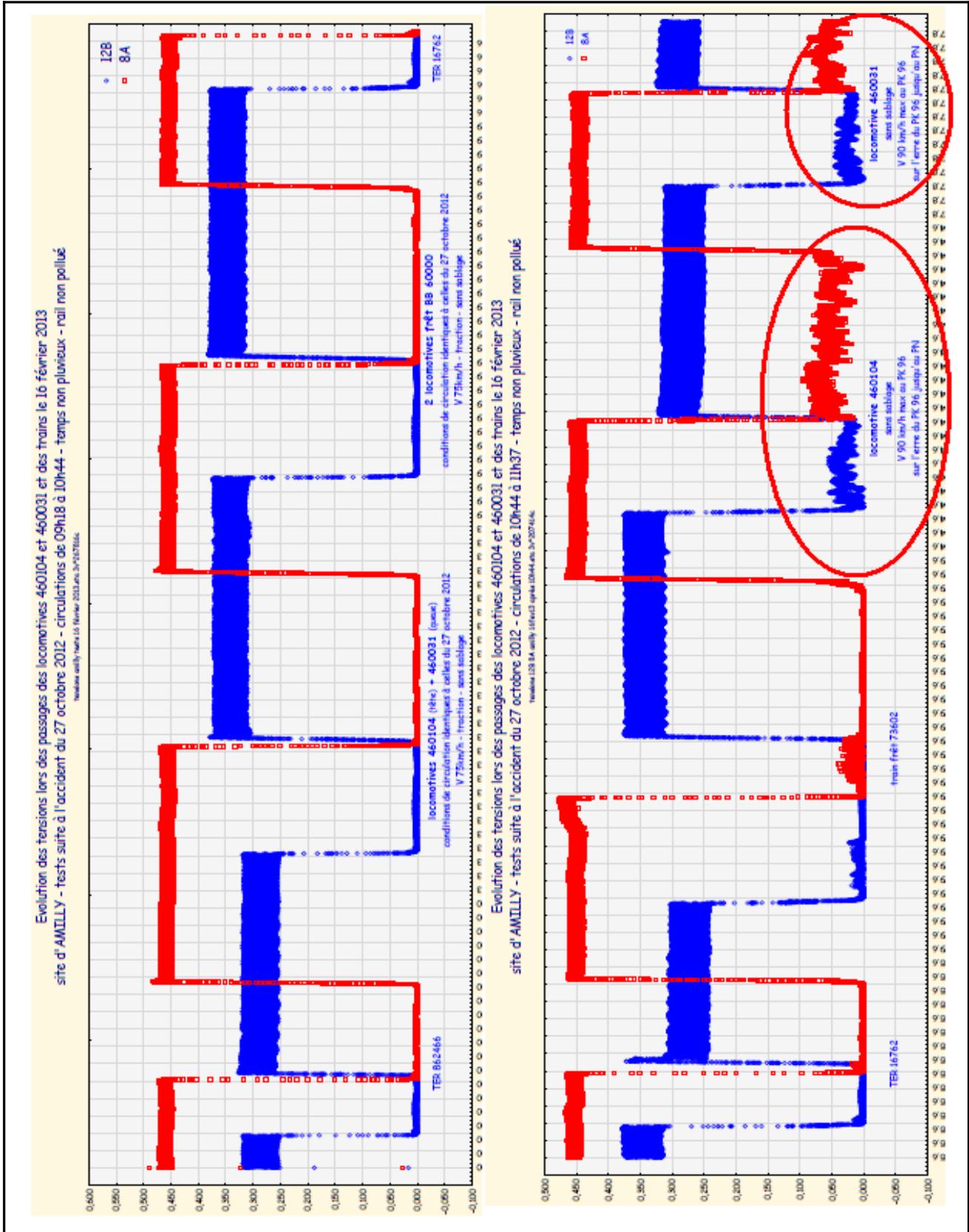
Pour la zone Z8A mesure réalisée le 07 Novembre 2012 Temps T/N (Tempéré / Normal)
CdV UM71CB (F : 2600Hz)

Côté émission		Côté réception	
Sortie bloc émetteur <i>Mesure réalisée côté voie</i>	Au BA ou CI	à la voie	Au BRB
UEM (~)	UVE (~)	UVR (~)	UBIA (~)
76.8 V	4,8 V	2,85 V	2.54 V
Tolérances min / max	3.90 / 5.30	2.05 / 3.95	1.55 / 3.00

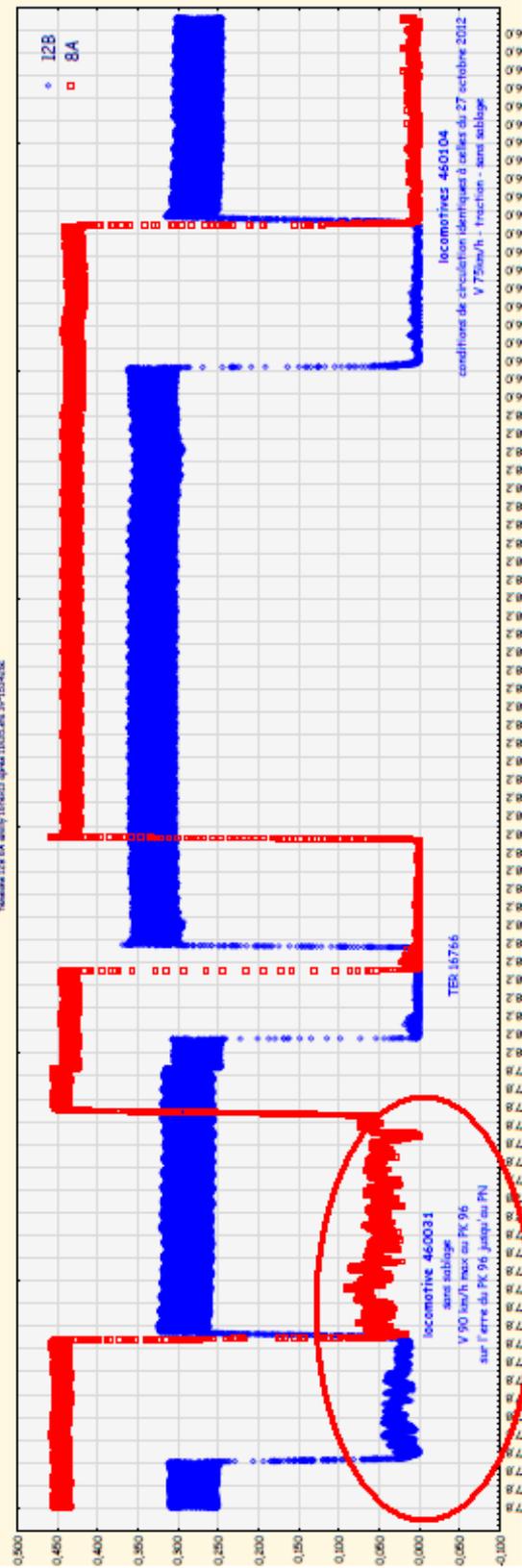
Pour la zone courte Z8Bbis mesure réalisée le 07 Novembre 2012 Temps T/N (Tempéré / Normal)
CdV CV-SJB (F : 9500Hz)

		SDCP BRB TAd	SDCP BRB
		UBIAE Ou UTAd	UBAR (~)
		27,19 V	453 mV
Tolérances min / max			390 / 580

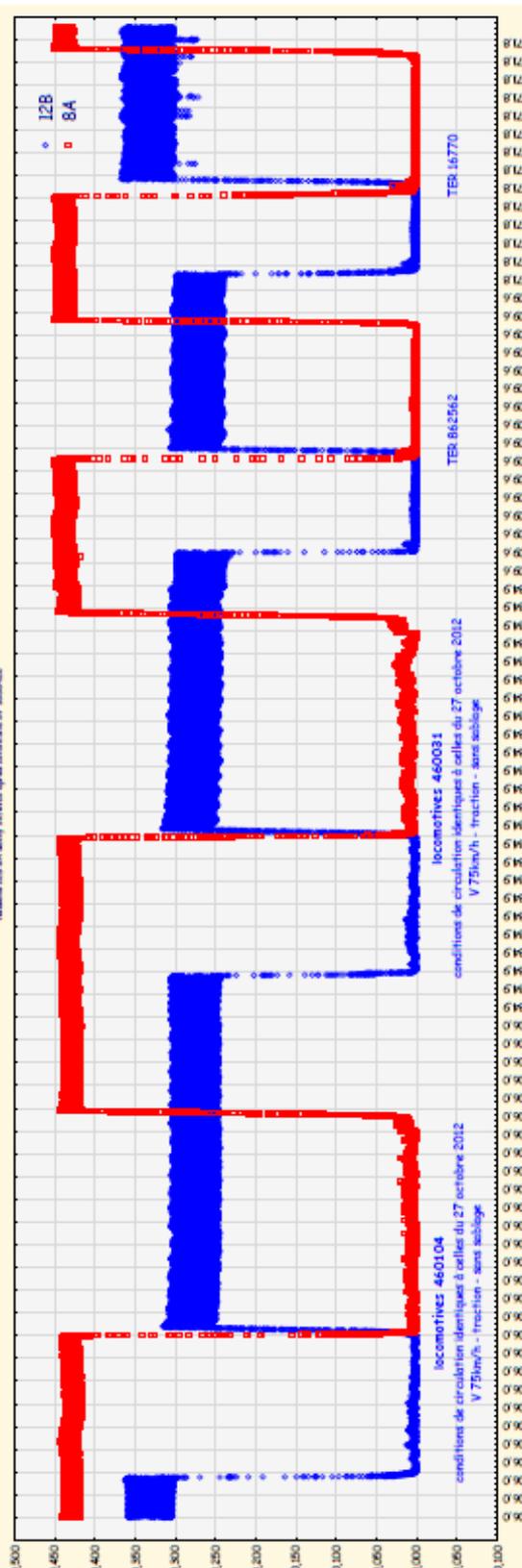
Annexe 4 : Relevés des tensions résiduelles lors des passages des trains sur les zones d'annonce paires de la voie 2 du PN n° 40



Evolution des tensions lors des passages des locomotives 460104 et 460031 et des trains le 16 février 2013
 site d'AMILLY - tests suite à l'accident du 27 octobre 2012 - circulations de 11h36 à 13h38 - temps non pluvieux - rail non pollué



Evolution des tensions lors des passages des locomotives 460104 et 460031 et des trains le 16 février 2013
 site d'AMILLY - tests suite à l'accident du 27 octobre 2012 - circulations de 13h36 à 14h45 - temps non pluvieux - rail non pollué



Annexe 5 : Compte rendu d'observations et de mesures portant sur les circuits de voie de la voie 2 du PN n° 40

PROJETS SYSTÈME INGÉNIERIE	Ligne 420 000 de Paris à Brest. Segment 3095 de Chartres à La Loupe.	
Département PSIGT-SF	Examen des Circuits de voie z8BBis, z8A et z12B	Page : 1 / 10

1. Objet.

Le présent document détaille les observations réalisées le 16 mai 2013 sur les CdV des zones z12B, z8A et z8BBis, entre les Pk 94 et Pk 96 de la ligne 420 000 de Paris Montparnasse à Brest.

Ces observations ont été menées en vue d'expliquer les tensions fluctuantes à voie libre sur la zone z12B.

Afin d'éclairer les observations sur site, différentes bases de données décrivant les installations du RFN ont été utilisées (ARMEN FAS, ARMEN PN, RESEAU, REZOSCOPE, "E2"). Les informations correspondantes sont reprises dans ce document.

2. Mesure d'ordre.

Les informations reprises dans ce document ont valeur de simple renseignement sur l'état des installations le 16 mai 2013. En effet, les zones observées sont sous scellés judiciaires suite à l'accident survenu au PN 40. En conséquence, l'intervention, non intrusive par nécessité, est limitée aux observations visuelles et relevés des tensions sur des parties accessibles des installations :

- V1V2, V1-2 et V2-3 aux bornes des blocs d'accord,
- courant aux bornes réception du BER de la zone z8BBis lors d'essais de shunt sur la zone z8A.

La configuration du site et les points de mesure sont schématisés en annexes.

3. Lexique / Abréviations.

- ARMEN : Application de Recensement Multi-Spécialités des Équipements Nomenclaturés.
- BA : Bloc d'Accord, installé dans le JES, et utilisé pour court circuiter la fréquence du CdV adjacent.
- BIA : Boucle inductive accordée, utilisée pour l'émission et la réception des CdV SJB et la réception des CdV UM 71 CB.
- CdV : Circuit de Voie.
- CdV SJB : Circuit de Voie Sans Joint à Boucles.
- CdV UM 71 CB : Circuit de Voie Universel Modulé année 1971 Compensé à réception sur Boucle.
- CIT : Connexion Inductive à Transformateur, utilisée pour assurer une liaison électrique longitudinale (pour la continuité électrique longitudinale de la voie) ou transversale (pour la mise en parallèle de deux voies).
- E2 : Extraction de la base de données compilant le trafic SNCF, permettant d'estimer le tonnage moyen journalier d'un segment de ligne du RFN.
- FAS : Fichier des Appareils de Signalisation (sous ensemble d'ARMEN).

- JES : Joint Électrique de Séparation, assurant la limite entre deux zones de Circuit de Voie UM 71 sans nécessiter l'interruption mécanique du rail.
- LT : Liaison Transversale. En électrification en 1500 V continu, liaison électrique réalisée entre les voies d'une même plateforme.
- Pk : Point kilométrique.
- PN : Passage à Niveau.
- RESEAU : Base de données des éléments constitutifs du RFN.
- REZOSCOPE : Système d'information géographique détaillant la constitution et la localisation des lignes du RFN.
- RFN : Réseau Ferré National.
- SHR : SHunt Résonnant, utilisé pour court circuiter la voie à la fréquence du CdV court.
- SVa : Self de Voie à air, installée dans le JES, et utilisée pour équilibrer les courants de retour traction entre files de rails.
- Voie Libre : État d'une zone libre de circulation.
- Voie occupée : État d'une zone avec présence d'une circulation.
- Zone : Tronçon de voie doté d'un système de détection des circulations (le plus souvent par CdV).

4. Identification des matériels.

Les matériels sont identifiés à partir du marquage sur la plaque de firme, et s'il y a lieu par l'inscription dans ARMEN FAS.

5. Trafic entre Chartres et La Loupe.

Au sens du relevé "E2", pour l'année 2012, sur le segment 3095 entre Chartres et La Loupe, le trafic est de :

- 9570 t/j dans le sens impair,
- 9074 t/j dans le sens pair.

Le nombre moyen de circulations calculé pour "E2" est légèrement inférieur aux données ARMEN PN. Toutefois, les données des Exploitants Ferroviaires autres que SNCF ne sont pas reprises au "E2", ce qui explique la différence. Les chiffres ci-avant sont donc un minimum.

6. État de surface du rail des zones z12B et z8A.

Les rails sont marqués "1982", ce qui est cohérent avec le dernier renouvellement de voie sur ce tronçon.

Visuellement, le rail apparaît "acier brillant" sur une largeur significative, avec toutefois des empreintes en creux, de petite taille (moins de 5 mm). Il apparaît également par endroit une trace non brillante entre deux bandes brillantes. Cette observation, courante, est liée au profil de meulage, favorisant le contact roue/rail dans l'axe de l'âme du rail.

	Ligne 420 000 de Paris à Brest. Segment 3095 de Chartres à La Loupe.	
	Examen des Circuits de voie z8BBis, z8A et z12B	Page : 3 / 10

Au contact, le rail laisse sur le doigt une trace de couleur rouille, non grasse. Il n'apparaît aucune trace de sablage, observation cohérente avec une voie en alignement, et quasiment sans déclivité.

La qualité du contact rail/roue est donc satisfaisante le jour des observations.

7. Passage à niveau PN 40.

Le passage à niveau PN 40 est localisé au Pk 94.203 de la ligne 420 000. Selon les indications d'ARMEN PN (données à la date du 2 mai 2013), le moment du PN 40 est de 99470 (58 circulations ferroviaires et 1715 véhicules routiers) et le délai d'annonce, fixé à 30 secondes, est de :

- 30,8 secondes dans le sens impair,
- 33,0 secondes dans le sens pair.

Pour les circulations de sens pair sur la voie 2, l'annonce est assurée par un détecteur électronique installé au Pk 95,673 (z12B), la continuité d'annonce par les zones z12B et z8A. La zone courte est assurée par la zone z8BBIS.

8. Électrification, CRCT, protection des structures et terres.

La ligne est électrifiée en 1500 V continu. Il n'existe pas d'équipement spécifique au CRCT sur les zones z12B, z8A et z8BBIS.

La liaison transversale (LT) la plus proche, au Pk 94,000, est installée sur les zones z8B et z7B. Cette LT, réalisée avec des CIT 1400 CT1, collecte l'ensemble des masses de la gare à travers un intervalle de décharge. Les liaisons transversales encadrantes sont à 1698 m côté Paris et 4115 m côté Brest.

Les points milieu des SVa sont raccordés à un parafoudre dans les centres de signalisation par l'intermédiaire d'un câble U1000R02V 1c de 10 mm².

En application des dispositions de la Lettre Directive LD2277, ces installations doivent être déposées. En effet, cette disposition est inefficace vis-à-vis de la foudre. De plus, la dégradation de l'isolant du câble entraîne un risque de création d'une liaison à la terre intempestive (risque de corrosion électrique) et la création de liaison extérieure non prévue (risque de non détection d'un rail cassé).

9. État général des Circuits de Voie.

L'observation des matériels de ces Circuits de Voie (Condensateurs, BIA, Blocs d'accord, TAd-SP, BRB, EM-MOD et RE-MOD) montre un matériel relativement ancien, pouvant, pour certains matériels, dater du dernier renouvellement de voie (mise en service en septembre 1983).

Aucun des matériels actuellement en service n'a fait l'objet de restriction d'usage.

10. Zone longue UM71 CB z8B (2000 Hz).

La zone z8B, de type UM 71 CB 2000 Hz, assure, avec la zone z8A, la détection des circulations sur le canton protégé par le signal 95,2P. La zone est localisée voie 2, entre les Pk 93,847 et Pk 94,267. Elle est terminée aux deux extrémités par un JES (Joint Électrique de Séparation). Seule la réception de la zone (côté Brest) a été visitée.

Le TAd-SP et le BRB, installés dans un regard dans le quai de la gare de Amilly Ouerray n'ont pu être observés.

Pour ARMEN, l'identification des blocs est la suivante :

Fct	Symbole	AS	Const.	Lser	NSER	TCFAC	DAFAB	DAFON	Fonction
EmZ	79544011	NCO EM MOD V2.F1	CSEE	FA	8671	2115	02/05/07	06/08/07	EMZ 8B
TAd	79544378	TRANSFO ADAP SP	Non recensé.						
BA	79543585	BLOC ACCORD V2 F1 2000	CSEE	BD	61118	5313	01/08/98	03/11/98	BA EMZ 8B
BA	79543585	BLOC ACCORD V2 F1 2000	CSEE	BD	61109	5313	01/08/98	03/11/98	BA REZ 8B
BIA	79544363	BOUCLE IND. ACCORDEE BIA	ETRE	AA	1610	10843	01/12/82	13/09/83	BIA REZ 8B
BRB	79544360	BRB 2000 HZ	AEMM	AC	349	10843	01/12/82	13/09/83	BRB REZ 8B
ReZ	79544006	NCO RE MOD V2.F1	CSEE	BD	3835	10843	01/01/82	13/09/83	REZ 8B

Il n'est pas constaté de divergence avec les matériels observés sur site. L'état de la plaque de firme ne permet pas de relever l'identification de la SVa.

La zone, de 420 m, n'est pas compensée. Les éléments portés sur la fiche de maintenance (fiche de substitution, la fiche de référence étant sous scellé judiciaire) sont cohérents avec les observations sur site et avec le référentiel IN 657.

Il est procédé au relevé des accords des BA et de la tension aux bornes de la SVa. Les relevés et contrôles des impédances dans le JES z8B/z8A sont détaillés au §14.

11. Zone courte z8BBis (9500 Hz).

La zone z8BBis, de type SJB 9500 Hz, assure la fonction zone courte du passage à niveau PN 40. Le bloc N.S1 BER 9500, identifié 7.954.4347 ERJI AE 01431, de Juillet 1997, est installé dans la guérite du PN 40. Les courts circuits limitant la zone sont assurés :

- à l'émission par un shunt résonnant SHR 9500 Hz,
- à la réception par le BA [F2] du Joint Électrique de Séparation (JES) des zones z8B et z8A.

L'émission de la zone est installée en aval du PN, aux environs du PK 94,178.

Les identifications du SHR 9500 Hz et de la BIA n'ont pas été vérifiées (plaques de firme des BIA non lisibles). La réception de la zone est couplée avec la réception de la zone longue z8B, de type UM 71 CB (montage annexe B1 planche 10 fig. 1). La mise en œuvre impose maintenant l'émission sur le bloc d'accord, de façon à éviter la chute intempestive de la zone courte en cas de saturation du SHR 9500 Hz. Toutefois, il n'est pas nécessaire de modifier la mise en œuvre des CdV ne posant pas de problème de disponibilité.



Pour ARMEN, l'identification des blocs est la suivante :

Fct	Symbole	AS	Const.	Lser	NSER	TCFAC	DAFAB	DAFON	Fonction
BER	79544347	NS1 CV SJB 9500	ERJI	AE	1431	5547	01/07/97	14/03/98	BER 8B BIS
SHR	Non recensé								
BIA	79544363	BOUCLE IND. ACCORDEE BIA	SAMI	AA	8640	6825	01/03/93	13/09/94	BIA EMZ 8BBIS
BIA	79544363	BOUCLE IND. ACCORDEE BIA	ETRE	AA	1610	10843	01/12/82	13/09/83	BIA REZ 8B
SHR	79543586	BLOC ACCORD V2 F2 2600	CSEE	BB	54743	6715	01/04/92	01/01/95	BA EMZ 8A

Il a été observé lors d'essais de shunt sur la zone z8A une légère augmentation du courant à la réception de la zone z8BBis :

Z8A	I _{RE}
VL	6,9 mA
Sh = 0 à 130 m (~ Pk 94.370)	7,5 mA
Sh = 0 à 180 m (~ Pk 94.430)	7,9 mA
Sh = 0 à 230 m (~ Pk 94.470)	8,3 mA
Sh = 0 à 280 m (~ Pk 94.530)	7,6 mA

Le BA assure donc imparfaitement sa fonction court-circuit (cf. ci-après analyse du JES z8B/z8A au §14). Dans l'état actuel du bloc, cette observation est sans impact sur le fonctionnement du Circuit de Voie. En cas de dégradation plus importante du BA, le CdV court est susceptible de chuter intempestivement (état voie occupée), et de remonter (état voie libre) à l'approche d'une circulation, avant de chuter à nouveau lors de l'occupation de la zone par la circulation.

12. Zone longue UM71 CB z8A (2600 Hz).

La zone z8A, de type UM 71 CB 2600 Hz, assure :

- avec la zone z8B, la détection des circulations sur le canton protégé par le signal 95,2P.
- avec la zone z12B, la continuité de l'annonce V2P (voie 2 sens pair) du PN 40.

La zone est localisée voie 2, entre les Pk 94,267 et 95,231. Elle est terminée aux deux extrémités par un JES (Joint Électrique de Séparation). L'émetteur de la zone est situé dans la guérite du PN40 ; le récepteur est installé dans la guérite du signal 95,2P. Les matériels constituant la zone sont les suivants :

Fct	Symbole	AS	Const.	Lser	NSER	TCFAC	DAFAB	DAFON	Fonction
EmZ	79544012	NCO EM MOD V2.F2	CSEE	FA	8045	3311	01/12/03	27/04/04	EMZ 8A
TAd	79544378	TRANSFO ADAP SP	CSEE	AA	1431	10843	01/06/83	13/09/83	TAD EMZ 8A
BA	79543586	BLOC ACCORD V2 F2 2600	CSEE	BB	54743	6715	01/04/92	01/01/95	BA EMZ 8A
BA	79543586	BLOC ACCORD V2 F2 2600	CSEE	BD	60920	5312	01/06/98	04/11/98	BA REZ 8A
BIA	79544363	BOUCLE IND. ACCORDEE BIA	ETRE	AA	1188	10822	01/03/82	04/10/83	BIA REZ 8A
BRB	79544362	BRB 2600 HZ	MONT	AE	2265	845	02/07/07	27/01/11	BRB REZ 8A
ReZ	79544005	NCO RE MOD V2.F2	CSEE	BC	1957	10822	01/10/77	04/10/83	REZ 8A

Il n'est pas constaté de divergence avec les matériels observés sur site. Toutefois, l'état de la plaque de firme ne permet pas de relever l'identification de la SVa.

La zone, de 964 m, est compensée avec 9 condensateurs et un demi-pas d'extrémité de 77 m. Les éléments portés sur la fiche de maintenance (fiche de substitution, la fiche de référence étant sous scellé judiciaire) sont cohérents avec les observations sur site et avec le référentiel IN 657.

	Ligne 420 000 de Paris à Brest. Segment 3095 de Chartres à La Loupe.	
	Examen des Circuits de voie z8BBis, z8A et z12B	Page : 6 / 10

Il est procédé au relevé des accords des BA et de la tension aux bornes de la SVa. Les relevés et contrôles des impédances dans le JES z8A/z12B sont détaillés au §15.

13. Zone longue UM71 CB z12B (2000 Hz).

La zone z12B, de type UM 71 CB 2000 Hz, assure :

- avec la zone z12A, la détection des circulations sur le canton protégé par le signal 96.7P.
- avec la zone z8B, la continuité de l'annonce V2P (voie 2 sens pair) du PN 40.

La zone est localisée voie 2, entre les Pk 95,231 et Pk 95,855. Elle est terminée aux deux extrémités par un JES (Joint Électrique de Séparation). L'émetteur de la zone est situé dans la guérite 95,2P ; le récepteur est installé dans la guérite du signal 95,9I. Les matériels constituant la zone, et le JES z12B/z12A, sont les suivants :

Fct	Symbole	AS	Const.	Lser	NSER	TCFAC	DAFAB	DAFON	Fonction
EmZ	79544011	NCO EM MOD V2.F1	CSEE	FA	9182	229	03/12/07	04/10/12	EMZ 12B
TAd	79544378	TRANSFO ADAP SP	CSEE	AA	1452	10822	01/06/83	04/10/83	TAD EMZ 12B
BA	79543585	BLOC ACCORD V2 F1 2000	CSEE	BD	61128	5312	01/08/98	04/11/98	BA EMZ 12B
BA	79543585	BLOC ACCORD V2 F1 2000	CSEE	BA	51202	6715	01/02/89	01/01/95	BA REZ 12B
BIA	79544363	BOUCLE IND. ACCORDEE BIA	ETRE	AA	1624	7883	01/12/82	21/10/91	BIA REZ 12B
BRB	79544360	BRB 2000 HZ	AEMM	AC	360	7883	01/12/82	21/10/91	BRB REZ 12B
ReZ	79544006	NCO RE MOD V2.F1	CSEE	BD	3588	10843	01/06/81	13/09/83	REZ 12B
SVa	79544003	SELF A AIR SVA 1000C							
BA	79543586	BLOC ACCORD V2 F2 2600	CSEE	BB	56341	6715	01/11/94	01/01/95	BA EMZ 12A

Il n'est pas constaté de divergence avec les matériels observés sur site. Toutefois, l'état de la plaque de firme ne permet pas de relever l'identification de la SVa.

La zone, de 624 m, est compensée avec 6 condensateurs et un demi-pas d'extrémité de 49 m. Les éléments portés sur la fiche de maintenance (fiche de substitution, la fiche de référence étant sous scellé judiciaire) sont cohérents avec les observations sur site et avec le référentiel IN 657.

Il est procédé au relevé des accords des BA et de la tension aux bornes de la SVa. Les relevés et contrôles des impédances dans le JES z12B/z12A sont détaillés au §16.

14. Vérification de l'état du JES 8B/8A.

14.1. Répartition des impédances du JES.

	Réception 8B (F1)	SVa	Émission 8A (F2)	U1/U2	U1/U3
2000	U1	U2	U3	2,4 - 2,6	>20
	1.110 V	0.400 V	0.047 V	2.775	23.61
2600	U3	U2	U1	2,2 - 2,5	>15
	0.246 V	1.570 V	4.500 V	2.866	18.29

14.2. Fonction condensateur et court circuit des BA.

	Réception 8B (F1)		Émission 8A (F2)		V1-2 / V2-3	
	V1-2	V2-3	V1-2	V2-3	1,75-2,10	1,00-1,15
2000	2.570 V	1.400 V	1.970 V	0.231 V	1.835	8.528
2600	4.100 V	3.850 V	11.200 V	0.040 V	1.065	280.0

14.3. Analyse.

On observe que les tensions U1/U2 sont légèrement au dessus du seuil. On observe également que les fonctions condensateurs et Court Circuit du BA émission de la zone 8A ne sont pas corrects. Ce BA est défectueux et devra donc être changé.

En cas de dégradation plus importante du BA, une chute intempestive (voie occupée en l'absence de circulation) des zones z8B et z8A pourrait être observée.

15. Vérification de l'état du JES 8A/12B.

15.1. Répartition des impédances du JES.

	Réception 8A (F2)	SVa	Émission 12B (F1)	U1/U2	U1/U3
	2600	U1	U2	U3	2,4 - 2,6
	3,160 V	1,100 V	0,161 V	2.873	19.25
2000	U3	U2	U1	2,2 - 2,5	>15
	0,270 V	1,800 V	5,300 V	2.944	19.62

15.2. Fonction condensateur et court circuit des BA.

	Réception 8A (F2)		Émission 12B (F1)		V1-2 / V2-3	
	V1-2	V2-3	V1-2	V2-3	0.50-0.70	1,00-1,15
2600	7.900 V	4.700 V	2.800 V	2.700 V	1.680	1.037
2000	9.400 V	9.600 V	12.00 V	6.700 V	0.979	1.791

15.3. Analyse.

Les mesures laissent un doute sur le bon fonctionnement de la fonction "Condensateur" du bloc d'accord réception de la zone z8A. Ce dysfonctionnement, s'il est avéré, est susceptible de provoquer une chute intempestive (voie occupée en l'absence de circulation) de la zone 8A.

	Ligne 420 000 de Paris à Brest. Segment 3095 de Chartres à La Loupe.	
	Examen des Circuits de voie z8BBis, z8A et z12B	Page : 8 / 10

Les autres éléments étant corrects, cette mesure devra être refaite avant de conclure à un dysfonctionnement du BA.

16. Vérification de l'état du JES 12B/12A.

16.1. Répartition des impédances du JES.

	Réception 12B (F1)	SVa	Émission 12A (F2)	U1/U2	U1/U3
2000	U1	U2	U3	2,4 - 2,6	>20
	0,062 V	0,950 V	0,120 V	0,065	0,517
2600	U3	U2	U1	2,2 - 2,5	>15
	0,010 V	1,090 V	3,300 V	3,027	330

16.2. Fonction condensateur et court circuit des BA.

	Réception 12B (F1)		Émission 12A (F2)		V1-2 / V2-3	
2000	V1-2	V2-3	V1-2	V2-3	1,75-2,10	1,00-1,15
	0,095 V	0,087 V	5,000 V	4,400 V	1,092	1,136
2600	V1-2	V2-3	V1-2	V2-3	1,00-1,15	0.50-0.70
	0,140 V	0,131 V	8,120 V	4,200 V	1,068	1,933

16.3. Analyse.

Les mesures ne sont pas compatibles avec un CdV Haut, ce qui était le cas lors des mesures. Il y a lieu de supposer, lors des mesures, un défaut de contact sur les bornes des blocs d'accord. Les mesures devront donc être refaites avant de conclure à une défaillance du BA.

On observe que les fonctions "court-circuit" des deux blocs sont satisfaisantes.

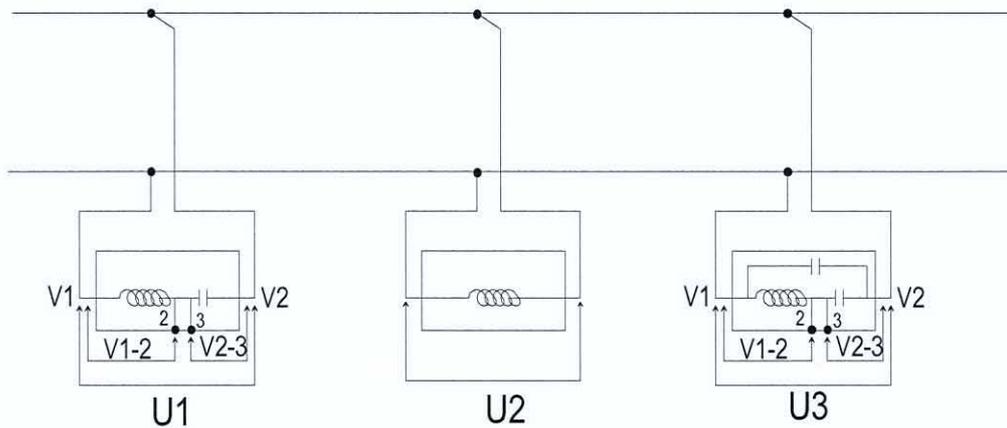
17. Conclusion.

Bien que certaines devraient être renouvelées, les mesures ont révélé un bloc défaillant, et de façon générale un matériel vieillissant.

En cas de dégradation plus importante, la défaillance du BA émission de la zone z8A pourrait provoquer une chute intempestive des zones z8B et z8A.

La défaillance intermittente de composants internes aux blocs d'accord (condensateurs d'accord), ou de condensateurs de compensation de la voie peuvent expliquer les variations de tensions à la réception de la zone z12B.

Annexe 2 - Tensions mesurées dans le JES.



Annexe 6 : Mesures des résistances ohmiques des essieux des locomotives BB 60104 et BB 60031

Résultats pour la locomotive 460104

Locomotive n° 460 104 (faces internes des roues)				
Extrémité 1 – Bogie n° Y420 - 207		Extrémité 2 – Bogie n°Y420 - 209		
Essieu 1 n° 653 416	Essieu 2 n° 653 411	Essieu 3 n° 653 420	Essieu 4 n°653 418	
Roue 1 - Roue 2	Roue 3 - Roue 4	Roue 5 - Roue 6	Roue 7 - Roue 8	
Moyenne (mΩ)	3,31	4,21	1,93	1,50
Maximum (mΩ)	5,95	8,42	4,04	3,54
Minimum (mΩ)	0,48	2,36	1,01	0,94

Tableau 2 : Résistivités entre les faces internes des roues de la locomotive 460 104

Locomotive n° 460 104 (tables de roulement)				
Extrémité 1 – Bogie n° Y420 - 207		Extrémité 2 – Bogie n°Y420 - 209		
Essieu 1 n° 653 416	Essieu 2 n° 653 411	Essieu 3 n° 653 420	Essieu 4 n°653 418	
Roue 1 - Roue 2	Roue 3 - Roue 4	Roue 5 - Roue 6	Roue 7 - Roue 8	
Moyenne (mΩ)	2,07	2,17	1,72	1,62
Maximum (mΩ)	3,40	4,38	3,03	1,65
Minimum (mΩ)	0,34	1,11	1,08	1,58

*Mesures difficiles à réaliser, problème de contacts de surface

Tableau 3 : Résistivités entre les tables de roulement de la locomotive 460 104

Résultats pour la locomotive 460031

Locomotive n° 460 031 (faces internes des roues)				
Extrémité 1 – Bogie n° Y420 - 065		Extrémité 2 – Bogie n°Y420 - 066		
Essieu 1 n° 653 140	Essieu 2 n° 653 121	Essieu 3 n° 653 144	Essieu 4 n°653 138	
Roue 1 - Roue 2	Roue 3 - Roue 4	Roue 5 - Roue 6	Roue 7 - Roue 8	
Moyenne (mΩ)	1,02	1,85	2,22	2,35
Maximum (mΩ)	1,72	4,38	4,38	5,55
Minimum (mΩ)	0,64	0,64	0,07	0,84

Tableau 4 : Résistivités entre les faces internes des roues de la locomotive 460 031

Locomotive n° 460 031 (tables de roulement)				
Extrémité 1 – Bogie n° Y420 - 065		Extrémité 1 – Bogie n° Y420 - 065		
Essieu 1 n° 653 140	Essieu 2 n° 653 121	Essieu 3 n° 653 144	Essieu 4 n°653 138	
Roue 1 - Roue 2	Roue 3 - Roue 4	Roue 5 - Roue 6	Roue 7 - Roue 8	
Moyenne (mΩ)	0,65	0,65	0,29	0,46
Maximum (mΩ)	1,52	1,52	1,58	1,68
Minimum (mΩ)	0,01	0,01	0,01	0,01

Tableau 5 : Résistivités entre les tables de roulement de la locomotive 460 031

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

Tour Pascal B - 92055 La Défense cedex
Tél. : 01 40 81 21 83 - Fax : 01 40 81 21 50
cgpc.beatt@developpement-durable.gouv.fr
www.bea-tt.developpement-durable.gouv.fr

