

**BEA-TT**

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

*Rapport d'enquête technique  
sur le déraillement en ligne  
d'un bogie du TER n° 17929  
le 26 juin 2013 à Lyon (69)*

*octobre 2014*





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

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

Affaire n° BEATT-2013-009

**Rapport d'enquête technique  
sur le déraillement en ligne  
d'un bogie du TER n° 17929  
le 26 juin 2013 à Lyon (69)**

## **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 le déraillement en ligne d'un bogie du TER n° 17929 le 26 juin 2013 à Lyon (69)

N° ISRN : EQ-BEAT--14-9--FR

Proposition de mots-clés : déraillement, automotrice, essieu, maintenance, fissuration, peinture

### **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

<b>GLOSSAIRE.....</b>	<b>9</b>
<b>RÉSUMÉ.....</b>	<b>11</b>
<b>1 - LES CONSTATS IMMÉDIATS ET L'ENGAGEMENT DE L'ENQUÊTE.....</b>	<b>13</b>
1.1 - L'accident.....	13
1.2 - Le bilan de l'accident.....	14
1.3 - L'identification de la cause directe du déraillement.....	14
1.4 - Les mesures prises après l'accident.....	15
1.5 - L'engagement et l'organisation de l'enquête.....	15
<b>2 - LE CONTEXTE DE L'ACCIDENT.....</b>	<b>17</b>
2.1 - Le nœud ferroviaire de Lyon-Guillotière.....	17
2.2 - L'itinéraire du train n° 17929.....	18
2.3 - Le train express régional n° 17929.....	19
2.4 - Les rames automotrices de la série Z 9500.....	19
<b>3 - LES INVESTIGATIONS SUR LES CIRCONSTANCES ET LES CAUSES IMMÉDIATES DE L'ACCIDENT.....</b>	<b>21</b>
3.1 - Les résumés des déclarations et des témoignages.....	21
3.1.1 -Les déclarations du conducteur du train déraillé.....	21
3.1.2 -Les déclarations du contrôleur du train déraillé.....	21
3.2 - L'examen de l'enregistrement graphique du train n° 17929.....	21
3.3 - Les traces et les indices sur la voie.....	22
<b>4 - LES INVESTIGATIONS PORTANT SUR LES ESSIEUX.....</b>	<b>23</b>
4.1 - Historique des ruptures d'axes.....	23
4.2 - L'essieu de type 984.....	23
4.2.1 -Les caractéristiques générales de l'essieu de type 984.....	23
4.2.2 -La problématique de la corrosion des axes des essieux de type 984 .....	24
4.3 - L'examen visuel de l'essieu rompu.....	25
4.4 - L'expertise visuelle de l'essieu par l'agence d'essai ferroviaire.....	26
4.5 - L'historique de la maintenance de la rame Z 9509.....	27
4.6 - L'historique de la maintenance de l'essieu rompu.....	27
4.7 - L'intervention réalisée en mars 2012 à Montigny.....	28
4.8 - L'intervention effectuée en avril 2006 à Courbessac.....	29
4.9 - Les prescriptions de maintenance applicables .....	29
4.9.1 -Les prescriptions relatives à la visite des essieux sous véhicule.....	29
4.9.2 -Les prescriptions ayant trait à l'expertise visuelle des axes en centre réparateur.....	30
4.9.3 -Les prescriptions concernant l'élimination des défauts des axes en centre réparateur.....	31
4.9.4 -Les prescriptions portant sur l'examen magnétoscopique après élimination des défauts.....	32

4.9.5 -Les prescriptions concernant le peinturage des essieux.....	33
4.9.6 -Conclusion sur les prescriptions de maintenance.....	33
4.10 - La formation et la qualification du personnel chargé de la maintenance des essieux. .	34
4.11 - Les campagnes de vérification déclenchées après l'accident.....	35
4.11.1 -La vérification immédiate de l'état du parc des essieux de type 984.....	35
4.11.2 -La vérification par sondage des essieux réparés par l'agent ayant traité à Montigny l'essieu n° 8567...	35
4.11.3 -La vérification par sondage des essieux réparés par l'établissement de Montigny.....	36
4.11.4 -L'évaluation des pratiques de réparation des axes dans les centres réparateurs.....	36
4.12 - La qualité du peinturage des essieux.....	36
4.13 - Les mesures prises par la direction du Matériel de la SNCF.....	37
4.13.1 -La réécriture de la fiche technique TR1 018 relative à l'élimination des défauts des essieux.....	37
4.13.2 -La formation aux travaux de ragréage des axes des essieux.....	38
<b>5 - DÉROULEMENT DE L'ACCIDENT.....</b>	<b>39</b>
5.1 - Le processus de détérioration de l'essieu n° 8567.....	39
5.2 - La circulation du train n° 17929.....	39
5.3 - Les mesures immédiates et les secours.....	40
<b>6 - ANALYSE DES CAUSES ET FACTEURS ASSOCIÉS, ORIENTATIONS PRÉVENTIVES. .</b>	<b>41</b>
6.1 - Les causes de l'accident.....	41
6.2 - La maîtrise du processus de peinturage des essieux.....	42
6.3 - La clarification des prescriptions relatives à l'élimination des défauts des essieux.....	43
6.4 - L'apurement de la vérification des essieux de type 984 traités en 2012 par le centre réparateur de Montigny.....	43
<b>7 - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>45</b>
7.1 - Les causes de l'accident.....	45
7.2 - Les recommandations.....	45
<b>ANNEXES.....</b>	<b>47</b>
Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête.....	49
Annexe 2 : Rapport de l'expertise visuelle de l'essieu n° 8567 effectuée par l'agence d'essai ferroviaire.....	51
Annexe 3 : Rapport de l'expertise approfondie de l'essieu n° 8567 effectuée par l'agence d'essai ferroviaire.....	61
Annexe 4 : Ordre de vérification visuelle de l'état de tous les essieux de type 984 donné le 28 juin 2013 par la direction du Matériel de la SNCF .....	89
Annexe 5 : Ordre de vérification, après dépose, d'un échantillon d'essieux de type 984 révisés par l'établissement de Montigny donné le 2 juillet 2013 par la direction du Matériel de la SNCF.....	93



# Glossaire

- **AEF** : Agence d'Essai Ferroviaire
- **CND** : Contrôle Non Destructif
- **RFN** : Réseau Ferré National
- **RFF** : Réseau Ferré de France
- **SNCF** : Société Nationale des Chemins de fer Français
- **SULY** : Site Unique de LYon
- **TER** : Train Express Régional
- **UIC** : Union Internationale des Chemins de fer



## Résumé

Le 26 juin 2013 à 13h42, le train express régional (TER) n° 17929, constitué d'une automotrice bi-caisse de type Z2, provenant de Lyon-Part-Dieu et se dirigeant vers Chambéry, déraile d'un bogie alors qu'il circule à environ 50 km/h dans le secteur du poste 15 de Lyon-Guillotière.

Ressentant des mouvements anormaux, le conducteur de ce train en provoque immédiatement l'arrêt.

Le véhicule déraillé est resté en ligne et n'est pas sorti du gabarit de sa voie.

Aucun blessé n'est à déplorer.

Ce déraillement est dû à une cause directe unique : la rupture de l'axe de l'essieu 5-6 de la remorque de l'automotrice concernée qui s'est produite à proximité de la portée de calage de l'un de ses disques de frein.

Cette rupture est la conséquence d'une fissuration de fatigue qui s'est développée à partir d'une piqûre de corrosion et qui n'a pas pu être détectée lors des examens mécaniques de la rame considérée effectués en centre de maintenance.

Cette situation résulte d'une insuffisante qualité des opérations d'entretien auxquelles l'essieu concerné, de type 984, avait été soumis. D'une part, la peinture hydrodiluable qui a été appliquée sur son axe en 2006 par l'atelier de Courbessac\* n'a pas tenu permettant qu'une corrosion chimique s'y installe. D'autre part, lors de sa révision en 2012 par l'établissement de Montigny\*, la criticité de cette corrosion a été mal appréciée et les travaux effectués pour l'éliminer n'ont pas été réalisés correctement.

Par ailleurs, les ambiguïtés que comportaient les prescriptions relatives à l'élimination des défauts des essieux qui étaient en vigueur à l'époque au sein de la SNCF, ont pu jouer un rôle dans ces défaillances.

L'analyse des causes de ce déraillement conduit le BEA-TT à adresser à la SNCF trois recommandations portant respectivement sur :

- la maîtrise du processus de peinture des essieux ;
- la clarification des prescriptions concernant l'élimination des défauts des essieux ;
- l'apurement de la vérification, après dépose, des essieux de type 984 révisés en 2012 par l'établissement de Montigny.

---

\* Les ateliers de Courbessac dans le Gard et de Montigny en Moselle sont des centres réparateurs d'essieux de la SNCF



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

## 1.1 - L'accident

Le 26 juin 2013 à 13h42, le train express régional (TER) n° 17929, constitué d'une automotrice bi-caisse de type Z2, provenant de Lyon-Part-Dieu et se dirigeant vers Chambéry, déraille d'un bogie alors qu'il circule à environ 50 km/h dans le secteur du poste 15 de Lyon-Guillotière.

Ressentant des mouvements anormaux, le conducteur de ce train en provoque immédiatement l'arrêt qui est obtenu au km 510,950.

Les deux essieux du bogie arrière de son véhicule de tête sont déraillés.

Ce véhicule est resté en ligne et n'est pas sorti du gabarit de la voie sur laquelle il circulait.



Figure 1 : Vue du train déraillé

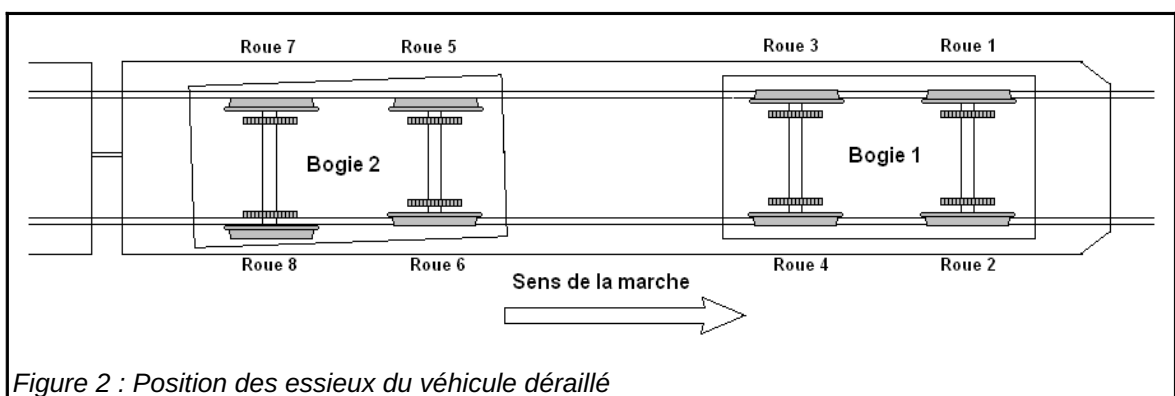


Figure 2 : Position des essieux du véhicule déraillé

La figure 2 visualise les positions qu'occupaient les huit roues du véhicule concerné après son déraillement. Les roues 5 et 7 sont tombées à l'intérieur de la voie et la roue 8 à l'extérieur. La roue 6 est restée sur le rail droit.

## 1.2 - Le bilan de l'accident

Aucun des occupants du train n'a été blessé.

Les voyageurs ont été transbordés sur place dans une rame de secours venue se positionner derrière le train déraillé.

La voie a subi des dommages mineurs entre le km 510,400 où l'on observe les premières traces de déraillement et le km 510,950. Seuls les 25 derniers mètres de ce tronçon ont été plus sérieusement endommagés et certaines traverses devront être remplacées.

Les avaries subies par le matériel roulant sont restées limitées aux organes de roulement du bogie déraillé.

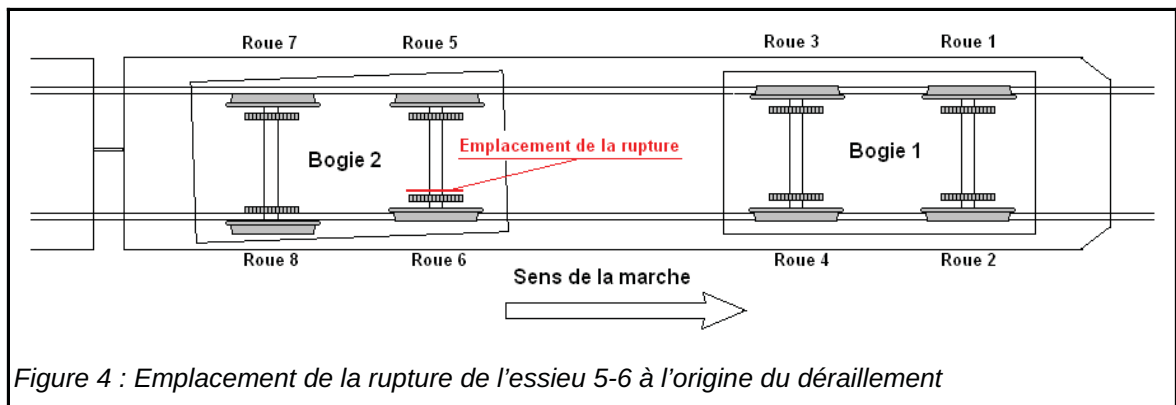
Après le relevage de la rame, la voie concernée a été rendue à la circulation le 27 juin 2013 à 1h20.

## 1.3 - L'identification de la cause directe du déraillement

La cause directe du déraillement a été rapidement identifiée par les enquêteurs présents sur les lieux. Il s'agit de la rupture de l'axe de l'essieu 5-6 de la remorque ZR 19509 qui s'est produite à proximité du disque de frein situé de son côté droit par rapport au sens de la marche du train.



Figure 3 : Vue de l'essieu rompu



## 1.4 - Les mesures prises après l'accident

Immédiatement après le déraillement, l'accès aux voies 1 et 2 Part-Dieu a été interdit. Après qu'il a été vérifié que le gabarit de la voie 2 concernée n'était pas engagé, la circulation y a été rétablie. La voie 1 Part-Dieu a été rendue à la circulation environ 12 heures plus tard, une fois le véhicule déraillé relevé.

Les voyageurs ont été transbordés sur place dans une rame de secours placée en queue du train déraillé, puis ils ont été ramenés à Lyon-Part-Dieu. Ils ont ensuite été acheminés vers leur destination par autocar.

Compte tenu de la criticité que revêt la rupture d'un essieu et de son caractère exceptionnel sur le réseau ferré national, la direction du Matériel de la SNCF a lancé, dès le 28 juin 2013, une campagne de vérification urgente des axes de tous les essieux du même type que ceux qui équipaient le véhicule déraillé. Il s'agit des essieux de type 984 dont sont dotés non seulement les automotrices de la famille Z2 mais également l'ensemble des voitures Corail.

Cette campagne s'est étalée sur trois mois. Il en est ressorti que les essieux concernés ne présentaient pas de fissure détectable et qu'ils pouvaient donc être maintenus en service.

## 1.5 - L'engagement et l'organisation de l'enquête

Au vu de la gravité potentielle de cet accident, le directeur du bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre (BEA-TT) a ouvert, le 28 juin 2013, une enquête technique en application des articles L. 1621-1 à L. 1622-2 du code des transports.

L'enquêteur a examiné l'essieu en cause dès ce 28 juin 2013 sur le site de l'agence d'essai ferroviaire (AEF) et il a eu communication des expertises réalisées par le laboratoire des matériaux de cette agence.

Il a pu examiner, au Technicentre de Picardie sis à Tergnier, des essieux de type 984 qui y étaient contrôlés dans le cadre de la campagne de vérification mentionnée dans le chapitre précédent.

Il a également pu disposer des constats effectués par la SNCF lors de cette campagne.





## 2 - Le contexte de l'accident

### 2.1 - Le nœud ferroviaire de Lyon-Guillotière

L'accident a eu lieu au sein du nœud ferroviaire de Lyon-Guillotière où se croisent les lignes en direction de Marseille par la rive gauche du Rhône, de Grenoble par Vénissieux, de Paris et Genève par la gare de Lyon-Part-Dieu, et de Mâcon et Saint-Étienne par Lyon-Perrache.

L'ensemble de ce secteur est électrifié en courant continu 1500 V et équipé de la radio sol-train (RST). Le cantonnement des trains y est assuré par le block automatique lumineux.

Il convient toutefois de noter que la ligne Lyon – Grenoble est électrifiée en courant alternatif 25 kV au-delà de Saint-Priest ce qui implique que cette liaison ainsi que celle entre Lyon et Chambéry par Vénissieux et Saint-André-le-Gaz soient assurées par des engins bi-courant.

Les postes d'aiguillage du secteur de Lyon-Guillotière sont télécommandés depuis le Site Unique de Lyon (SULY poste 1).

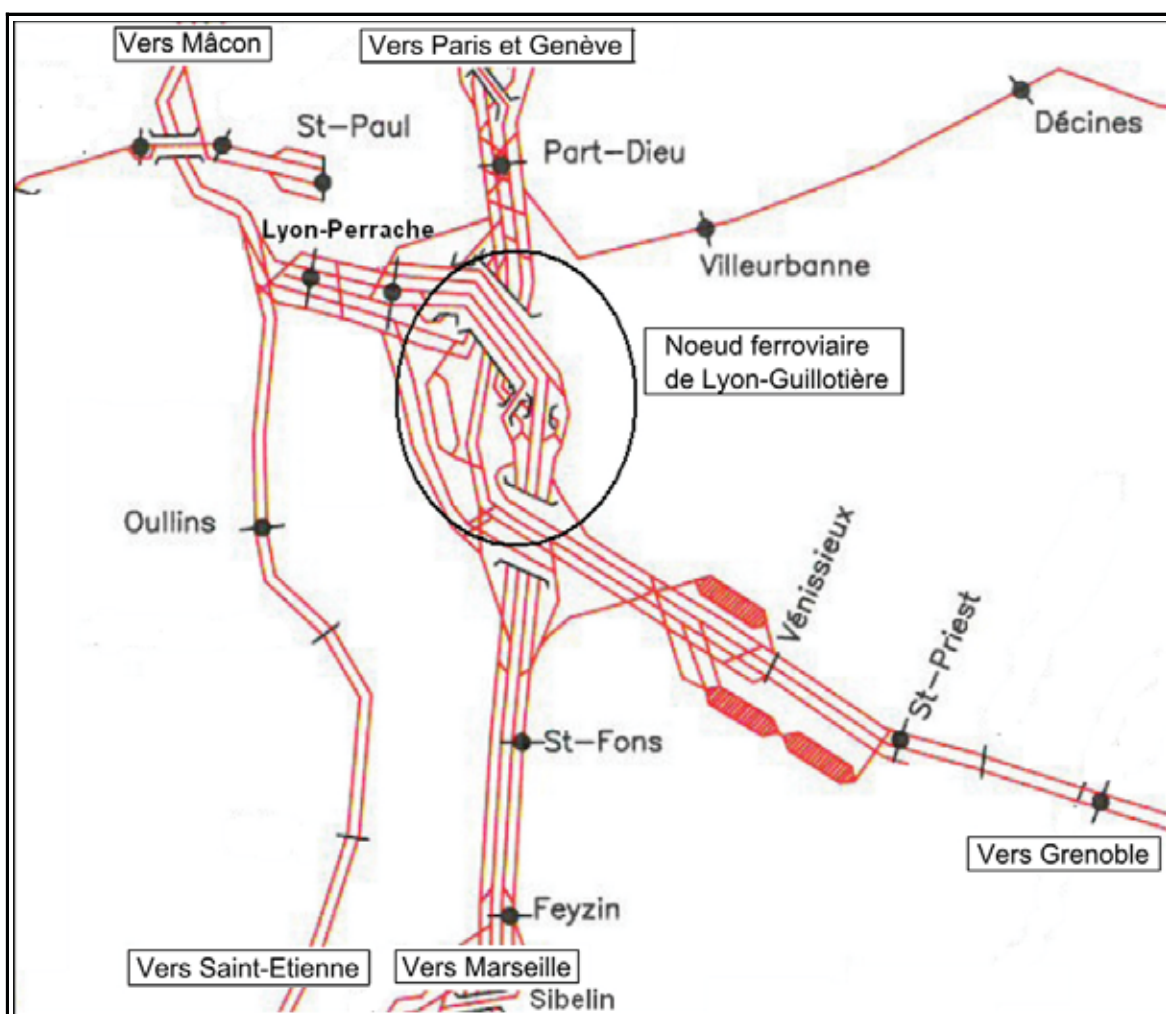


Figure 5 : Extrait de la carte ferroviaire du nœud de Lyon-Guillotière

## 2.2 - L'itinéraire du train n° 17929

Le train n° 17929 suivait l'itinéraire qui est normalement emprunté par les circulations ferroviaires provenant de Lyon-Part-Dieu qui se dirigent vers Vénissieux et Grenoble. Cet itinéraire utilise la voie 1 Part-Dieu qui passe sous les quatre voies reliant Lyon-Perrache à la gare de Sibelin puis, après une courbe à gauche, franchit de nouveau les voies 2bis, 2 et 1 de cette dernière liaison avant d'en rejoindre la voie 1bis et de suivre ensuite la voie 1 en direction de Grenoble.

La figure 6 ci-après visualise cet itinéraire.

La vitesse maximale autorisée sur la voie 1 Part-Dieu est de 90 km/h pour les trains de voyageurs et de 70 km/h pour les trains de marchandises ordinaires, mais la présence notamment d'une première limitation permanente de vitesse à 60 km/h sur les aiguilles de sortie de la gare de Lyon-Part-Dieu au km 508 puis d'une seconde entre les km 510,200 et 510,800 ne permet pas dans la pratique aux trains de circuler à plus de 60 km/h sur l'ensemble du tronçon considéré.

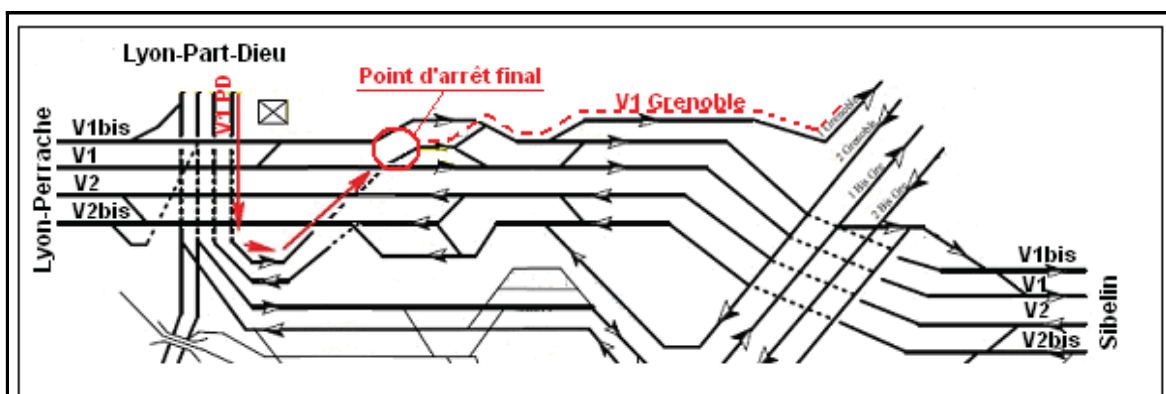


Figure 6 : Itinéraire suivi par le train n° 17929



Figure 7 : Localisation du point d'arrêt du train déraillé

Lors de son déraillement, le train n° 17929 s'est arrêté dans la trémie située, dans le sens de sa marche, en aval du souterrain assurant le second franchissement des voies 2bis, 2 et 1 de la liaison Lyon-Part-Dieu – Sibelin. Il s'est, de fait, immobilisé à un endroit où aucune voie n'est immédiatement adjacente à celle qu'il empruntait, ce qui a facilité les opérations de visite, d'évacuation, puis de relevage.

### 2.3 - Le train express régional n° 17929

À l'époque des faits, le train express régional n° 17929 assure quotidiennement la liaison Lyon-Part-Dieu – Chambéry par Saint-André-le-Gaz.

Il dessert les gares intermédiaires de Pont-de-Beauvoisin et de Lépinois-le-Lac-La-Bauche.

Ce train relève de la catégorie « Autom » telle que définie dans la réglementation en vigueur sur le réseau ferré national.

Il est normalement constitué par une rame automotrice de la série Z 9500.



Figure 8 : Rame automotrice de la série Z 9500

Le jour de l'accident, le train n° 17929 était assuré par la rame automotrice Z 9509 composée de la remorque ZR 19509 en tête et de l'automotrice Z 9509 en queue.

Il transportait quelque 60 voyageurs et circulait avec un retard de 6 minutes.

### 2.4 - Les rames automotrices de la série Z 9500

Les rames Z 9500 constituent l'une des séries bi-courant 1500 V – 25 kV de la famille des rames Z2.

Cette série en compte 18 alors que l'effectif total de l'ensemble de la famille Z2 est de 168 unités qui ont été construites entre 1980 et 1988.

Comme toutes les rames de cette famille, il s'agit d'éléments bi-caisse constitués d'une automotrice et d'une remorque couplées de façon permanente.

La remorque n'est pas motorisée, mais elle porte l'équipement électrique 25 kV. Sa masse à vide s'élève ainsi à 54 tonnes et est supérieure de 10 tonnes à celle des remorques des séries mono-courant de la famille Z2.

Les bogies des remorques des rames Z 9500 sont du type Y32G, très proche de celui des bogies des voitures Corail. Leurs essieux, de type 984, sont identiques à ceux de ces dernières voitures et sont montés indifféremment sous ces deux types de véhicules.

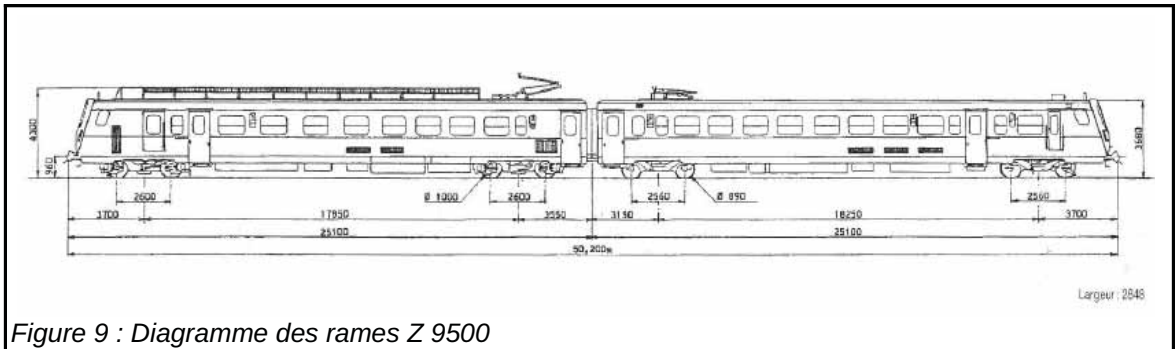


Figure 9 : Diagramme des rames Z 9500

### 3 - Les investigations sur les circonstances et les causes immédiates de l'accident

#### 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 déraillé

Circulant à une vitesse comprise entre 40 et 50 km/h environ, le conducteur constate un mouvement anormal de sa rame qui s'amplifie.

Il s'arrête et, observant son train depuis sa cabine, il ne détecte aucun défaut apparent.

Il prend les mesures d'immobilisation qui s'imposent, avise le poste 1 de SULY, puis part à la visite de son train et de la voie.

Lors de cette visite, il constate qu'un bogie du véhicule de tête de sa rame est déraillé et qu'une éclisse est détériorée.

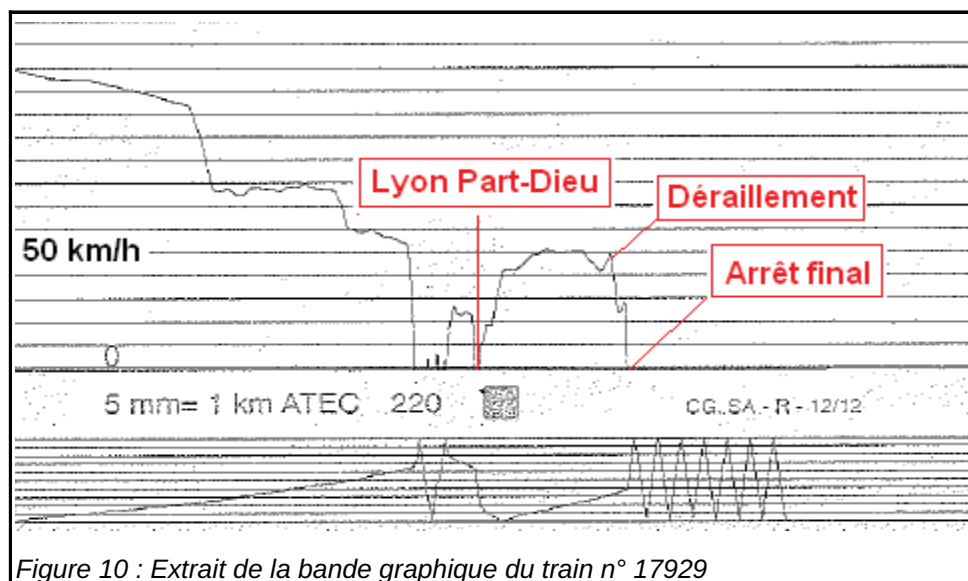
##### 3.1.2 - Les déclarations du contrôleur du train déraillé

Lors de la ronde qu'il effectue après le départ de la gare de Lyon-Part-Dieu, le contrôleur ne remarque aucune anomalie dans la marche du train.

Commençant les opérations de contrôle et se trouvant à proximité de la cabine de conduite, il ressent plusieurs soubresauts qui se succèdent par saccades, puis il constate que le train s'arrête rapidement.

Il précise que la vitesse du train était de l'ordre de 40 km/h.

#### 3.2 - L'examen de l'enregistrement graphique du train n° 17929



L'examen de la bande graphique du train concerné montre, qu'après son départ de Lyon-Part-Dieu, il a circulé à une vitesse comprise entre 40 et 50 km/h jusqu'à son déraillement.

### **3.3 - Les traces et les indices sur la voie**

Ainsi qu'il l'a été indiqué au chapitre 1 du présent rapport, après son immobilisation, la tête du train déraillé se trouvait au km 510,950.

Des traces sont visibles sur la voie à partir du km 510,400. Cette voie décrit alors une courbe à gauche où il peut être observé, sur des tirefonds de la file de rail gauche, des traces de chocs espacées irrégulièrement de plusieurs mètres.

Ces traces disparaissent à la fin de cette courbe, approximativement à partir du km 510,600, puis réapparaissent dans la courbe à droite qui commence au km 510,700.

Le joint isolant collé situé sur le rail gauche au km 510,900 porte une trace très nette de choc sur son éclisse intérieure.

Les traces d'un déraillement franc avec détérioration des traverses sont visibles sur les 25 derniers mètres que le train incriminé a parcouru avant de s'arrêter.

Il apparaît donc que la roue gauche de l'essieu rompu a déraillé vers le km 510,400, les trois autres roues du bogie concerné restant sur les rails. Le train a roulé ainsi pendant près de 500 m. Puis le deuxième essieu a déraillé à son tour, probablement sous l'effet des soubresauts du bogie, 25 m environ avant l'arrêt final du train.

## 4 - Les investigations portant sur les essieux

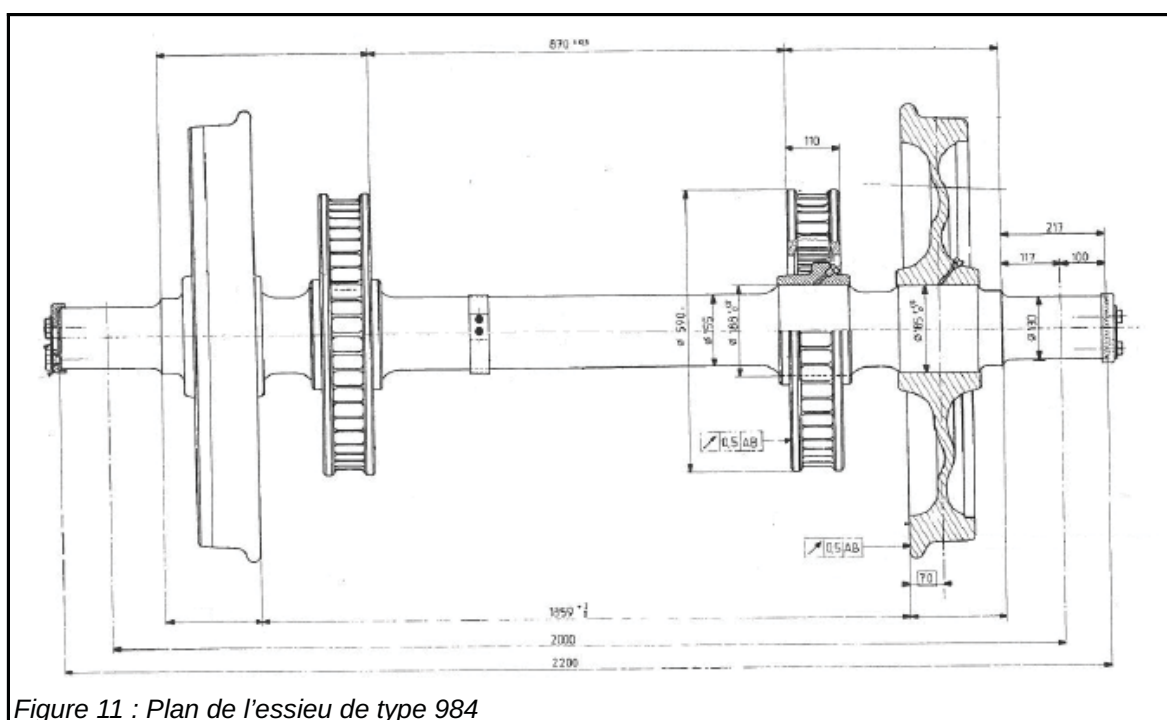
### 4.1 - Historique des ruptures d'axes

La rupture d'un axe d'essieu en plein corps est un événement extrêmement rare et sans précédent sur du matériel ferroviaire français de transport de voyageurs.

Les seuls cas connus de telles ruptures survenues sur le réseau ferré national concernent en 1982, un essieu de locotracteur et en 1989, 1998, 2011<sup>1</sup> et 2013<sup>2</sup>, quatre essieux de wagon.

### 4.2 - L'essieu de type 984

#### 4.2.1 - Les caractéristiques générales de l'essieu de type 984



L'essieu de type 984 a été conçu pour les voitures Corail au tout début des années 1970.

Il est dimensionné pour supporter une charge de 16 tonnes, la charge devant être encaissée par chacun des essieux d'une voiture Corail étant approximativement de 11 tonnes à vide et de 13,5 tonnes en charge normale.

La conformité de sa conception par rapport aux référentiels nationaux et internationaux en vigueur a été vérifiée par la SNCF en 1974.

Au titre des référentiels nationaux, l'essieu de type 984 respecte notamment la norme française ferroviaire NF F 01-126 concernant les essieux montés et les normes NF F 01- 121 et 123 relatives aux axes.

1 Cette rupture survenue le 9 mars 2011 a provoqué, près d'Artenay dans le Loiret, un déraillement qui a fait l'objet d'une enquête technique du BEA-TT dont le rapport a été publié en juillet 2012.

2 Ce dernier cas de rupture s'est produit le 16 juillet 2013. Il est donc postérieur à l'accident analysé dans le présent rapport.

Au titre des référentiels internationaux, cet essieu est conforme aux fiches de l'union internationale des chemins de fer (UIC) et, plus précisément, aux fiches UIC 510-2 (construction et entretien des roues et essieux montés), 515-3 (méthodes de calcul des axes), 811 (spécifications techniques pour les axes) et 813 (spécifications techniques pour les essieux montés).

Par rapport aux essieux des générations antérieures, la principale innovation que présente l'essieu de type 984 est l'utilisation de freins à disque calés sur son axe.

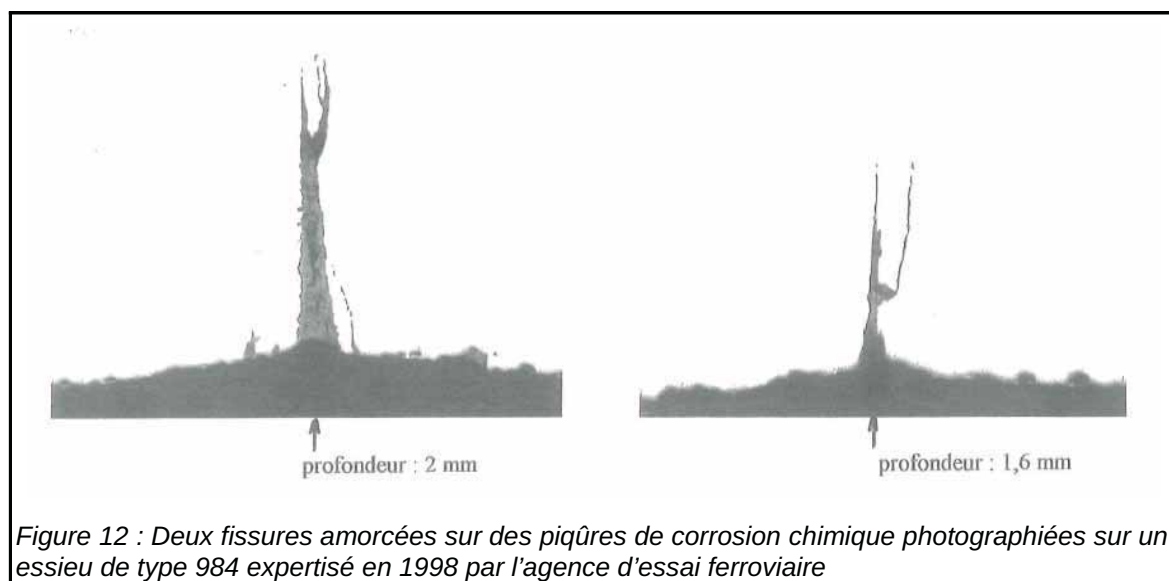
Au global, il a été produit plus de 30 000 essieux de ce type du début des années 1970 à nos jours.

#### 4.2.2 - La problématique de la corrosion des axes des essieux de type 984

Dans la deuxième moitié des années 1990, de nombreux cas de fissuration d'axe d'essieu de type 984 ont été enregistrés. Ils ont toutefois toujours été détectés à temps pour éviter la rupture de l'axe concerné.

Ces fissurations avaient pour origine des piqûres de corrosion chimique provoquées par les effluents des toilettes.

Cette corrosion attaque les parties des axes dont la peinture de protection est détériorée. Elle présente la particularité de provoquer des piqûres profondes qui, dans les zones où les contraintes mécaniques sont les plus élevées, peuvent conduire à l'amorçage de fissures de fatigue.



Cette situation a conduit la direction du Matériel de la SNCF :

- à prescrire la dépose systématique des essieux de type 984 dont les axes sont corrodés ou dont la peinture est détériorée ;
- à imposer la mise au rebut de tous les axes concernés affectés par de la corrosion chimique.

Par ailleurs, pour tous les essieux, quel que soit leur type, elle a :

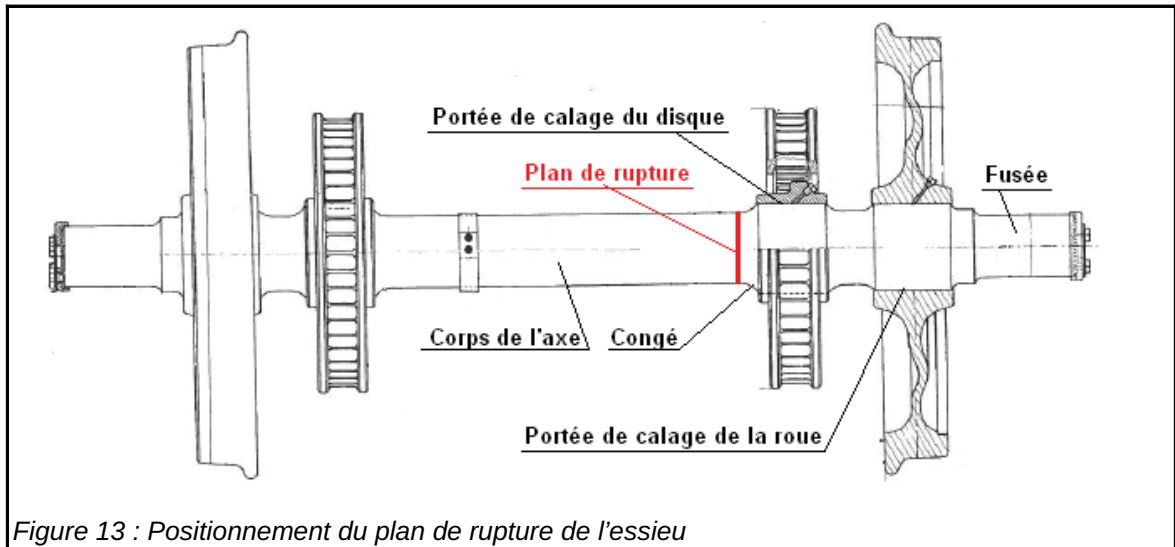
- amélioré la protection de leurs axes en prévoyant l'utilisation de peintures anticorrosion et en perfectionnant les méthodes d'application ;
- systématisé la réalisation d'examen magnétoscopiques de ces axes avant et après l'élimination de leurs défauts par usinage ou meulage.



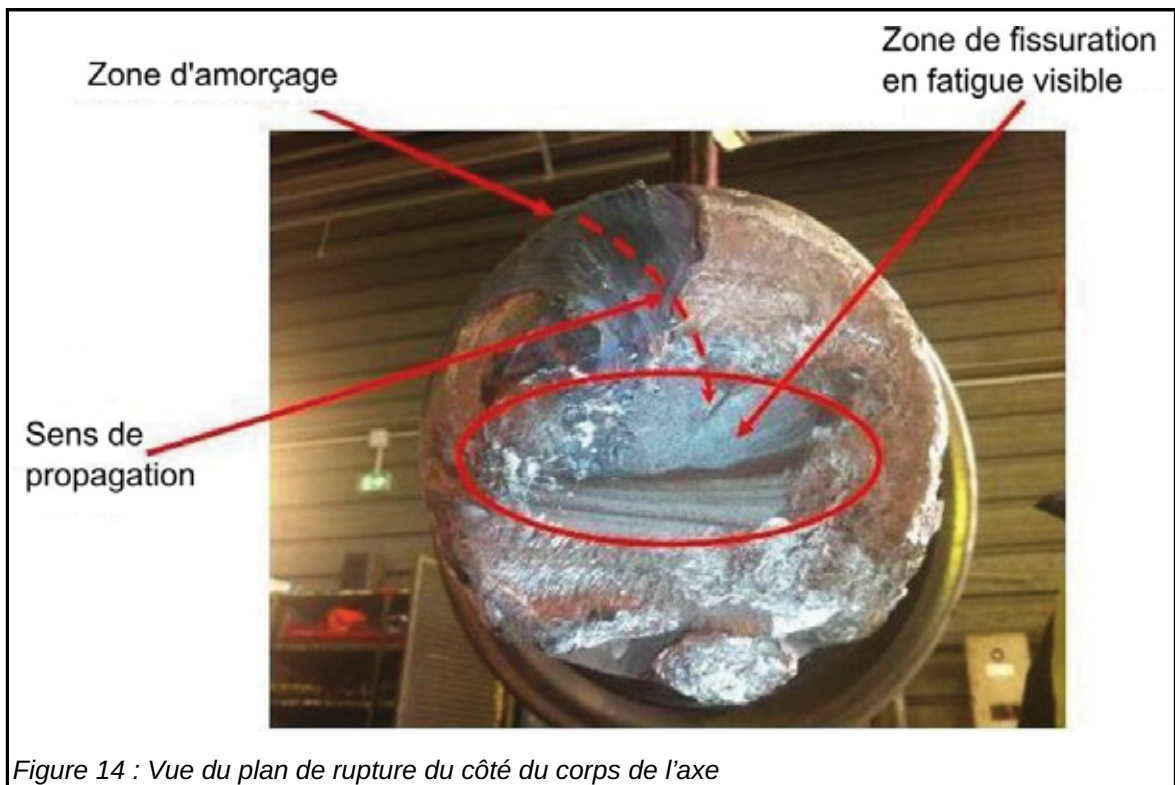
### 4.3 - L'examen visuel de l'essieu rompu

Les marquages figurant en bout de l'axe de l'essieu qui a rompu le 26 juin 2013 à Lyon, indiquent qu'il a été fabriqué le 1<sup>er</sup> juin 1996 par Valdunes<sup>3</sup>, qu'il fait partie de la coulée 3185 qu'il porte le n° 8567.

La rupture s'est produite dans le congé de raccordement entre le corps de cet axe et la portée de calage de l'un des disques de frein l'équipant.



L'examen visuel du plan de rupture montre qu'elle fait suite à une fissuration de fatigue qui s'est propagée sur les deux tiers de la section de l'axe concerné.



<sup>3</sup> Valdunes est un fabricant français de roues, d'axes et d'essieux montés ferroviaires.

L'examen du congé de raccordement précité permet de localiser le défaut de surface qui a probablement été à l'origine de l'amorçage de la fissuration.



Figure 15 : Vue de la zone d'amorçage de la fissure

#### 4.4 - L'expertise visuelle de l'essieu par l'agence d'essai ferroviaire

L'essieu rompu a fait l'objet d'une expertise visuelle de l'agence d'essai ferroviaire (AEF) qui s'est déroulée en deux temps, d'abord à Lyon, le lendemain du déraillement, puis dans les locaux de cette agence à Vitry-sur-Seine.

Le rapport concluant cette expertise figure en annexe 2.

Il y apparaît que, dans le cadre de sa maintenance, l'axe concerné avait notamment subi des opérations de meulage destinées à y éliminer des défauts de surface tels que des piqûres de corrosion chimique et des traces de chocs, mais que certaines piqûres n'avaient pas été complètement traitées.

Or, il importe que de telles piqûres soient totalement éliminées lors des opérations de révision des essieux car elles constituent potentiellement des zones d'amorçage de fissures.

Le défaut présent dans la zone d'amorçage de la fissuration qui a conduit à la rupture de l'axe considéré est, de fait, situé dans une zone qui avait été meulée.

En raison de la dégradation de la surface de rupture, l'expertise visuelle n'a pas pu confirmer la présence éventuelle d'une piqûre résiduelle en fond de défaut et son rôle dans l'amorçage de la fissuration incriminée. Toutefois, elle a permis de détecter, dans le même congé de raccordement, deux défauts similaires présentant des piqûres résiduelles.

Elle a également mis en évidence que certains meulages ne respectaient pas les prescriptions relatives à la géométrie des rayons de raccordement et à l'orientation des stries de meulage.

Au total, l'expertise visuelle réalisée par l'AEF fait ressortir que les opérations de meulage effectuées sur l'axe en cause présentaient des malfaçons graves, susceptibles d'être à l'origine de la fissuration qui s'y est développée, puis de sa rupture.

## 4.5 - L'historique de la maintenance de la rame Z 9509

Nature des opérations de maintenance		Échéance prescrite	Date de l'opération	Intervalle effectif entre deux opérations
Examens	Examen mécanique	37 jours	3 juin 2013	25 jours
	Examen mécanique	37 jours	9 mai 2013	36 jours
Visites	Visite limitée	47 000 km	3 avril 2013	39 056 km
	Grande visite générale	47 000 km	20 novembre 2012	33 087 km

Les échéances du schéma de maintenance de la rame Z 9509, telles qu'elles sont prescrites dans l'inventaire de travaux de maintenance référencé ITM 40 040, ont été respectées.

Concernant les essieux, les examens mécaniques comportent une vérification visuelle sur fosse sans rotation alors que les visites comprennent un examen visuel avec rotation.

Aucune anomalie des essieux équipant la rame concernée n'a été constatée au cours de ces opérations.

Étant donné la faible vitesse de propagation des fissures, il est certain que la fissuration à l'origine de la rupture de l'essieu 5-6 de la remorque ZR 19509 était présente et théoriquement visible lors de la visite dont elle a fait l'objet en avril 2013 ainsi que lors des examens mécaniques effectués après cette date.

Toutefois, outre la saleté omniprésente sous les véhicules, la partie de l'axe d'un essieu qui est visible lors de ces visites et examens, est en compression. Les éventuelles fissures sont alors refermées et donc difficiles à détecter visuellement.

## 4.6 - L'historique de la maintenance de l'essieu rompu

Les essieux de type 984 ont un pas d'entretien de 8 ans. À ces échéances, ils subissent systématiquement un décalage de leurs roulements et une révision de leur axe incluant un contrôle non destructif<sup>4</sup> (CND). Entre deux échéances, différentes interventions peuvent être déclenchées en fonction des constats effectués lors des opérations de maintenance des véhicules qu'ils équipent

L'essieu qui a rompu le 26 juin 2013 à Lyon a été monté sous différentes voitures Corail, puis finalement, en avril 2012, sous la remorque ZR 19509.

Le tableau ci-après récapitule les différentes opérations de maintenance dont il a fait l'objet depuis 2001.

---

4 Le contrôle non destructif de l'axe inclut une magnétoscopie et un examen des portées de calage par ultra-sons.

Nature de l'opération	Date	Motif de la dépose	Atelier
Reprofilage des roues et visite des boîtes d'essieu	Août 2001	Reprofilage	Courbessac <sup>5</sup>
Reprofilage des roues, décalage des roulements et CND de l'axe	Avril 2004	Roue ovalisée	Courbessac
Remplacement des roues, décalage des roulements et CND de l'axe	Avril 2006	Roue ovalisée	Courbessac
Reprofilage des roues et visite des boîtes d'essieu	Août 2008	Choc sur boudin	Courbessac
Reprofilage des roues et CND de l'axe	Mars 2012	Corrosion importante de l'axe	Montigny <sup>5</sup>

On observe d'une part, que le pas d'entretien de 8 ans a été respecté et d'autre part, qu'une corrosion importante de l'axe de cet essieu avait été détectée au début de l'année 2012.

#### 4.7 - L'intervention réalisée en mars 2012 à Montigny

La dernière révision de l'essieu défaillant a été effectuée du 27 février au 1<sup>er</sup> mars 2012 au centre réparateur de Montigny relevant de la direction du Matériel de la SNCF.

Cette intervention a été motivée par la corrosion importante de son axe qui avait été constatée par l'établissement de Paris-Masséna alors qu'il était monté sous une voiture Corail.

Selon le type d'essieu, le motif de sa dépose et le positionnement de l'intervention par rapport aux échéances de maintenance préventive, l'essieu à réviser subit différentes opérations dont le séquençage et l'organisation peuvent différer d'un établissement à l'autre.

À Montigny, l'expertise visuelle des essieux était effectuée après leur mise à nu par grenailage. Pour l'essieu considéré, cette expertise n'a pas confirmé une corrosion importante imposant une mise au rebut de son axe, mais a conclu à une simple détérioration de sa peinture qui autorisait ainsi son réemploi.

Ensuite, les axes subissent successivement un examen magnétoscopique, puis si nécessaire, le ragréage des défauts et un second examen magnétoscopique.

Lors du meulage des nombreux points de corrosion de l'axe concerné, certaines piqûres n'ont pas été complètement éliminées, ainsi que le montre le rapport de l'expertise approfondie effectuée par l'AEF qui figure en annexe 3 au présent document.

Enfin, l'examen magnétoscopique qui est prescrit, dans certains cas, après l'élimination des défauts n'a pas, s'il a été réalisé, détecté les défauts résiduels.

Au total, trois erreurs peuvent être relevées :

- une erreur de diagnostic sur la nature de la corrosion de l'axe incriminé ;
- une élimination imparfaite des défauts laissant une amorce de fissure ;
- l'absence ou l'inefficacité de l'examen magnétoscopique prescrit après élimination des défauts.

<sup>5</sup> Les ateliers de Courbessac dans le Gard et de Montigny en Moselle sont des centres réparateurs d'essieux de la SNCF.

## 4.8 - L'intervention effectuée en avril 2006 à Courbessac

La dépose de l'essieu en cause effectuée en 2012 en raison de la corrosion importante affectant son axe indique que la peinture qui y avait été appliquée lors de sa précédente révision n'avait pas tenu.

Cette révision a eu lieu en avril 2006 au centre réparateur de Courbessac.

À cette époque, cet établissement était en train de passer à l'emploi de peintures hydrodiluable dont l'application est nettement plus délicate et implique des modifications substantielles des méthodes et des installations.

Cette transition, décidée pour des raisons liées à l'environnement et à la santé des opérateurs, est de fait effectuée progressivement par les différents établissements. Il est probable qu'en 2006, les conditions de mise en œuvre de ces peintures à Courbessac étaient imparfaites.

## 4.9 - Les prescriptions de maintenance applicables

### 4.9.1 - Les prescriptions relatives à la visite des essieux sous véhicule

Les prescriptions appliquées par la SNCF en matière de visite des essieux sous véhicule sont définies dans sa fiche de visite VR1 001 intitulée « *Essieux et boîtes d'essieux sous véhicule* » dont l'annexe 02 concerne les essieux placés sous un élément automoteur électrique et l'annexe 05 a trait à ceux montés sous une voiture à voyageurs.

Les prescriptions concernant spécifiquement les essieux de type 984 en cas de corrosion ou de dégradation de leur peinture sont explicitées dans les tableaux détaillant les défauts accidentels qui figurent à la fin de ces deux annexes.

PRESCRIPTIONS EN SERVICE				
DEFAUTS ACCIDENTELS (suite)				
PARTIE DE L'ESSIEU	DEFAUTS	CRITERES	MAINTENANCE A APPLIQUER	
ASSEMBLAGES AXE-ROUES	ROUE DECALEE	Indices de décalage : - partie de circonférence brillante au droit de l'assemblage - poussière d'oxyde - suintement d'huile	Remplacer En cas de doute, alors mesurer Ei en 3 points	
	PORTEE CYLINDRIQUE			
AXE (si visible)	FISSURE	Présence	Remplacer	
	TRACES DE CHOC OU DE FROTTEMENT	Arêtes vives et P > 1 sur congés de raccordement des portées ou P > 3 à plus de 30 mm des portées	Remplacer	
	CORROSION (uniquement essieu 984)	Corrosion chimique localisée avec cratères ou piqûres profondes	sur congé de raccordement des portées de roues	Remplacer sous 30 jours
			à plus de 30 mm des portées de roues	Remplacer sous 2 mois
	Décollement de peinture par plaque sur l'ensemble du corps sans zone corrodée		Remplacer sous 3 mois	

Figure 16 : Extrait de la fiche de visite VR1 001

Ces prescriptions sont reprises et commentées lors des formations destinées aux agents chargés d'effectuer les visites des essieux sous véhicule ainsi qu'en témoigne l'extrait du document de formation ci-après.

Axe (uniquement essieu 984)					
DEFAUT	CRITERES		ORIGINES	CONSEQUENCES	DECISION
Corrosion (uniquement sur essieu 984)	Corrosion chimique localisée avec cratères ou piques profondes	Sur congé de raccordement des portées de roues	Effluents WC	Rupture	DEPOSER sous 30 jours
		À plus de 30 mm des portées de roues			DEPOSER sous 2 mois
	Décollement de peinture par plaque sur l'ensemble du corps sans zone corrodée				DEPOSER sous 3 mois

Version 1 - 2010      OREEM      Dernière 108

Figure 17 : Extrait du document de formation concernant la visite des essieux sous véhicule

#### 4.9.2 - Les prescriptions ayant trait à l'expertise visuelle des axes en centre réparateur

L'expertise visuelle des axes des essieux en centre de révision est régie par la fiche technique de la SNCF référencée TR1 018 et intitulée « *Prescriptions pour l'élimination des défauts des essieux* ». De fait, l'expertise visuelle de ces pièces n'y fait pas l'objet d'un paragraphe spécifique, mais est abordée à l'intérieur du chapitre relatif au traitement de leurs défauts.

Lors de l'expertise visuelle de l'axe d'un essieu, il est important de distinguer la corrosion naturelle et la corrosion chimique car les traitements prescrits, selon le cas constaté, sont très différents.

Or, dans la version A de la fiche technique TR1 018 qui était en vigueur jusqu'en janvier 2014, cette distinction est illustrée de façon très sommaire ainsi que le montre la figure 18 ci-après. En particulier, l'élimination systématique, du matériel à voyageurs et du matériel moteur, des axes attaqués par de la corrosion chimique n'y apparaît pas clairement.


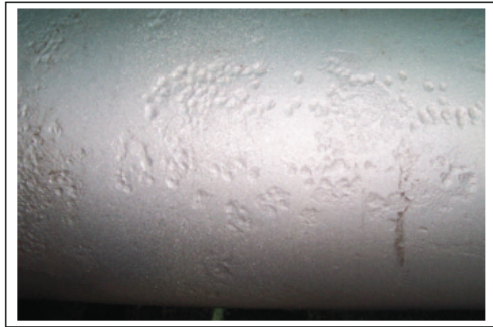
<p><b>1.1.2 – CORROSION</b> On distingue deux types de corrosion.</p> <p><b>1.1.2.1 - CORROSION « NATURELLE »</b></p> <p><b>1.1.2.1.1 - DEFINITION</b> Corrosion uniforme sur toute la partie du corps</p>  <p><b>1.1.2.1.2 – CRITERES</b> Peut- être remis en service si aucune indication n'est décelée en essai par magnétoscopie.</p>	<p><b>1.1.2.2 - CORROSION « CHIMIQUE »</b></p> <p><b>1.1.2.2.1 - DEFINITION</b> Corrosion localisée avec cratères et piqûres profondes</p>  <p><b>1.1.2.2.2 – CRITERES</b> Non tolérée sur essieux du matériel voyageurs et moteurs. Tolérée jusqu'à une profondeur de ..... <b>0,5mm</b> sur essieux du matériel FRET. Peut-être éliminée par usinage suivant le ..... <b>\$2.</b></p>
--	---

Figure 18 : Extrait de la version A de la fiche technique TR1 018 relatif aux types de corrosion

#### 4.9.3 - Les prescriptions concernant l'élimination des défauts des axes en centre réparateur

La fiche technique TR1 018 définit également les moyens et les critères d'élimination des défauts que peuvent présenter les essieux.

**Concernant les moyens**, elle décrit en particulier, dans le paragraphe 2 de son chapitre II, la technique de ragréage par meulage à mettre en œuvre.

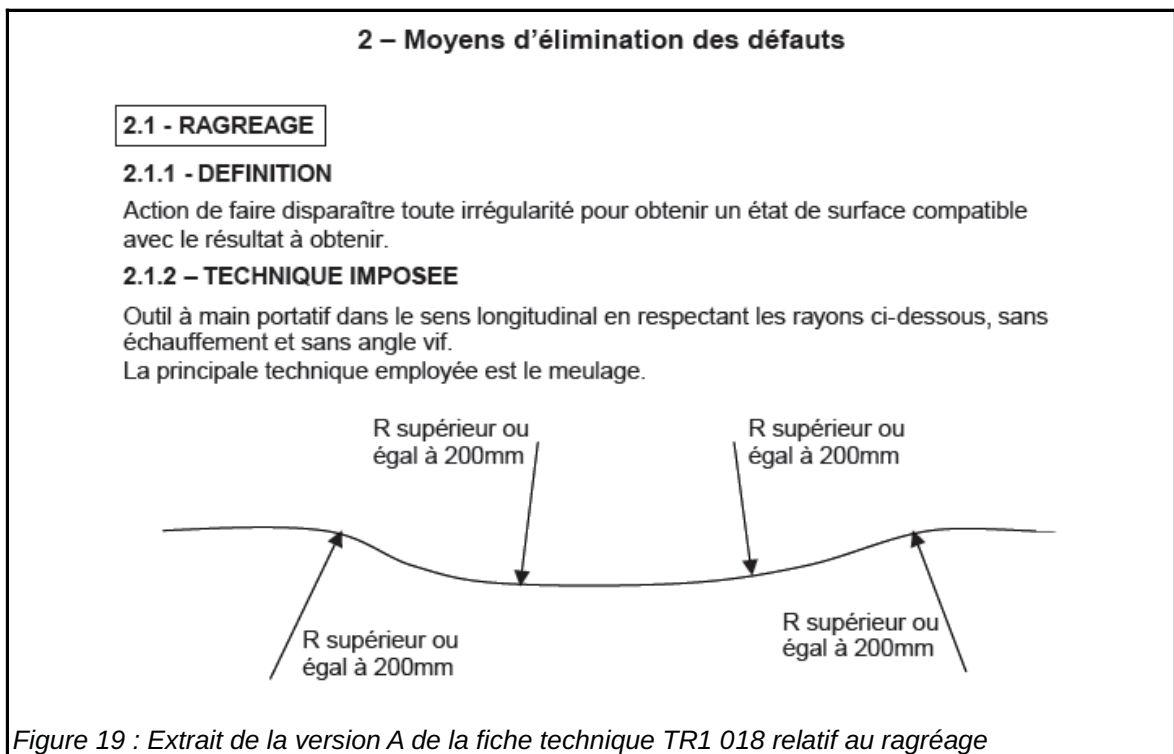


Figure 19 : Extrait de la version A de la fiche technique TR1 018 relatif au ragréage

La formulation retenue en ce domaine laisse à désirer et, notamment, la notion de « *sens longitudinal* » n'est pas claire, les dispositions concernées s'appliquant non seulement aux axes des essieux mais également aux roues. En outre, la méthode d'évaluation du rayon « *R* » n'est pas indiquée.

**Concernant les critères**, la fiche technique TR1 018 indique, dans le paragraphe 1 de son chapitre III, ceux à prendre en compte pour l'élimination des défauts dus à la corrosion chimique.

**1.1.2.2 - CORROSION « CHIMIQUE »**

**1.1.2.2.1 - DEFINITION**  
Corrosion localisée avec cratères et piqûres profondes

( Photo d'illustration )

**1.1.2.2.2 – CRITERES**

Non tolérée sur essieux du matériel voyageurs et moteurs.  
Tolérée jusqu'à une profondeur de ..... **0,5mm**  
sur essieux du matériel FRET.  
Peut-être éliminée par usinage suivant le ..... **§2.**

Figure 20 : Extrait de la version A de la fiche technique TR1 018 relatif à la corrosion chimique

Les termes adoptés en la matière comportent de nombreuses ambiguïtés.

Ainsi, la phrase « *Non tolérée sur les essieux du matériel à voyageurs et moteurs* » peut signifier que l'axe doit être mis au rebut, mais aussi que les défauts doivent être éliminés.

La phrase « *Tolérée jusqu'à une profondeur de 0,5 mm sur les essieux du matériel FRET* » peut laisser entendre que les défauts de moins de 0,5 mm sont laissés en l'état.

La phrase « *Peut être éliminée par usinage suivant le §2* » concerne-t-elle uniquement le matériel de fret ou également le matériel à voyageurs et le matériel moteur ? Signifie-t-elle que l'élimination par ragréage est interdite ?

#### **4.9.4 - Les prescriptions portant sur l'examen magnétoscopique après élimination des défauts**

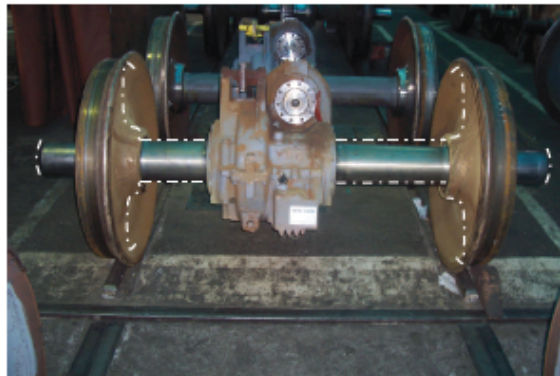
Les dispositions prescrivant la réalisation d'examens magnétoscopiques figurent dans une page de la fiche technique TR1 018 illustrant les parties des essieux concernées par ce document.

Outre que ce positionnement est inadéquat, la formulation de la prescription relative aux examens magnétoscopiques à effectuer après élimination des défauts est ambiguë. Elle semble signifier qu'un tel examen n'est requis qu'en cas d'absence de défaut réel de l'axe<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> En effet, une image (ou une indication) « *fallacieuse* » est une image magnétoscopique qui ne correspond à aucun défaut réel ou à aucune discontinuité de la matière.



Essieu moteur :



#### Dispositions réglementaires

Avant d'éliminer les défauts sur les essieux-axes, un essai par magnétoscopie doit être effectué. Dans le cas d'images fallacieuses, la magnétoscopie doit être effectuée à nouveau après élimination des défauts.

Figure 21 : Extrait de la version A de la fiche technique TR1 018 relatif aux examens magnétoscopiques

#### 4.9.5 - Les prescriptions concernant le peinturage des essieux

Les prescriptions relatives à la mise en peinture des essieux font l'objet de la fiche technique de la SNCF référencée TR1 016 « Protection contre la corrosion, stockage et manutention des essieux ».

Il y est aussi bien admis l'utilisation de peintures solvantées que l'emploi de peintures hydrodiluables. Leurs conditions d'application sont respectivement décrites dans les annexes G et H de cette fiche technique.

#### 4.9.6 - Conclusion sur les prescriptions de maintenance

Un document de maintenance n'a pas vocation à être lu isolément. Il s'inscrit dans un système de formation, de qualification et de contrôle destiné à des professionnels. Une formulation ambiguë ou une mise en page maladroite ne prêtent donc pas forcément à conséquence si elles sont corrigées par les commentaires du formateur ou du dirigeant qui diffuse le document concerné.

Force est toutefois de constater que la fiche technique TR1 018 qui couvre un processus de maintenance critique pour la sécurité des circulations ferroviaires et qui, à ce titre, devrait être d'une clarté exemplaire, accumule un ensemble d'insuffisances et de maladroites regrettables.

À la date où le déraillement analysé dans le présent rapport s'est produit, la réécriture de cette fiche était en cours, mais n'avait pas abouti.

## 4.10 - La formation et la qualification du personnel chargé de la maintenance des essieux

Tous les agents intervenant dans les examens ou l'entretien des essieux sont soumis au dispositif de formation et de qualification défini dans les procédures SNCF MA 0038 « *Qualification, habilitation et suivi de la formation du personnel du domaine matériel* » et SNCF MA 10114 « *Organisation de la maintenance des essieux du matériel roulant* ».

Ce dispositif comporte :

- un tronc commun dédié à l'acquisition des techniques de base des organes de roulement ;
- des formations de spécialisation et d'expertise dépendant des périmètres des postes à tenir.

Il repose sur des formations dispensées sur le terrain par un référent local, sur une progressivité de la technicité des postes tenus ainsi que sur des stages organisés nationalement.

Par ailleurs, la réalisation des essais non destructifs sur les organes mécaniques du matériel roulant est une tâche soumise à habilitation au titre de l'arrêté d'aptitude du 30 juillet 2003 et à certification par la COFREND<sup>7</sup>. Les personnels chargés de ces essais doivent donc avoir suivi, en sus du dispositif général précité, un processus de formation et de qualification spécifique dont les modalités sont définies par la procédure SNCF MA 0041 « *Maîtrise de la qualité des essais non destructifs en maintenance* ».

Ainsi pour l'exercice des différentes fonctions concernées par la défaillance de l'essieu 5-6 de la remorque ZR 19509, la procédure SNCF MA 10114 prévoit les formations récapitulées dans le tableau ci-après.

Fonction	Prérequis (techniques de base)	Formation spécifique	Durée minimale dans la fonction avant formation spécifique	Durée maximale entre prérequis et formation spécifique
Examen mécanique sous véhicule	MAORTB <sup>8</sup>	MAOREEMV <sup>8</sup>	aucune	18 mois
Expertise des essieux déposés	MAORTB <sup>8</sup>	MAOREEP <sup>8</sup>	12 mois	aucune
Élimination des défauts des axes	MAORTB <sup>8</sup>	pas de stage	sans objet	sans objet
Peinturage des essieux	MAORTB <sup>8</sup>	MAORPE <sup>8</sup>	6 mois	aucune
Examen magnétoscopique des axes	Dispositif spécifique définie par la procédure SNCF MA 0041			

<sup>7</sup> La COFREND (Confédération Française pour les Essais Non Destructifs) est l'organisme accrédité par le comité français d'accréditation pour la certification des compétences des agents effectuant des essais non destructifs, notamment par magnétoscopie.

<sup>8</sup> Il s'agit des modules de formation « *Matériel organes de roulement techniques de base* » (MAORTB), « *Matériel organes de roulement examen des essieux du matériel à voyageurs* » (MAOREEMV), « *Matériel organes de roulement expertise des essieux porteurs* » (MAOREEP) et « *Matériel organes de roulement peinture des essieux* » (MAORPE).

Généralement, les personnels effectuant les travaux d'élimination des défauts des axes des essieux réalisent aussi les expertises et les examens magnétoscopiques de ces pièces. Au-delà de leur formation aux techniques de base, ils ont donc, le plus souvent, suivi le stage consacré à l'expertise des essieux porteurs (MAOREEP) ainsi que l'ensemble du cursus dédié à la réalisation des essais non destructifs tel qu'il est prévu par la procédure SNCF MA 0041. En revanche, leur formation aux techniques d'élimination des défauts ne fait pas l'objet d'un stage spécifique organisé nationalement. Elle est laissée à la diligence de l'échelon local.

## **4.11 - Les campagnes de vérification déclenchées après l'accident**

### **4.11.1 - La vérification immédiate de l'état du parc des essieux de type 984**

Une campagne de vérification de l'état de tous les essieux de type 984 a été lancée dès le 28 juin 2013 par la direction du Matériel de la SNCF. Son objectif et ses modalités ont fait l'objet du « *Message Urgent* » référencé MR4/ICCE/2013-12 que cette direction a adressé à tous les établissements et dont une copie figure en annexe 4 au présent rapport.

Ce message prescrivait la recherche visuelle de fissures circonférentielles sur les axes de tous les essieux du type considéré qu'ils soient montés sur des voitures Corail ou sur des rames Z2.

Il était prévu que cette recherche soit réalisée à toute occasion favorable, notamment lors des examens mécaniques dont la périodicité est de 37 jours, et soit achevée dans un délai de 3 mois.

De fait, à l'issue de cette campagne, la totalité des essieux des rames Z2 avait été vérifiée. Il en était de même de 94,5 % des essieux des voitures Corail, le reliquat concernant des véhicules retirés du service.

11 000 essieux ont ainsi été vérifiés. Des indices suspects ont été détectés sur 22 d'entre eux qui ont été déposés et soumis à des expertises approfondies.

Ces expertises ont conclu à l'absence de fissure, les indices observés étant dus à des défauts superficiels.

Cette campagne a donc montré que le parc d'essieux concerné ne présentait pas de défaut susceptible de compromettre la sécurité des circulations ferroviaires.

### **4.11.2 - La vérification par sondage des essieux réparés par l'agent ayant traité à Montigny l'essieu n° 8567**

Les fiches de traçabilité ayant permis d'identifier l'agent de l'établissement de Montigny qui avait effectué en mars 2012 la réparation de l'axe de l'essieu n° 8567, il a été procédé à un contrôle approfondi, après dépose, d'un échantillon de 20 essieux de type 984 que cet agent avait traités dans le courant du 1<sup>er</sup> semestre 2012.

Les modalités de ce contrôle ont été définies dans le message référencé MR4/ICCE/2013-13 que la direction du Matériel de la SNCF a diffusé à tous les technicentres de maintenance le 2 juillet 2013 et dont un exemplaire constitue l'annexe 5 du présent rapport.

Sur 4 de ces 20 essieux, des indications magnétoscopiques ont été trouvées dans les zones ragrées, indiquant la présence de défauts résiduels mal assainis. Toutefois, aucune amorce de fissure n'y a été mise en évidence.

Sur dix des essieux de cet échantillon, des traces de meulage circonférentiel ont été observées, montrant que les règles de l'art relative à l'élimination des défauts des axes par ragréage avaient été imparfaitement appliquées.

#### **4.11.3 - La vérification par sondage des essieux réparés par l'établissement de Montigny**

Afin de vérifier la qualité des réparations effectuées sur une période plus longue et sur différents types d'essieux, la campagne de vérification initiée le 2 juillet 2013 et centrée sur un échantillon de 20 essieux de type 984 traités par l'agent qui avait réparé en mars 2012 l'essieu n° 8567, a été étendue à un échantillon de 97 essieux supplémentaires.

Sur 7 d'entre eux, les examens magnétoscopiques ont fait ressortir la présence, dans les zones ragréées, de défauts résiduels mal assainis, sans toutefois révéler des amorces de fissures.

Par ailleurs, sur 26 des essieux de l'échantillon, des traces de meulage circonférentiel ont été constatées.

Globalement, ces deux campagnes de vérification confirment l'absence de fissure sur les essieux concernés et donc de risque à court ou moyen terme. Elles montrent aussi que la production de l'agent qui a réparé en mars 2012 l'axe de l'essieu n° 8567 présente, au premier semestre 2012, un niveau de non-qualité anormalement élevé.

#### **4.11.4 - L'évaluation des pratiques de réparation des axes dans les centres réparateurs**

À la suite du déraillement analysé dans le présent rapport, la direction du Matériel de la SNCF a procédé à une évaluation de ses différents centres réparateurs afin de vérifier que leurs pratiques étaient en ligne avec les objectifs de qualité et de sécurité auxquels doivent satisfaire les circulations ferroviaires et afin de s'assurer que la malfaçon à l'origine de l'accident considéré présentait bien un caractère isolé.

Les pratiques des établissements de Courbessac, Tergnier, Nevers, Bischheim et Hellemmes ont ainsi été contrôlées sur le vif.

Pour ce qui concerne l'élimination des défauts par ragréage, cette évaluation n'a pas fait ressortir de pratiques présentant des anomalies par rapport aux prescriptions de la fiche technique TR1 018 applicables en la matière.

En revanche, il est apparu que, dans deux établissements, les procédures mises en œuvre ne reprenaient pas clairement les dispositions relatives aux contrôles magnétoscopiques après élimination des défauts.

Cette campagne d'évaluation a également conduit à s'interroger sur l'utilité de certaines prescriptions telles que celle portant sur l'orientation des stries de meulage.

### **4.12 - La qualité du peinturage des essieux**

En raison des agressions chimiques et mécaniques auxquelles ils sont exposés, les axes des essieux de type 984 doivent être protégés par une peinture dont la résistance et la durabilité sont garanties.

La mauvaise tenue de la peinture appliquée en 2006 par le centre de Courbessac sur l'axe de l'essieu n° 8567 est la cause première de la corrosion qui a conduit à la fissuration qui s'y est développée.

Ainsi qu'il l'a été indiqué dans le chapitre 4.8 de ce rapport, le passage à l'utilisation de peintures hydrodiluable qui était en cours à cette époque au sein de l'établissement précité, a probablement joué un rôle déterminant dans ce défaut de qualité, car l'emploi de telles peintures nécessite, pour obtenir un résultat correct, de modifier les outillages et les installations et d'en maîtriser les techniques de préparation et d'application.

Or, l'évaluation effectuée en janvier 2013 par la direction du Matériel de la SNCF dans le centre de Courbessac montre que ses installations et ses méthodes ne sont pas encore conformes aux exigences requises et que la qualité du processus de peinture des essieux n'y est toujours pas satisfaisante.

D'autres évaluations réalisées dans d'autres établissements témoignent d'une situation relativement contrastée dans ce domaine.

#### **4.13 - Les mesures prises par la direction du Matériel de la SNCF**

Si les campagnes de vérification de l'état du parc des essieux de type 984 ont montré l'absence de risque à court terme pour les circulations ferroviaires, elles ont également mis en lumière, avec la campagne d'évaluation des pratiques des centres réparateurs, un certain nombre de voies de progrès.

Les constats ainsi effectués, qui se sont ajoutés au retour d'expérience auquel le déraillement survenu le 26 juin 2013 à Lyon a donné lieu, ont conduit la direction du Matériel de la SNCF à prendre plusieurs mesures destinées à clarifier la description de certains processus de traitement des défauts affectant les essieux et à améliorer la qualité de leur mise en œuvre.

##### **4.13.1 - La réécriture de la fiche technique TR1 018 relative à l'élimination des défauts des essieux**

La version A de la fiche technique TR1 018 qui était en vigueur en 2012 lors de la dernière révision de l'essieu n° 8567, avait été adoptée le 28 juin 2005. Ses insuffisances étaient connues et la rédaction d'une nouvelle version dite « B » était en cours, mais elle n'était pas achevée lorsque le déraillement analysé dans ce rapport s'est produit.

La direction du Matériel de la SNCF a décidé d'accélérer la parution de cette nouvelle version en tenant compte des premiers enseignements issus tant du retour d'expérience de cet accident que de la campagne d'évaluation qu'elle a conduite sur les pratiques de ses centres réparateurs.

Dans ce cadre, une version intermédiaire de cette fiche technique a été approuvée en février 2014 pour une mise en œuvre avant le 1<sup>er</sup> mai 2014. Elle présente plusieurs améliorations. Ainsi :

- la méthode de ragréage y est à la fois simplifiée et décrite de façon beaucoup plus détaillée ;
- les outils permettant d'estimer la profondeur des défauts et de contrôler les rayons de ragréage y sont précisés.

Le document définitif, actuellement en cours de finalisation, explicitera en outre clairement :

- l'obligation de mettre systématiquement au rebut les axes du matériel à voyageurs et du matériel moteur attaqués par de la corrosion chimique ;
- les exigences en matière de contrôle magnétoscopique après traitement des défauts.

#### **4.13.2 - La formation aux travaux de ragréage des axes des essieux**

Jusqu'à présent, les techniques d'élimination des défauts de surface des axes et des roues ne faisaient pas l'objet d'une formation spécifique organisée au niveau national. Leur apprentissage était laissé à l'initiative des établissements.

Un module de formation au ragréage (MAORRAG) a été élaboré. Il est opérationnel depuis le 1<sup>er</sup> juin 2014 et il fait désormais partie des prérequis nécessaires pour affecter les agents aux tâches de traitement des défauts de surface des axes et des roues.

## 5 - Déroulement de l'accident

### 5.1 - Le processus de détérioration de l'essieu n° 8567

En avril 2006, après avoir fait l'objet d'une révision complète avec remplacement des roues au centre réparateur de Courbessac, l'essieu n° 8567 reçoit une peinture de protection hydrodiluable.

L'emploi d'une telle peinture nécessite, de fait, des installations et des techniques spécifiques que l'établissement précité ne maîtrise pas encore totalement.

La peinture de protection appliquée lors de cette révision ne tient pas et l'axe de l'essieu concerné est attaqué par une corrosion chimique liée aux effluents des toilettes de la voiture Corail sous laquelle il a été monté.

Plusieurs piqûres de corrosion s'y développent dont certaines se situent dans le congé de raccordement de la portée de calage de l'un de ses disques de frein.

En février 2012, le centre de maintenance de Paris-Masséna détecte une corrosion importante de l'axe concerné. L'essieu est alors déposé ainsi que l'impose la fiche de visite SNCF VR1 001 « *Essieux et boîtes d'essieux sous véhicule* » et il est envoyé en réparation au centre de Montigny.

Lors de cette réparation, qui a lieu du 27 février au 1<sup>er</sup> mars 2012, les prescriptions de la fiche technique TR1 018 relative à l'élimination des défauts des essieux ne sont pas correctement appliquées. L'axe en cause n'est pas mis au rebut et plusieurs piqûres de corrosion qui s'y étaient installées ne sont pas complètement éliminées par le ragréage qui a alors été effectué. De plus, l'examen magnétoscopique prescrit après ragréage ou n'a pas été réalisé, ou n'a pas permis de détecter les défauts résiduels.

L'essieu est monté en avril 2012 sous la remorque ZR 19509.

Le niveau élevé des contraintes qu'il subit dans le congé de raccordement précité, au droit des piqûres de corrosion qui y ont été incomplètement éliminées, y provoque l'amorçage d'une fissure, puis son développement.

Difficilement visible lors des examens mécaniques effectués sous véhicule, cette fissure n'est pas détectée en centre de maintenance.

### 5.2 - La circulation du train n° 17929

Le 26 juin 2013, la fissure considérée s'étend sur près des deux tiers de la section de l'axe de l'essieu n° 8567. Mais, lorsque le train n° 17929, constitué de la remorque ZR 19509 en tête et de l'automotrice Z 9509 en queue, est prêt au départ de la gare de Lyon-Part-Dieu, aucune anomalie n'est encore détectable en service.

Après son départ, ce train monte normalement en vitesse et il circule sur la voie 1 Part-Dieu à une vitesse variant entre 40 et 50 km/h, bien inférieure à celle de 90 km/h autorisée sur cette voie pour un train de voyageurs.

Bien que modérés, les efforts subis par l'essieu précité font progresser la fissure en cause, jusqu'à provoquer la rupture de son axe et le déraillement de sa roue gauche aux environs du km 510,400.

Le train roule ainsi pendant près de 500 m, puis le deuxième essieu du bogie concerné déraile à son tour. Son conducteur, percevant des secousses et des mouvements anormaux, en provoque l'arrêt qui est obtenu au km 510,950.

Depuis la fenêtre latérale de sa cabine, ce conducteur ne détecte aucune anomalie apparente. Il prend les mesures d'immobilisation qui s'imposent, puis avise le poste de SULLY qui assure la gestion des circulations sur le secteur de Lyon-Guillotière. Il part, ensuite, à la visite de son train et constate alors le déraillement des deux essieux du bogie arrière de son véhicule de tête.

### **5.3 - Les mesures immédiates et les secours**

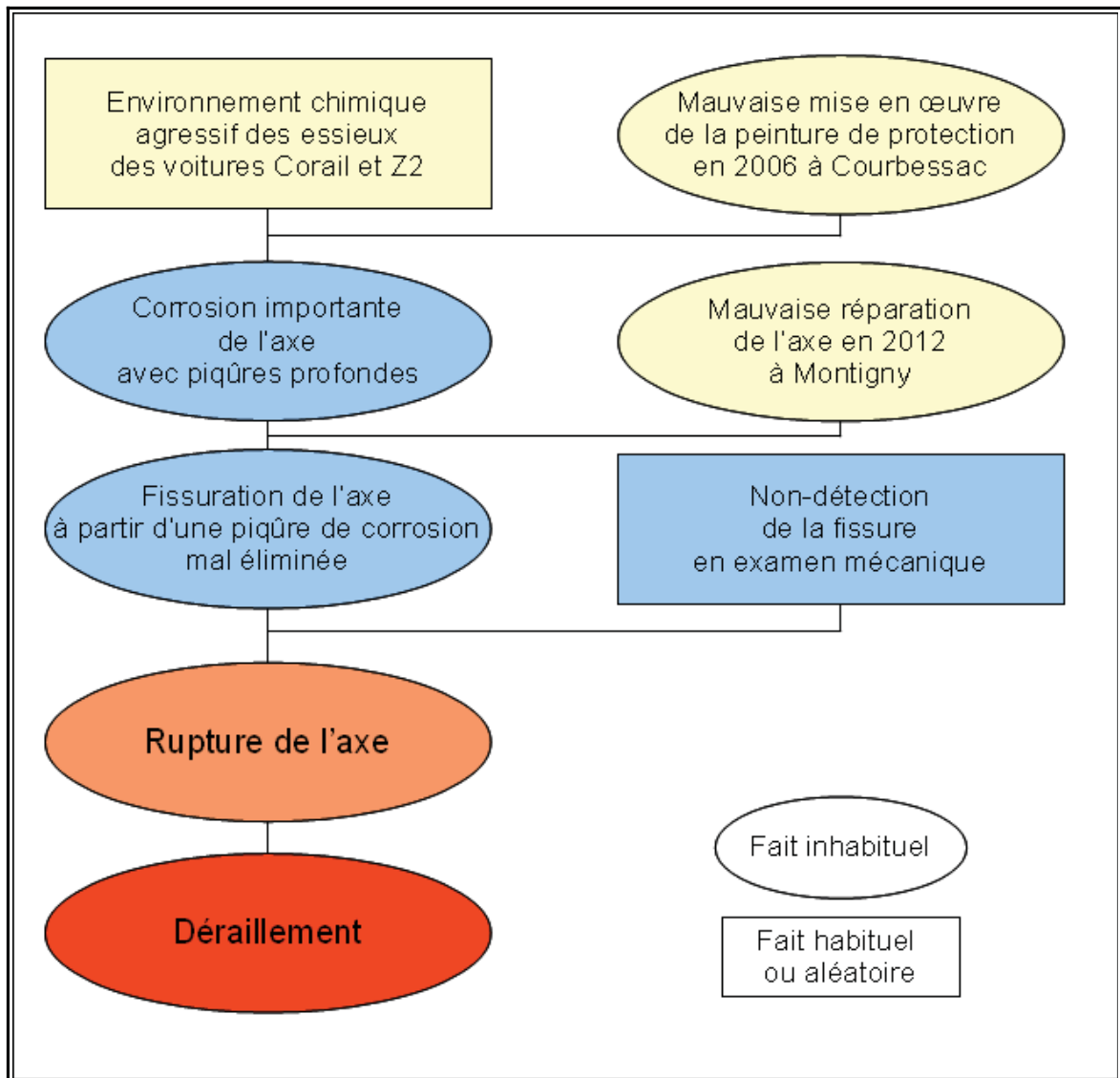
L'accès aux voies 1 et 2 Part-Dieu est interdit par le centre de gestion des circulations SULLY, puis après qu'il a été vérifié que son gabarit n'était pas engagé, la voie 2 concernée est rendue à la circulation.

Les voyageurs sont transbordés sur place dans une rame de secours placée en queue du train déraillé, puis ramenés en gare de Lyon-Part-Dieu d'où ils sont acheminés, par autocar, vers leur destination.



## 6 - Analyse des causes et facteurs associés, orientations préventives

### 6.1 - Les causes de l'accident



Le déraillement du train n° 17929 survenu le 26 juin 2013 à Lyon est dû à une cause directe unique : la rupture de l'axe de l'essieu 5-6 de la remorque de son automotrice qui s'est produite à proximité de la portée de calage de l'un de ses disques de frein.

Cette rupture est la conséquence d'une fissuration de fatigue qui s'est développée à partir d'une piqûre de corrosion et qui n'a pas pu être détectée lors des examens mécaniques de la rame considérée effectués en centre de maintenance.

Cette situation résulte d'une insuffisante qualité des opérations d'entretien auxquelles l'essieu concerné, de type 984, avait été soumis. D'une part, la peinture hydrodiluable qui a été appliquée sur son axe en 2006 par l'atelier de Courbessac n'a pas tenu permettant qu'une corrosion chimique s'y installe. D'autre part, lors de sa révision en 2012 par

l'établissement de Montigny, la criticité de cette corrosion a été mal appréciée et les travaux effectués pour l'éliminer n'ont pas été réalisés correctement.

Par ailleurs, les ambiguïtés que comportaient les prescriptions relatives à l'élimination des défauts des essieux qui étaient en vigueur à l'époque au sein de la SNCF, ont pu jouer un rôle dans ces défaillances.

Cette analyse conduit à rechercher les orientations préventives dans les trois domaines suivants :

- la maîtrise du processus de peinture des essieux ;
- la clarification des prescriptions concernant l'élimination des défauts des essieux ;
- l'apurement de la vérification, après dépose, des essieux de type 984 révisés en 2012 par l'établissement de Montigny.

## **6.2 - La maîtrise du processus de peinture des essieux**

L'épaisseur et la tenue du revêtement de protection des essieux jouent un rôle majeur pour prévenir les piqûres de corrosion susceptibles d'y apparaître et d'évoluer en fissures.

Les peintures actuelles préservent mieux l'environnement et la santé des opérateurs, mais elles nécessitent, pour obtenir un résultat satisfaisant et durable, un respect rigoureux des prescriptions concernant leur préparation, leur stockage et leur application.

À cet égard, les évaluations auxquelles la direction du Matériel de la SNCF a procédé en 2013 dans ses établissements, de même que des constats effectués sur des fournitures d'essieux neufs, montrent que ces tâches ne sont pas toujours maîtrisées de façon pérenne.

L'attribution de la réparation d'une série d'essieux à un établissement donné fait l'objet, dans le cadre du processus d'agrément mis en place par la SNCF, d'une vérification préalable de son aptitude à assurer la production envisagée avec le niveau de qualité requis.

Compte tenu de l'environnement agressif auquel sont exposés les essieux de type 984, la maîtrise du processus de leur peinture est particulièrement critique.

Le BEA-TT adresse donc à la Société nationale des chemins de fer français la recommandation suivante :

### **Recommandation R1 (SNCF) :**

**Inclure dans les processus d'attribution des charges de réparation des essieux et de suivi de la qualité des ateliers, la vérification systématique que le processus de peinture des essieux est maîtrisé de façon pérenne dès lors que des essieux de type 984 sont concernés.**

### **6.3 - La clarification des prescriptions relatives à l'élimination des défauts des essieux**

La version A de la fiche technique TR1 018, qui était en vigueur lors de la dernière révision de l'essieu défaillant, présentait des lacunes et des ambiguïtés.

Des améliorations significatives portant sur les techniques de ragréage ont été apportées à ce document dans une version intermédiaire rendue d'application obligatoire depuis le 1<sup>er</sup> mai 2014.

D'autres points sont cependant encore perfectibles.

Une nouvelle version de la fiche technique considérée, référencée « B », est donc actuellement en cours de rédaction.

Par ailleurs, les tâches d'élimination des défauts de surface des axes et des roues ne faisaient, jusqu'à présent, pas l'objet d'une formation spécifique organisée au niveau national.

La SNCF a récemment élaboré un module de formation au ragréage (MAORRAG) qui est opérationnel depuis le 1<sup>er</sup> juin 2014 et qui fait désormais partie des prérequis nécessaires pour affecter les agents aux tâches de traitement des défauts de surface des axes et des roues.

À la lumière de ces éléments, le BEA-TT formule la recommandation ci-après.

#### **Recommandation R2 (SNCF) :**

**Finaliser la rédaction de la version B de la fiche technique TR1 018 relative à l'élimination des défauts des essieux et la mettre en vigueur en veillant, par tout dispositif d'accompagnement approprié, à ce que ses prescriptions soient pleinement comprises et appliquées par tous les agents chargés de les mettre en œuvre.**

**Diffuser le module de formation au ragréage (MAORRAG) à la totalité des agents des centres réparateurs affectés à cette tâche, y compris aux agents déjà en poste.**

### **6.4 - L'apurement de la vérification des essieux de type 984 traités en 2012 par le centre réparateur de Montigny**

Les campagnes de vérification de l'état des essieux de type 984 que la direction du Matériel de la SNCF a conduites après le déraillement analysé dans ce rapport ont montré qu'aucune fissure ne les affectait et qu'ils ne présentaient donc pas de risque de rupture à court ou moyen terme.

Mais, ces campagnes ont également fait ressortir un niveau de non-qualité élevé des opérations de révision des essieux réalisées au premier semestre 2012 par l'établissement de Montigny et, plus particulièrement, par l'agent qui y a traité l'essieu n° 8567.

Compte tenu du contexte de ce centre réparateur, on peut craindre que la qualité de ses interventions ne se soit pas améliorée jusqu'à sa fermeture intervenue au second semestre 2012.

Il ne peut donc pas être exclu a priori qu'un essieu de type 984 réparé en 2012 au sein de l'établissement de Montigny soit porteur d'un défaut susceptible d'évoluer en fissures de fatigue, similaire à celui qui affectait l'essieu n° 8567 qui a rompu le 26 juin 2013 à Lyon.

Ceci conduit le BEA-TT à formuler la recommandation suivante :

**Recommandation R3 (SNCF) :**

**Identifier les essieux de type 984 traités par le centre réparateur de Montigny au cours de l'année 2012, les déposer et faire procéder à leur révision.**

**Prendre attachement des anomalies constatées et en tirer les conséquences.**

## 7 - Conclusions et recommandations

### 7.1 - Les causes de l'accident

Le déraillement considéré est dû à une cause directe unique : la rupture de l'axe de l'essieu 5-6 de la remorque de l'automotrice Z 9509 qui s'est produite à proximité de la portée de calage de l'un de ses disques de frein.

Cette rupture est la conséquence d'une fissuration de fatigue qui s'est développée à partir d'une piqûre de corrosion et qui n'a pas pu être détectée lors des examens mécaniques de la rame considérée effectués en centre de maintenance.

Cette situation résulte d'une insuffisante qualité des opérations d'entretien auxquelles l'essieu concerné, de type 984, avait été soumis. D'une part, la peinture hydrodiluable qui a été appliquée sur son axe en 2006 par l'atelier de Courbessac n'a pas tenu permettant qu'une corrosion chimique s'y installe. D'autre part, lors de sa révision en 2012 par l'établissement de Montigny, la criticité de cette corrosion a été mal appréciée et les travaux effectués pour l'éliminer n'ont pas été réalisés correctement.

Par ailleurs, les ambiguïtés que comportaient les prescriptions relatives à l'élimination des défauts des essieux qui étaient en vigueur à l'époque au sein de la SNCF, ont pu jouer un rôle dans ces défaillances.

### 7.2 - Les recommandations

Au vu de ces éléments, le BEA-TT adresse à la Société nationale des chemins de fer français les trois recommandations suivantes :

#### **Recommandation R1 (SNCF) :**

**Inclure dans les processus d'attribution des charges de réparation des essieux et de suivi de la qualité des ateliers, la vérification systématique que le processus de peinturage des essieux est maîtrisé de façon pérenne dès lors que des essieux de type 984 sont concernés.**

#### **Recommandation R2 (SNCF) :**

**Finaliser la rédaction de la version B de la fiche technique TR1 018 relative à l'élimination des défauts des essieux et la mettre en vigueur en veillant, par tout dispositif d'accompagnement approprié, à ce que ses prescriptions soient pleinement comprises et appliquées par tous les agents chargés de les mettre en œuvre.**

**Diffuser le module de formation au ragréage (MAORRAG) à la totalité des agents des centres réparateurs affectés à cette tâche, y compris aux agents déjà en poste.**

#### **Recommandation R3 (SNCF) :**

**Identifier les essieux de type 984 traités par le centre réparateur de Montigny au cours de l'année 2012, les déposer et faire procéder à leur révision.**

**Prendre attachement des anomalies constatées et en tirer les conséquences.**



## ANNEXES

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête

Annexe 2 : Rapport de l'expertise visuelle de l'essieu n° 8567 effectuée par l'agence d'essai ferroviaire

Annexe 3 : Rapport de l'expertise approfondie de l'essieu n° 8567 effectuée par l'agence d'essai ferroviaire

Annexe 4 : Ordre de vérification visuelle de l'état de tous les essieux de type 984 donné le 28 juin 2013 par la direction du Matériel de la SNCF

Annexe 5 : Ordre de vérification, après dépose, d'un échantillon d'essieux de type 984 révisés par l'établissement de Montigny donné le 2 juillet 2013 par la direction du Matériel de la SNCF





## Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête

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

La Défense, le 28 juin 2013

### DECISION

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<sup>re</sup> 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 du déraillement d'un train express régional (TER) survenu le 26 juin 2013 au sud de la gare Lyon-Part-Dieu à Lyon dans le Rhône ;

### décide

**Article 1** : Une enquête technique est ouverte en application du titre II du livre VI de la 1<sup>re</sup> partie du code des transports sur le déraillement d'un train express régional survenu le 26 juin 2013 à Lyon (69) sur la ligne ferroviaire de Lyon-Part-Dieu à Saint-André-le-Gaz.

Le directeur du BEA-TT



Claude AZAM



**Annexe 2 : Rapport de l'expertise visuelle de l'essieu n° 8567 effectuée  
par l'agence d'essai ferroviaire**



RAPPORT D'ESSAI : Expertise de l'essieu type 984 de la Z9509  
DOC032892 / MES014038

*Les résultats présentés dans ce document comportant 7 pages de texte et ne se rapportent qu'aux produits soumis à l'essai, suivant les conditions indiquées dans son contenu.*

**A l'attention de H. TSUKAHARA**  
MDMX  
15 rue Traversière  
75012 PARIS

## 1 - OBJET

Suite à la rupture en service de l'essieu type 984 n°8567 de l'engin Z9509, une expertise est demandée à l'Agence d'Essai Ferroviaire dont l'objectif est de déterminer l'origine et le mode de rupture de cet essieu.

Ce rapport fait suite à une pré-expertise conjointe ICCE / AEF, le 27/06/2013 à Lyon.

## 2 - PIECES SOUMISES A ESSAIS

Essieu type 984 n°8567, réceptionné et expertisé le 28/06/2013.

## 3 - EXAMENS REALISES

### 3.1 - Examen Général

La rupture de l'axe est localisée dans la zone entre le rayon de raccordement de la portée de calage du disque et le corps (schéma 1).

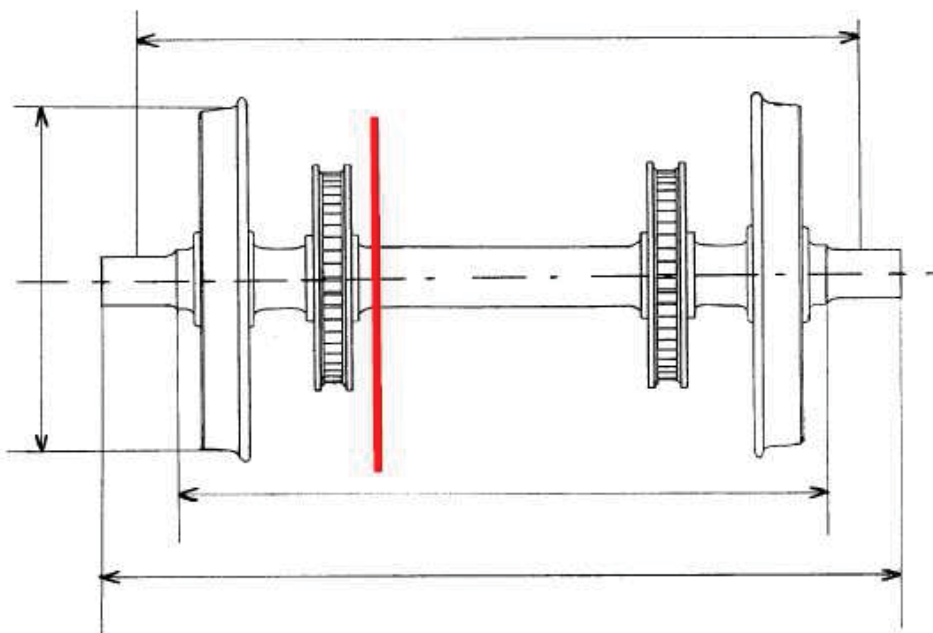


Schéma 1 : Localisation de la rupture

Aucun autre désordre important n'a été observé sur le reste de l'axe, hormis les marques causées par le déraillement. On observe une dissymétrie de l'usure des disques de frein avec une usure plus prononcée du disque côté rupture.

### 3.2 - Examen Fractographique

L'examen du faciès côté disque est trop endommagé pour être exploitable. En revanche le centre du faciès côté corps est épargné et révèle une propagation de la fissure par fatigue sur près de 2/3 de la section de l'axe. Connaissant le sens et l'orientation de la propagation d'une fissure de fatigue en flexion rotative il est possible de localiser approximativement la zone d'amorçage (Photo 1).

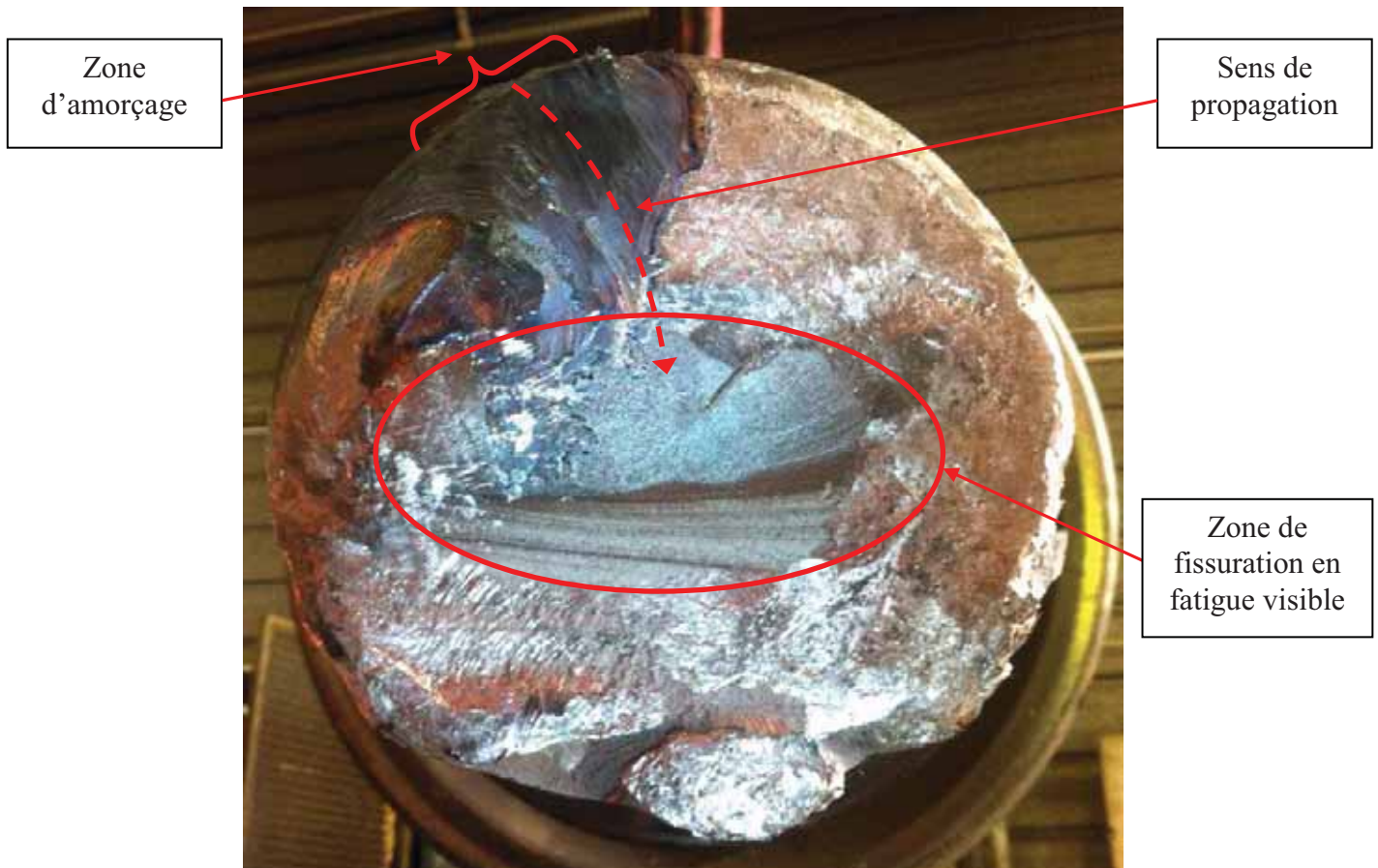


Photo 1: Faciès de rupture côté corps.

La surface de l'axe aux abords de la rupture côté disque de frein n'est pas dégradée et permet d'observer trois défauts de surface, dont un localisé dans la zone d'amorçage (schéma 2).

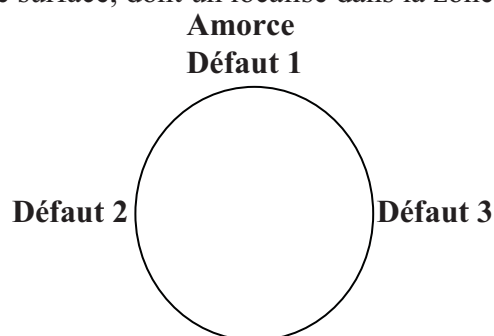


Schéma 2 : Localisation des défauts de surfaces

### 3.3 - Examen Visuel

#### 3.3.1 - Défaut n°1 :

Photos du défaut n°1 avant nettoyage (photos 2 et 3) :



Photo 2: Défaut n°1 dans la zone d'amorçage

Photo 3 : Défaut n°1 dans la zone d'amorçage

On observe après nettoyage que le défaut n°1 est recouvert de peinture. La peinture ne présente aucune dégradation (photo 4).



Photo 4: Défaut de surface n°1 avant décapage

Le décapage de la peinture permet d'observer que la sortie du congé de raccordement côté corps est toilée sur toute la circonférence de l'axe (photo 5). Le défaut 1 correspond à une reprise par meulage (photo 6).



Photo 5: toilée sur toute la circonférence de l'axe côté

Photo 6: Défaut de surface n°1 après décapage

### 3.3.2 - Défaut n°2 :

Photo du défaut n°2 avant nettoyage (photo 7).



Photo 7: Défaut de surface n°2 avant nettoyage

On observe après nettoyage que le défaut est recouvert de peinture. La peinture ne présente aucune dégradation (photo 8). Le défaut 2 correspond à une reprise par meulage. Des piqûres de corrosion résiduelles sont également observées dans la zone (photo 9).



Photo 8: Défaut de surface n°2 avant décapage

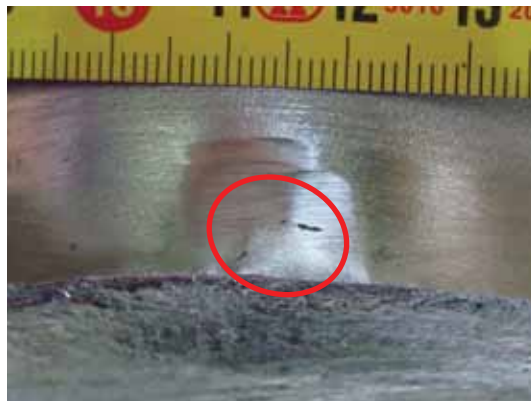


Photo 9: Défaut de surface n°2 après décapage

### 3.3.3 - Défaut n°3 :

Photo du défaut n°3 avant nettoyage (photo 10).



Photo 10: Défaut de surface n°3 avant nettoyage



On observe après nettoyage que le défaut est recouvert de peinture. La peinture ne présente aucune dégradation (photo 11). Le défaut 3 correspond à une reprise par meulage. Une piqûre de corrosion résiduelle est également observée dans la zone (photo 12).



Photo 11 : Défaut de surface n°3 avant décapage



Photo 12: Défaut de surface n°3 après décapage

### 3.3.4 - Congé de raccordement opposé à la rupture

A la différence du congé de raccordement côté rupture, toilé (photo 13), le congé de raccordement côté opposé de la rupture est grenailé comme le reste du corps de l'axe (photo 14). Il présente également des traces de meulage avec des piqûres de corrosion résiduelles dans les zones meulées.



Photo 13: Congé de raccordement côté rupture



Photo 14: Congé de raccordement côté opposé

### 3.4 - Examen par magnétoscopie

L'examen a été réalisé selon le document technique TR1004 Annexe 1, de part et d'autre de la rupture et dans le congé de raccordement opposé à la rupture. L'examen met en évidence des indications dans la zone de meulage du défaut n°2 (Photo 14).



Photo 15: Zone du défaut 2

D'autres indications ont été observées correspondant aux piqûres de corrosion encore présentes dans les zones de meulage ou aux stries de meulage.

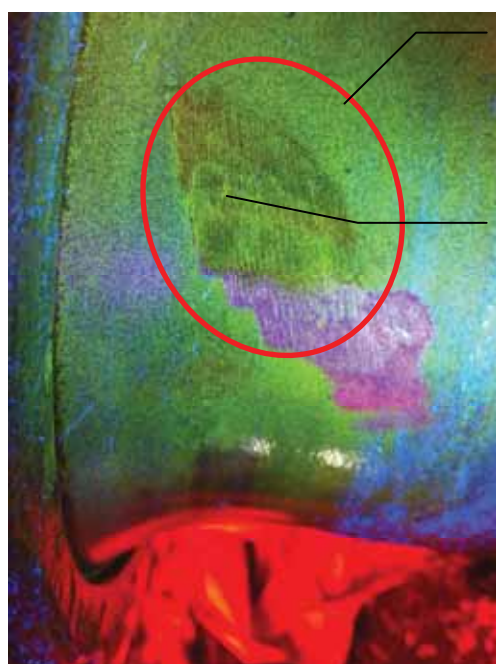


Photo 16: Zone côté opposé à la rupture

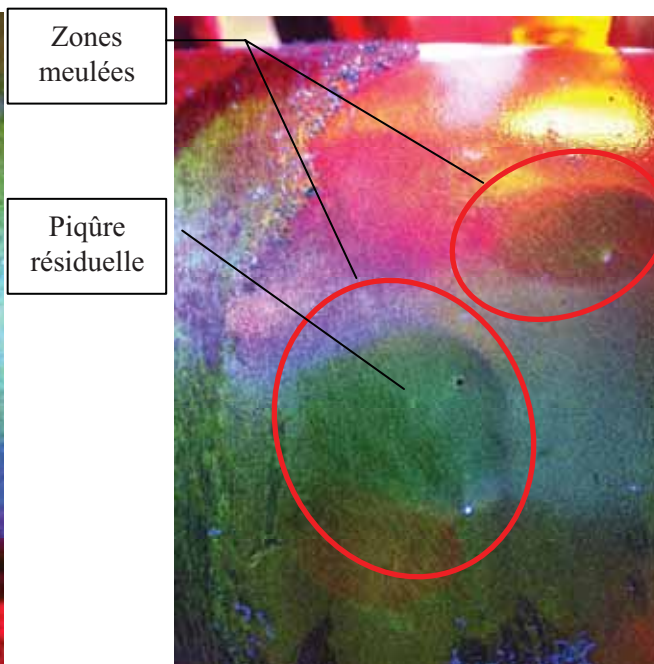


Photo 17: Zone côté opposé à la rupture

#### **4 - CONCLUSION**

La rupture de l'essieu est due à une fissure de fatigue amorcée sur un défaut de surface en sortie du congé de raccordement de la portée de calage de disque, côté corps de l'axe. La fissure s'est propagée sur les deux tiers de la section aboutissant à la rupture totale de l'axe.

L'axe a subi en maintenance des opérations de grenailage, toilage et meulage prescrites par la TR1018 pour le traitement de défauts type piqûres de corrosion et traces de choc. Certaines piqûres n'ont été que partiellement éliminées et le sens des stries de meulage, bien que réalisé à l'aide d'un outil à grains fins, n'est pas longitudinal comme prescrit dans le document de maintenance.

Le défaut présent dans la zone d'amorçage de la fissure se révèle être une zone meulée. Sa géométrie globale montre une profondeur plus importante que les autres zones meulées et une arête prononcée induisant un rayon ne respectant pas les prescriptions ( $R \geq 200$  mm). Il conviendrait d'essayer de s'assurer ultérieurement de la profondeur du défaut pour vérifier s'il est inférieur aux 0,5 mm spécifiés dans la TR1018.

Le faciès de rupture dans la zone d'amorçage n'est pas exploitable suite à l'incident et ne permet pas d'identifier de manière plus précise l'amorce de fissuration. Toutefois deux autres défauts équivalents ont été observés dans ce même congé de raccordement présentant des piqûres de corrosion résiduelles.

<b>Élaboration du rapport :</b>		<b>Approbation du rapport :</b>	
Nom :	Y. CHEYNET P. FERAUD P. MARTINS	Nom :	P. LALLET
Fonction :	Chargés d'expertise	Fonction :	Responsable d'Activité



**Annexe 3 : Rapport de l'expertise approfondie de l'essieu n° 8567  
effectuée par l'agence d'essai ferroviaire**





**EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE  
L'AUTOMOTRICE Z9509**

Rapport N°2

**DIRECTION DU MATERIEL**

**DOC033138 / MES014038**

**Laboratoire Matériaux - Environnement - Structures**

**Destinataire :**

A l'attention de H. TSUKAHARA  
MDMX  
15 rue Traversière  
75012 PARIS

**EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE  
L'AUTOMOTRICE Z9509**

**Résumé :**

Lors de la première expertise de l'essieu type 984n°8567 équipant la Z9509, il a été conclu que la rupture de l'axe était due à une fissure de fatigue amorcée sur un défaut de surface. L'axe avait subi en maintenance des opérations de grenailage, toilage et meulage prescrites par la TR1018 pour le traitement de défauts type piqûres de corrosion et traces de chocs.

L'objectif de ce second rapport est de caractériser la morphologie des meulages réalisés et de mettre en évidence les modifications du matériau provoquées par le meulage.

Ces premiers essais non destructifs indiquent que l'essieu a été remis en service après différentes opérations de meulage. Malgré le ragréage de la surface du corps de l'axe, certains défauts résiduels sont mis en évidence. La profondeur des zones meulées respecte les tolérances finales du diamètre du corps de l'axe, l'état de surface est très correct (Ra de 1µm), mais le sens du meulage est variable puisque dans certaines zones, il est circonférentiel. De plus, le niveau de contraintes résiduelles induit par cette opération est très élevé (jusqu'à 464 +MPa en surface et +100 MPa à 0,3 mm de profondeur).

**Elaboration du rapport**

Rédacteur

Nom : Y. CHEYNET  
Fonction : Chargé de prestation  
Tel : 419 376

Vérificateur

Nom : G. SAINT-AYES  
Fonction : Ingénieur d'études  
Tel : 419 373

**Approbation du rapport**

Nom : JL TRANCART  
Fonction : Responsable de pôle  
Tel : 419 353

**Avertissement :**

Les résultats présentés dans ce document ne se rapportent qu'aux produits soumis à l'essai, suivant les conditions indiquées dans son contenu. La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 8 pages de texte et 17 pages d'annexes.



## TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
1 - OBJET	3
2 - PIÈCES SOUMISES A ESSAIS	3
3 - EXAMENS ET ESSAIS	3
3.1 - Examen Visuel	3
3.2 - Examen dimensionnel	5
3.3 - Essai de rugosité	6
3.4 - Contraintes résiduelles en surface du corps de l'axe	6
3.5 - Contraintes résiduelles en profondeur dans le corps de l'axe	7
3.6 - Contraintes résiduelles en surface dans la zone de rupture	7
4 - CONCLUSION	8

## ANNEXES

Annexe 1 Plan	1 feuille
Annexe 2 Examen visuel	5 feuilles
Annexe 3 Rugosité	3 feuilles
Annexe 4 Contraintes résiduelles _ corps	4 feuilles
Annexe 5 Contraintes résiduelles _ raccordement	4 feuilles

## **1 - OBJET**

Lors de la première expertise de l'essieu type 984 équipant l'engin Z9509, faisant l'objet du rapport AEF DOC032892 / MES014038, il avait été conclu que la rupture de l'axe était due à une fissure de fatigue amorcée sur un défaut de surface en sortie du congé de raccordement de la portée de calage de disque, côté corps de l'axe. La fissure s'était propagée sur les deux tiers de la section aboutissant à la rupture totale de l'axe.

L'axe avait subi en maintenance des opérations de grenailage, toilage et meulage prescrites par la TR1018 pour le traitement de défauts type piqûres de corrosion et traces de choc. Certaines piqûres n'avaient été que partiellement éliminées et le sens des stries de meulage, bien que réalisé à l'aide d'un outil à grains fins, n'était pas longitudinal comme prévu dans le document de maintenance.

L'objectif de ce rapport est de caractériser la morphologie des meulages réalisés et mettre en évidence les modifications du matériau provoquées par le meulage. Ce rapport ne comporte que les examens non destructifs.

## **2 - PIECES SOUMISES A ESSAIS**

Essieu type 984 n°8567 : plan SNCF 10-4003 147 (**annexe 1**).

Pour la réalisation des essais, les disques et roues ont été détournés (photo 1).



Photo 1 : Axe N°8567

## **3 - EXAMENS ET ESSAIS**

### **3.1 - Examens Visuels**

Un premier examen met en évidence d'autres zones meulées, en plus des trois présentes aux abords de la rupture et décrites dans le précédent rapport.

Ces zones sont meulées selon des orientations variables (photos 2 et 3). Certaines ont été ragrées lors de visites antérieures puisqu'elles sont à l'état grenillé (photo 4). Des défauts résiduels sont parfois mis en évidence (photo 5) ainsi que de la reprise de corrosion (photo 6). De plus, on note sur certains défauts une légère coloration provoquée par un échauffement local vraisemblablement dû au meulage (photo 7).

Un bilan de cet examen est repris dans le tableau 1, précisant la profondeur de chaque meulage. Chacune de ces zones est présentée avant et après décapage en **annexe 2**.

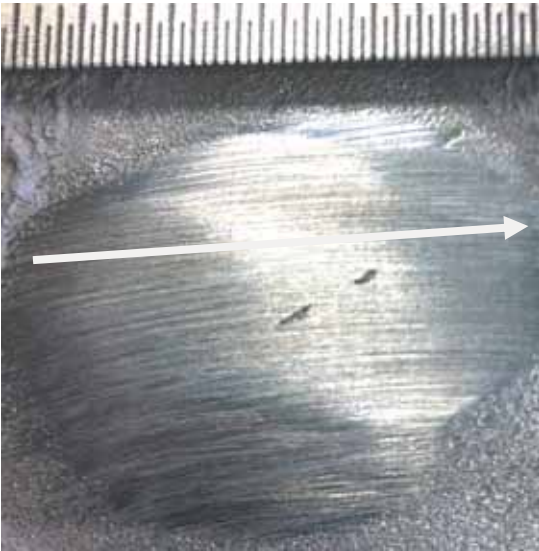


Photo 2 : zone 4 \_ meulage longitudinal



Photo 3 : zone 8 \_ meulage 30°



Photo 4 : zone 5 \_ meulage antérieur

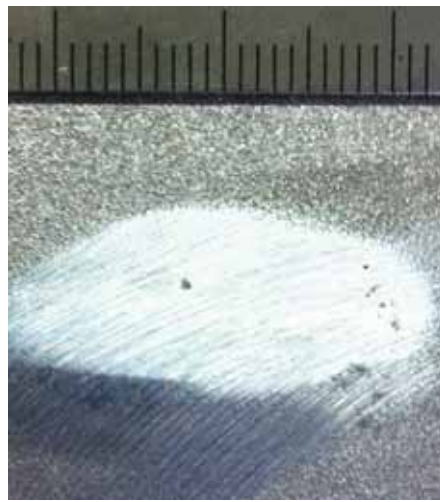


Photo 5 : zone 13 \_ défaut résiduel



Photo 6 : zone 7 \_ reprise de corrosion

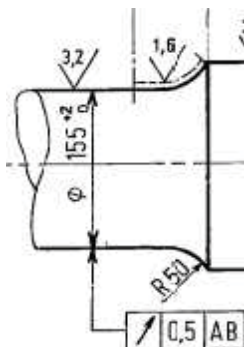


Photo 7 : zone 12 \_ coloration

Zone	Distance au faciès (mm)	Sens meulage (°)	Présence défaut résiduel	Profondeur <sup>1</sup> (mm)
4	200	0°(Longi.)	Oui	0,34
5	190	Non visible	Grenaillé	0,37
6	250	30°	Oui	0,22
7	230	0°(Longi.)	Corrosion	0,42
8	250	0°(Longi.)	Oui	0,38
9	320	Non visible	Grenaillé	0,16
10	370	30°	Oui	0,40
11	310	0°(Longi.)	Oui	0,22
12	360	30°	Oui +choc	0,24
13	380	30°	Oui	0,12
14	440	30°	Oui	0,30
15	510	30°	Oui	0,33
16	510	30°	Oui	0,13
17	530	30°	Oui	0,35
18	620	Non visible	Grenaillé	0,24
19	670	45°	Oui	0,18

Tableau 1 : Bilan des examens visuels du corps de l'axe (Cf. annexe 2)

### 3.2 - Mesures dimensionnelles



Le diamètre du corps de l'axe a été relevé trois fois à 120° dans la partie toilée aux abords de la rupture et en milieu de corps. Les valeurs sont reprises dans le tableau 2. Le rayon du congé de raccordement sera mesuré ultérieurement.

	Diamètre du corps (mm)			Rayon de raccordement (mm)	
	Grenaillée	Toilée	Plan	Portée disque	Plan
1	156,73	156,75	155 <sup>+2</sup> <sub>0</sub>	réservé	50
2	156,64	156,85		réservé	
3	156,79	156,58		réservé	

Tableau 2 : Résultats des essais de rugosité

Même en prenant en compte la profondeur des zones meulées, le diamètre du corps de l'axe respecte les tolérances du plan.

<sup>1</sup> La profondeur est mesurée à l'aide d'un comparateur positionné sur un axe mis en rotation.

### 3.3 - Mesures de rugosité

La rugosité du corps est mesurée pour chaque type d'état de surface rencontré :

- grenaillé en milieu du corps,
- toilée aux abords de la rupture,
- meulées (perpendiculairement aux stries dans cinq zones (6, 7 11, 12 et 13).

Les mesures ont été réalisées suivant la norme NF EN ISO 4288. Les profils font l'objet de **l'annexe 3** et les résultats sont repris dans le tableau ci-dessous.

	Ra (µm)			Rz (µm)		
	Grenaillée	Toilée	Meulée	Grenaillée	Toilée	Meulée
<b>1</b>	5,94	1,51	1,61 (def 13)	33,69	9,54	11,74
<b>2</b>	6,16	2,35	1,04 (def 7)	33,98	14,33	6,83
<b>3</b>	6,26	1,47	0,94 (def 11)	30,54	10,17	6,59
<b>4</b>	-	-	0,86 (def 6)	-	-	5,51
<b>5</b>	-	-	1,27 (def 12)	-	-	9,87
<b>Moyenne</b>	<b>6,12</b>	<b>1,78</b>	<b>1,14</b>	<b>32,73</b>	<b>11,35</b>	<b>8,11</b>

**Tableau 3 : Résultats des essais de rugosité**

La mesure confirme la qualité de l'état de surface, que ce soit dans les zones toilées ou meulées. A noter également que la rugosité induite par le grenailage répond aux exigences de la fiche de maintenance TR 1 016, imposant un Ra compris entre 3,2 µm et 6,3µm.

### 3.4 - Contraintes résiduelles en surface du corps de l'axe

Les contraintes résiduelles sont déterminées par diffraction de rayons X. Les paramètres d'essais sont repris dans **l'annexe 4**.

Une première analyse consiste à analyser les contraintes résiduelles en surface aux abords des zones meulées puis dans les zones meulées.

Le grenailage est homogène sur l'ensemble des points du corps de l'axe analysés. Il induit des contraintes résiduelles de compression comprises entre -200 et -260 MPa (annexe 4 - tableau 4).

Quant au meulage, il introduit des contraintes résiduelles de traction importantes dans le sens longitudinal. Le niveau de contrainte varie selon la zone entre +265 et +464 MPa.

Le niveau de contrainte résiduelle est environ deux fois plus important dans le sens parallèle aux stries de meulage que dans le sens perpendiculaire (annexe 4 - tableau 5).

Le grenailage réalisé sur une zone meulée antérieurement annule intégralement les contraintes résiduelles de traction et ramène un état de compression équivalent (annexe 4 - tableau 6)

### 3.5 - Contraintes résiduelles en profondeur dans le corps de l'axe

Pour évaluer l'évolution des contraintes résiduelles en sous couche, un profil de contrainte est tracé après des attaques électrolytiques successives dans la zone 11 meulée et à 20 mm dans une plage grenillée.

Le profil de contraintes donné à la figure 1 est tracé à partir des valeurs de contraintes données en annexe 4 - tableau 7.

Dans la zone meulée, la contrainte maximale en traction est 464 MPa en surface. Les contraintes résiduelles se stabilisent autour de 100 MPa à partir de 0,15 mm de profondeur.

Dans la zone grenillée, la contrainte en surface est de l'ordre de -220 MPa avec un maximum de compression à -306 MPa à 0,06 mm de profondeur. Les contraintes résiduelles s'annulent à 0,30 mm de profondeur.

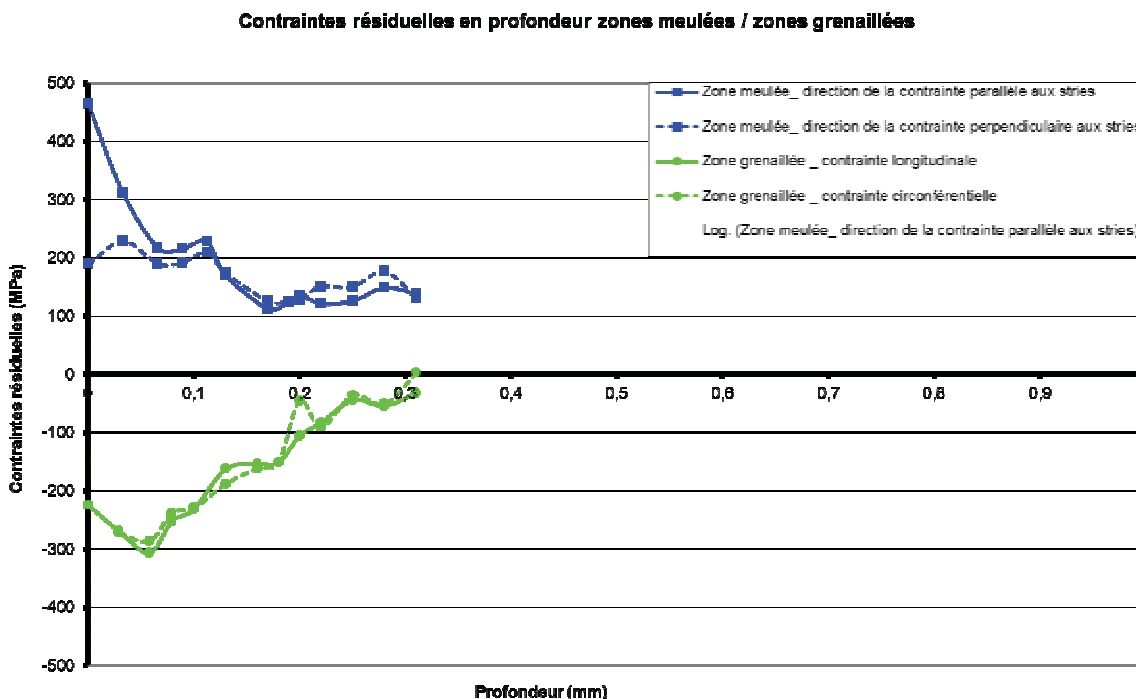


Figure 1 : profil des contraintes résiduelles en profondeur

### 3.6 - Contraintes résiduelles en surface dans la zone de rupture

Les contraintes résiduelles des trois zones meulées dans le congé de raccordement entre la portée de calage disque et le corps de l'axe sont aussi analysées. Ces trois zones étaient repérées défaut 1, défaut 2 et défaut 3 dans le rapport AEF DOC032892/MES014038.

Compte tenu de la présence du moyeu du disque, les paramètres d'essais ont dû être modifiés (**annexe 5**). Les valeurs de contraintes résiduelles sont :

- -40 MPa dans le défaut 1,
- -160 MPa dans le défaut 2,
- -95 dans le défaut 3.

D'après les valeurs obtenues dans les autres zones meulées du corps de l'axe, les valeurs ci dessus obtenues à proximité de la rupture semblent ne pas être représentatives de la réalité avant la défaillance.

En effet, après la rupture, les deux faciès sont entrés en contact : ces faciès présentent une déformation plastique sur toute leur circonférence ce qui a nécessairement modifié le champ de contraintes résiduelles.

#### **4 - CONCLUSION**

Les premiers essais non destructifs indiquent que l'essieu type 984 n°8567 équipant la Z9509 a été remis en service après différentes opérations de meulage destinées à supprimer des défauts initialement présents. Malgré le ragréage de la surface du corps de l'axe, certains défauts résiduels sont mis en évidence. La profondeur des zones meulées respecte les tolérances finales du diamètre du corps de l'axe, l'état de surface est très correct (Ra de  $1\mu\text{m}$ ), mais le sens du meulage est variable puisque dans certaines zones, il est circonférentiel. De plus, le niveau de contraintes résiduelles induit par cette opération est très élevé (jusqu'à +464 MPa en surface et +100 MPa à 0,3 mm de profondeur).

Compte-tenu de la dégradation des pièces, consécutive à la rupture, il n'a pas été possible de vérifier les valeurs de contraintes résiduelles atteintes dans les défauts au niveau de l'amorce. Celles-ci devaient être comparables à celles obtenues dans les autres zones meulées, à savoir entre +250 et +450 MPa.

Le grenailage (de décapage), est bénéfique puisqu'il introduit de manière homogène des contraintes résiduelles de compression (-220 MPa), même dans les zones anciennement meulées.

Les essais de conformité matière et de caractérisations destructives des défauts et zones de meulage feront l'objet d'un rapport ultérieur.

AEF

MES014038

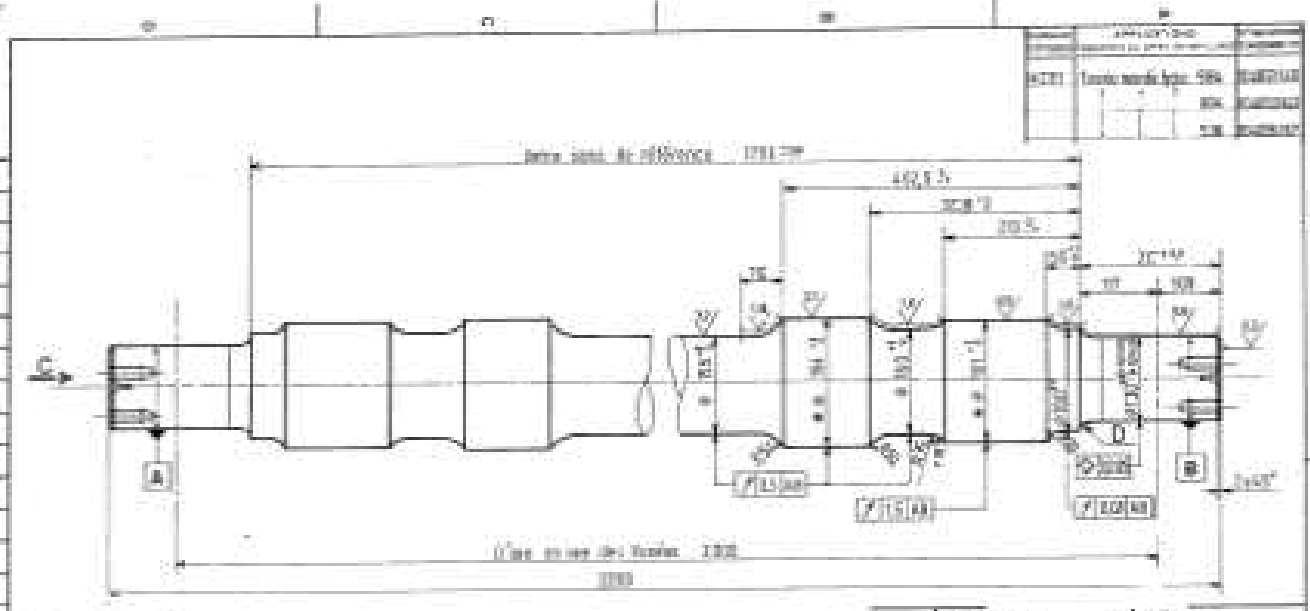
DOC033138

EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE L'AUTOMOTRICE Z9509

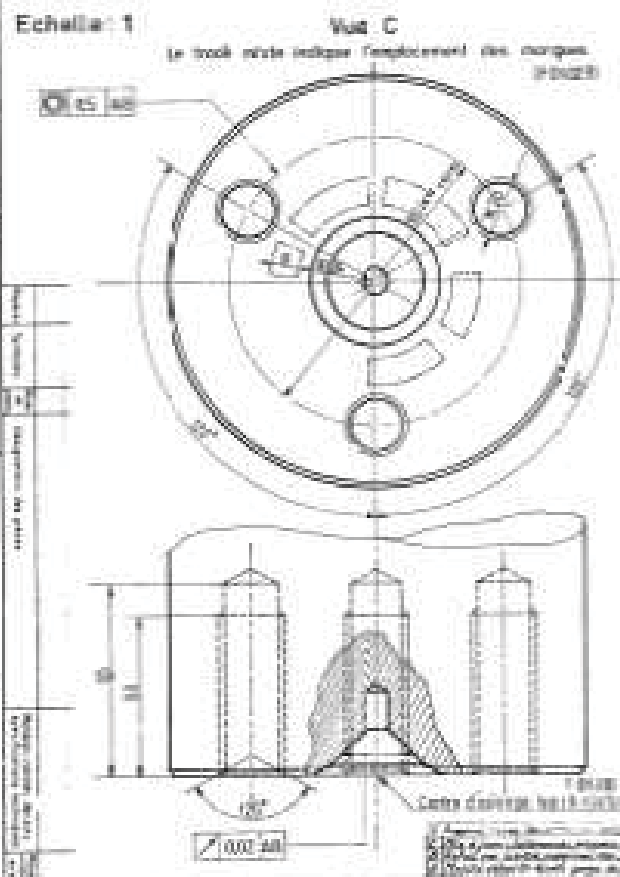
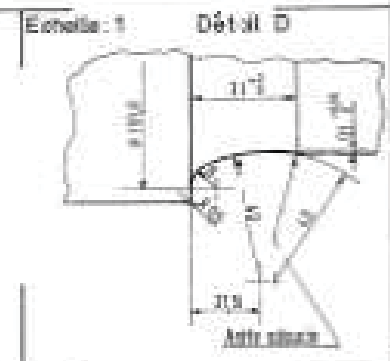
Annexe 1

Plan

f 1/1



REVISION	DATE	REVISION	DATE
01	15/05/04	02	15/05/04
03	15/05/04	04	15/05/04



**NOTA**  
 - Les diamètres 30, 38 et 42 de la partie de montage représentent l'état de surface usiné à permettre l'assemblage des roues et des écrous de leur jeu. Les 30, 38 et 42 sont des diamètres.

REMARQUES PARTICULIÈRES DE FABRICATION : voir les cartes d'usinage des machines "Tornos" et le chapitre "Techniques" de l'Annexe 1 de l'AEF.

Dessiné par		F.C. JOLY/RES	
Vérifié par		RES	
Approuvé par		RES	
Échelle		0,2	
Matière		AC1008	
Cotation		ESSIEU AXE	
N° de pièce		10_4003_147	



<p><b>AEF</b>  <b>MES014038</b>  <b>DOC033138</b></p>	<p><b>EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE</b>  <b>L'AUTOMOTRICE Z9509</b></p> <p><b>Examen visuel</b></p>	<p><b>Annexe 2</b></p> <p><b>f 1/5</b></p>
---	--	--



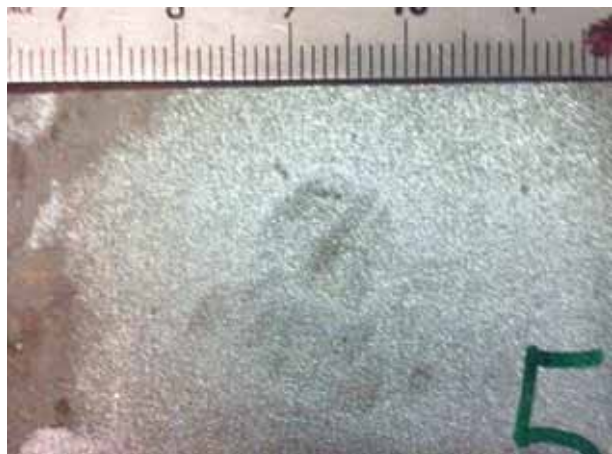
zone 4 avant décapage



zone 4 après décapage



zone 5 avant décapage



zone 5 après décapage



zone 6 avant décapage



zone 6 après décapage

<p>AEF MES014038 DOC033138</p>	<p>EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE L'AUTOMOTRICE Z9509</p> <p>Examen visuel</p>	<p>Annexe 2</p> <p>f 2/5</p>
--	--	------------------------------



zone 7 avant décapage



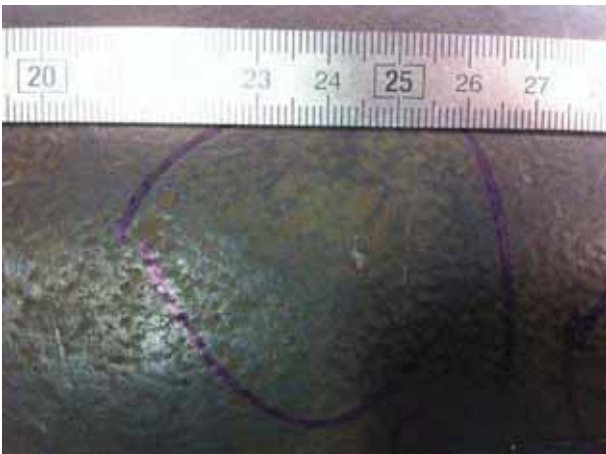
zone 7 après décapage



zone 8 avant décapage



zone 8 après décapage

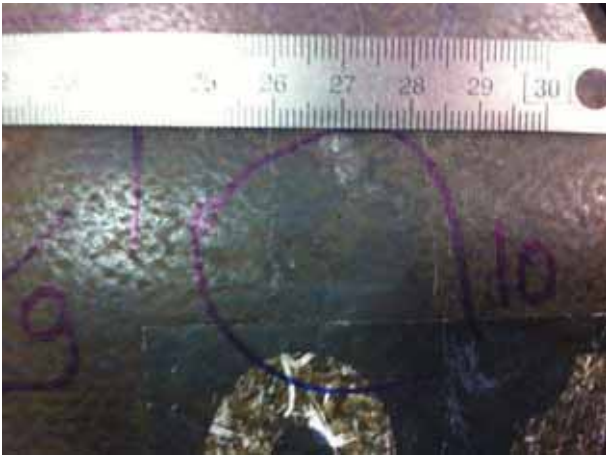


zone 9 avant décapage



zone 9 après décapage

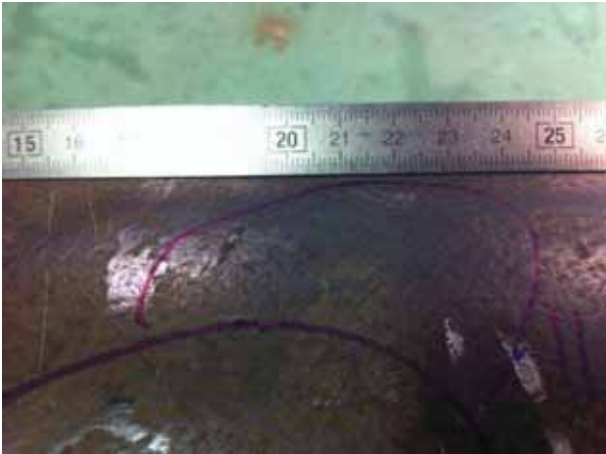
<p>AEF MES014038 DOC033138</p>	<p>EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE L'AUTOMOTRICE Z9509</p> <p>Examen visuel</p>	<p>Annexe 2</p> <p>f 3/5</p>
--	--	------------------------------



zone 10 avant décapage



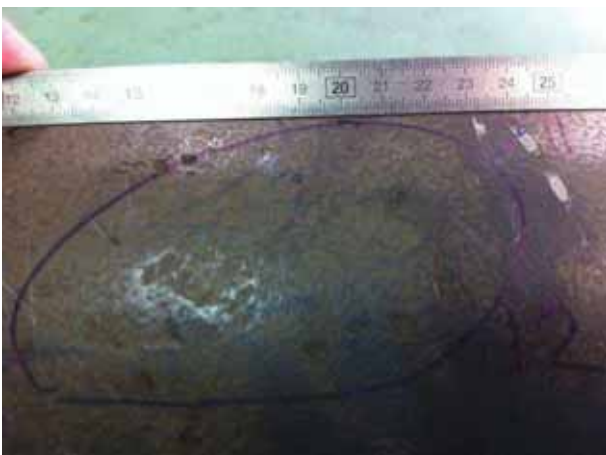
zone 10 après décapage



zone 11 avant décapage



zone 11 après décapage



zone 12 avant décapage

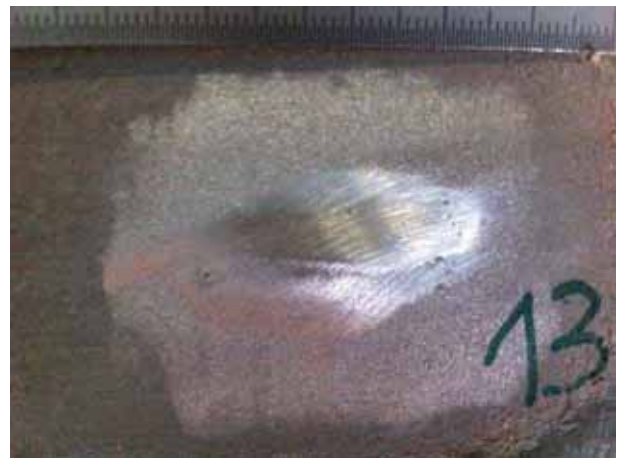


zone 12 après décapage

<p><b>AEF</b>  <b>MES014038</b>  <b>DOC033138</b></p>	<p><b>EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE</b>  <b>L'AUTOMOTRICE Z9509</b></p> <p><b>Examen visuel</b></p>	<p><b>Annexe 2</b></p> <p><b>f 4/5</b></p>
---	--	--



zone 13 avant décapage



zone 13 après décapage



zones avant décapage 14 et 15



zones 14 et 15 après décapage

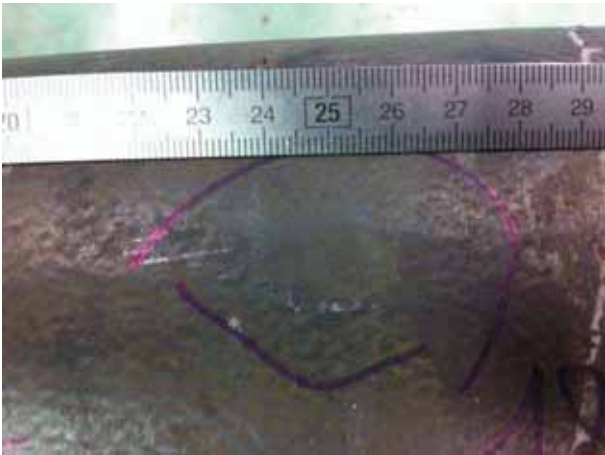


zones 16 et 17 avant décapage



zone 16 et 17 après décapage

<b>AEF</b> <b>MES014038</b> <b>DOC033138</b>	<b>EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE</b> <b>L'AUTOMOTRICE Z9509</b> <b>Examen visuel</b>	<b>Annexe 2</b>  <b>f 5/5</b>
--	---	-------------------------------------



zone 18 avant décapage



zone 18 après décapage

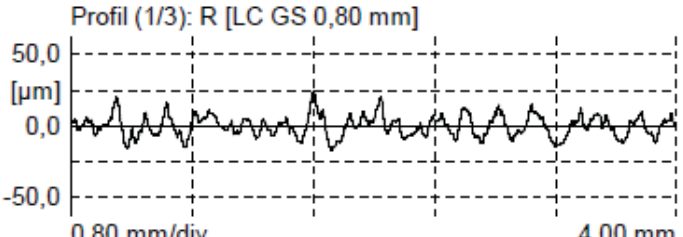
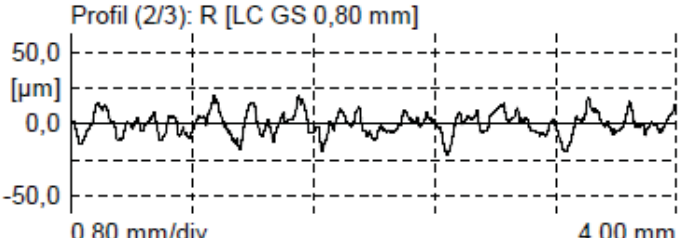
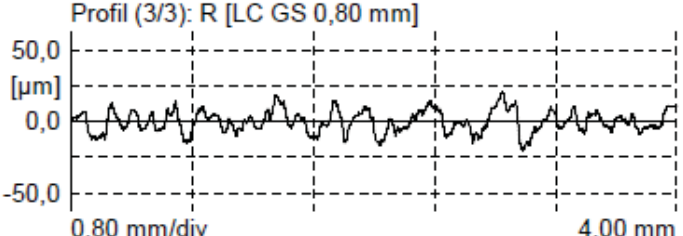


zone 19 avant décapage

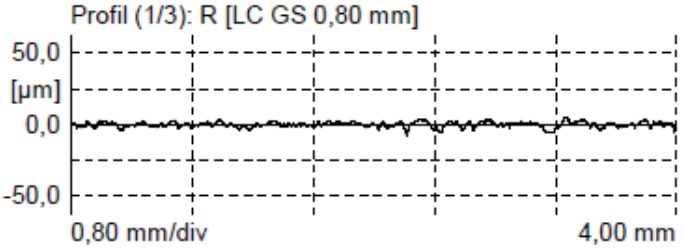
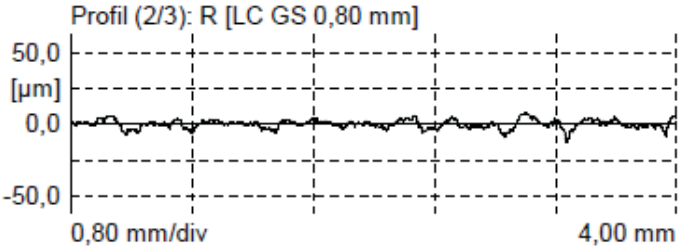
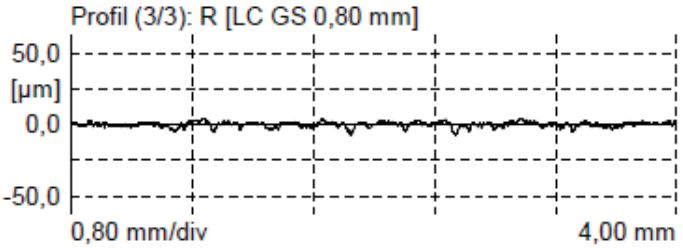


zone 19 après décapage

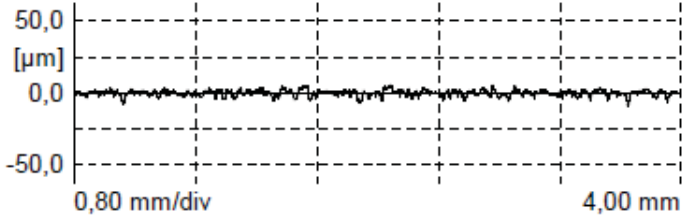
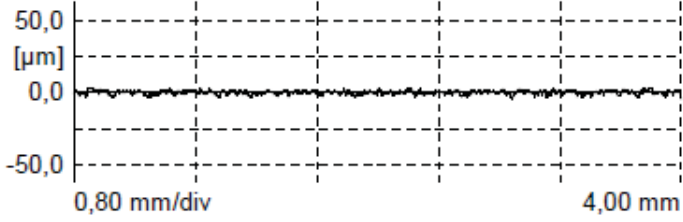
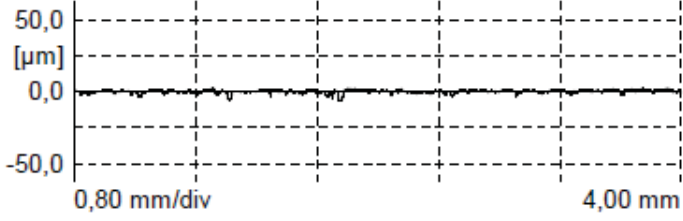
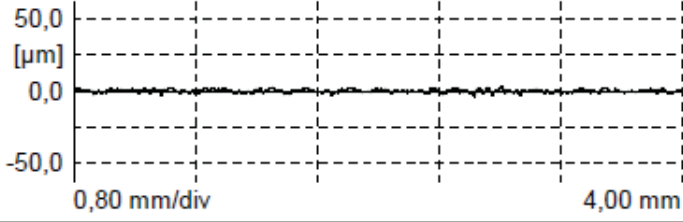
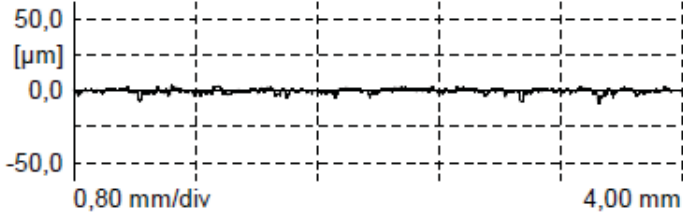
<b>AEF</b> <b>MES014038</b> <b>DOC033138</b>	<b>EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE</b> <b>L'AUTOMOTRICE Z9509</b> <b>Rugosité</b>	<b>Annexe 3</b>  <b>f 1/3</b>
--	--	-------------------------------------

<b>Type de pièce : Essieu type 984</b>																																													
<b>Repère :</b>																																													
<b>Localisation : Corps _ partie grenailée</b>																																													
<b>Configuration portable</b>																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>LC (GS)</th> <th>LT</th> <th>LM</th> <th>Z</th> <th>VB</th> </tr> <tr> <th></th> <th>mm</th> <th>mm</th> <th>mm</th> <th></th> <th>µm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1:</td> <td>0,80</td> <td>5,60</td> <td>4,00</td> <td>5</td> <td>±250</td> </tr> <tr> <td>2:</td> <td>0,80</td> <td>5,60</td> <td>4,00</td> <td>5</td> <td>±250</td> </tr> <tr> <td>3:</td> <td>0,80</td> <td>5,60</td> <td>4,00</td> <td>5</td> <td>±250</td> </tr> </tbody> </table>		LC (GS)	LT	LM	Z	VB		mm	mm	mm		µm	1:	0,80	5,60	4,00	5	±250	2:	0,80	5,60	4,00	5	±250	3:	0,80	5,60	4,00	5	±250	<b>Essai réalisé selon la norme ISO 4288</b>  <b>Appareil utilisé : Perthometer M1 de MAHR</b> <b>Unité d'avance : PZK</b> <b>Type de palpeur : MFW250</b> <b>Tête de palpée : xxxx</b>														
	LC (GS)	LT	LM	Z	VB																																								
	mm	mm	mm		µm																																								
1:	0,80	5,60	4,00	5	±250																																								
2:	0,80	5,60	4,00	5	±250																																								
3:	0,80	5,60	4,00	5	±250																																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ra</th> <th>Rz</th> <th>Rt</th> </tr> <tr> <th></th> <th>µm</th> <th>µm</th> <th>µm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1:</td> <td>5,94</td> <td>33,69</td> <td>41,15</td> </tr> <tr> <td>2:</td> <td>6,16</td> <td>33,98</td> <td>41,49</td> </tr> <tr> <td>3:</td> <td>6,26</td> <td>30,54</td> <td>41,25</td> </tr> <tr> <td><math>\bar{X}</math></td> <td>6,12</td> <td>32,73</td> <td>41,30</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>0,13</td> <td>1,56</td> <td>0,14</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>5,94</td> <td>30,54</td> <td>41,15</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>6,26</td> <td>33,98</td> <td>41,49</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td>0,32</td> <td>3,44</td> <td>0,34</td> </tr> </tbody> </table>						Ra	Rz	Rt		µm	µm	µm	1:	5,94	33,69	41,15	2:	6,16	33,98	41,49	3:	6,26	30,54	41,25	$\bar{X}$	6,12	32,73	41,30	S	0,13	1,56	0,14	Min.	5,94	30,54	41,15	Max.	6,26	33,98	41,49	R	0,32	3,44	0,34
	Ra	Rz	Rt																																										
	µm	µm	µm																																										
1:	5,94	33,69	41,15																																										
2:	6,16	33,98	41,49																																										
3:	6,26	30,54	41,25																																										
$\bar{X}$	6,12	32,73	41,30																																										
S	0,13	1,56	0,14																																										
Min.	5,94	30,54	41,15																																										
Max.	6,26	33,98	41,49																																										
R	0,32	3,44	0,34																																										
																																													
																																													

<b>AEF</b> <b>MES014038</b> <b>DOC033138</b>	<b>EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE</b> <b>L'AUTOMOTRICE Z9509</b>  <b>Examen visuel</b>	<b>Annexe 3</b>  <b>f 2/3</b>
--	---	-------------------------------------

<b>Type de pièce : Essieu type 984</b>																																													
<b>Repère :</b>																																													
<b>Localisation : Corps _ partie toilée (rupture)</b>																																													
<b>Configuration portable</b>																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>LC (GS)</th> <th>LT</th> <th>LM</th> <th>Z</th> <th>VB</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>mm</th> <th>mm</th> <th></th> <th><math>\mu\text{m}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: 0,80</td> <td>5,60</td> <td>4,00</td> <td>5</td> <td><math>\pm 250</math></td> </tr> <tr> <td>2: 0,80</td> <td>5,60</td> <td>4,00</td> <td>5</td> <td><math>\pm 250</math></td> </tr> <tr> <td>3: 0,80</td> <td>5,60</td> <td>4,00</td> <td>5</td> <td><math>\pm 250</math></td> </tr> </tbody> </table>	LC (GS)	LT	LM	Z	VB	mm	mm	mm		$\mu\text{m}$	1: 0,80	5,60	4,00	5	$\pm 250$	2: 0,80	5,60	4,00	5	$\pm 250$	3: 0,80	5,60	4,00	5	$\pm 250$	<b>Essai réalisé selon la norme ISO 4288</b>  <b>Appareil utilisé : Perthometer M1 de MAHR</b> <b>Unité d'avance : PZK</b> <b>Type de palpeur : MFW250</b> <b>Tête de palpée : xxxx</b>																			
LC (GS)	LT	LM	Z	VB																																									
mm	mm	mm		$\mu\text{m}$																																									
1: 0,80	5,60	4,00	5	$\pm 250$																																									
2: 0,80	5,60	4,00	5	$\pm 250$																																									
3: 0,80	5,60	4,00	5	$\pm 250$																																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ra</th> <th>Rz</th> <th>Rt</th> </tr> <tr> <th></th> <th><math>\mu\text{m}</math></th> <th><math>\mu\text{m}</math></th> <th><math>\mu\text{m}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1:</td> <td>1,51</td> <td>9,54</td> <td>13,31</td> </tr> <tr> <td>2:</td> <td>2,35</td> <td>14,33</td> <td>20,47</td> </tr> <tr> <td>3:</td> <td>1,47</td> <td>10,17</td> <td>12,43</td> </tr> <tr> <td><math>\bar{X}</math></td> <td>1,78</td> <td>11,35</td> <td>15,40</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>0,40</td> <td>2,12</td> <td>3,60</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>1,47</td> <td>9,54</td> <td>12,43</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>2,35</td> <td>14,33</td> <td>20,47</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td>0,88</td> <td>4,79</td> <td>8,05</td> </tr> </tbody> </table>						Ra	Rz	Rt		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	1:	1,51	9,54	13,31	2:	2,35	14,33	20,47	3:	1,47	10,17	12,43	$\bar{X}$	1,78	11,35	15,40	S	0,40	2,12	3,60	Min.	1,47	9,54	12,43	Max.	2,35	14,33	20,47	R	0,88	4,79	8,05
	Ra	Rz	Rt																																										
	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$																																										
1:	1,51	9,54	13,31																																										
2:	2,35	14,33	20,47																																										
3:	1,47	10,17	12,43																																										
$\bar{X}$	1,78	11,35	15,40																																										
S	0,40	2,12	3,60																																										
Min.	1,47	9,54	12,43																																										
Max.	2,35	14,33	20,47																																										
R	0,88	4,79	8,05																																										
																																													
																																													

<b>AEF</b> <b>MES014038</b> <b>DOC033138</b>	<b>EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE</b> <b>L'AUTOMOTRICE Z9509</b>  <b>Rugosité</b>	<b>Annexe 3</b>  <b>f 3/3</b>
--	--	-------------------------------------

<b>Type de pièce : Essieu type 984</b> <b>Repère :</b> <b>Localisation : Corps _ partie meulée (perpendiculaire aux stries)</b>																																																					
<b>Configuration portable</b>																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>LC (GS)</th> <th>LT</th> <th>LM</th> <th>Z</th> <th>VB</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>mm</th> <th>mm</th> <th></th> <th><math>\mu\text{m}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1: 0,80</td> <td>5,60</td> <td>4,00</td> <td>5</td> <td><math>\pm 250</math></td> </tr> <tr> <td>2: 0,80</td> <td>5,60</td> <td>4,00</td> <td>5</td> <td><math>\pm 250</math></td> </tr> <tr> <td>3: 0,80</td> <td>5,60</td> <td>4,00</td> <td>5</td> <td><math>\pm 250</math></td> </tr> <tr> <td>4: 0,80</td> <td>5,60</td> <td>4,00</td> <td>5</td> <td><math>\pm 250</math></td> </tr> <tr> <td>5: 0,80</td> <td>5,60</td> <td>4,00</td> <td>5</td> <td><math>\pm 250</math></td> </tr> </tbody> </table>	LC (GS)	LT	LM	Z	VB	mm	mm	mm		$\mu\text{m}$	1: 0,80	5,60	4,00	5	$\pm 250$	2: 0,80	5,60	4,00	5	$\pm 250$	3: 0,80	5,60	4,00	5	$\pm 250$	4: 0,80	5,60	4,00	5	$\pm 250$	5: 0,80	5,60	4,00	5	$\pm 250$	<b>Essai réalisé selon la norme ISO 4288</b>  <b>Appareil utilisé : Perthometer M1 de MAHR</b> <b>Unité d'avance : PZK</b> <b>Type de palpeur : MFW250</b> <b>Tête de palpéage : xxxx</b>																	
LC (GS)	LT	LM	Z	VB																																																	
mm	mm	mm		$\mu\text{m}$																																																	
1: 0,80	5,60	4,00	5	$\pm 250$																																																	
2: 0,80	5,60	4,00	5	$\pm 250$																																																	
3: 0,80	5,60	4,00	5	$\pm 250$																																																	
4: 0,80	5,60	4,00	5	$\pm 250$																																																	
5: 0,80	5,60	4,00	5	$\pm 250$																																																	
<b>Profil (1/5): R [LC GS 0,80 mm]</b> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ra</th> <th>Rz</th> <th>Rt</th> </tr> <tr> <th></th> <th><math>\mu\text{m}</math></th> <th><math>\mu\text{m}</math></th> <th><math>\mu\text{m}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1:</td> <td>1,61</td> <td>11,74</td> <td>14,82</td> </tr> <tr> <td>2:</td> <td>1,04</td> <td>6,83</td> <td>7,67</td> </tr> <tr> <td>3:</td> <td>0,94</td> <td>6,59</td> <td>8,89</td> </tr> <tr> <td>4:</td> <td>0,86</td> <td>5,51</td> <td>7,13</td> </tr> <tr> <td>5:</td> <td>1,27</td> <td>9,87</td> <td>12,93</td> </tr> <tr> <td><math>\bar{X}</math></td> <td>1,14</td> <td>8,11</td> <td>10,29</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>0,27</td> <td>2,32</td> <td>3,04</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>0,86</td> <td>5,51</td> <td>7,13</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>1,61</td> <td>11,74</td> <td>14,82</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td>0,75</td> <td>6,23</td> <td>7,69</td> </tr> </tbody> </table>						Ra	Rz	Rt		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	1:	1,61	11,74	14,82	2:	1,04	6,83	7,67	3:	0,94	6,59	8,89	4:	0,86	5,51	7,13	5:	1,27	9,87	12,93	$\bar{X}$	1,14	8,11	10,29	S	0,27	2,32	3,04	Min.	0,86	5,51	7,13	Max.	1,61	11,74	14,82	R	0,75	6,23	7,69
	Ra	Rz	Rt																																																		
	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$																																																		
1:	1,61	11,74	14,82																																																		
2:	1,04	6,83	7,67																																																		
3:	0,94	6,59	8,89																																																		
4:	0,86	5,51	7,13																																																		
5:	1,27	9,87	12,93																																																		
$\bar{X}$	1,14	8,11	10,29																																																		
S	0,27	2,32	3,04																																																		
Min.	0,86	5,51	7,13																																																		
Max.	1,61	11,74	14,82																																																		
R	0,75	6,23	7,69																																																		
<b>Profil (2/5): R [LC GS 0,80 mm]</b> 																																																					
<b>Profil (3/5): R [LC GS 0,80 mm]</b> 																																																					
<b>Profil (4/5): R [LC GS 0,80 mm]</b> 																																																					
<b>Profil (5/5): R [LC GS 0,80 mm]</b> 																																																					



<b>AEF</b> <b>MES014038</b> <b>DOC033138</b>	<b>EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE</b> <b>L'AUTOMOTRICE Z9509</b> <b>Contraintes résiduelles _ corps</b>	<b>Annexe 4</b>  <b>f 1/4</b>
--	---	-------------------------------------



**Analyses en surface des zones 5, 6 10, 11, 12, 13, 15, 17**



**Zone 11 : analyse en surface**



**Zone 11 : analyse en profondeur**

**PARAMETRES**

<i>Matériau :</i>	STEEL(FERRITIC)	(BCC, hkl-211)	<i>Unités:</i> MPa
<i>Tube:</i>	Cr_K-Alpha		<i>Angle de Bragg:</i> 156.31
<i>Longueur d'Onde:</i>	2.291		<i>Localisation des Pics :</i> Gaussienne 60%
<i>KV:0.00;</i>	<i>mA:0.00</i>		<i>Correction Gain:</i> P/G
<i>Bêta Osc:3.00; Phi Osc:0.00; X Osc:0.00; Y Osc:0.00;</i>			<i>Déplacement Pic:</i> Position Absolue
<i>Temps : 3.00 3.00</i>			<i>(1/2)S2:5.83 E-6 [1/MPa] -S1:1.28 E-6 [1/MPa]</i>
<i>Nombre: 5 5</i>			<i>D-Espacement (Angstroms):</i> 1.1704224
<i>Ouverture : 2</i>			<i>Correction LPA :</i> YES
<i>Filtres : vanadium</i>			<i>Position Moyenne des Pics (Pixel) :</i> 261.61 275.30
<b>Ajustement du BF statique:</b>			
<i>Canal Début à Gauche :</i>	9	12	<i>Canal Fin à Gauche :</i> 19 22
<i>Canal Début à Droite:</i>	490	499	<i>Canal Fin à Droite :</i> 500 509
<i>ZA à Gauche:</i>	27	25	<i>ZA à Droite :</i> 482 497

**Commentaires:**

<b>AEF</b> <b>MES014038</b> <b>DOC033138</b>	<b>EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE</b> <b>L'AUTOMOTRICE Z9509</b> <b>Contraintes résiduelles_ corps</b>	<b>Annexe 4</b>  <b>f 2/4</b>
--	--	-------------------------------------

### Exemple d'un point d'analyse

## Rapport de Contrainte

Nom de Fichier: 29JUL13\_0011.mt

Fichier Gain : C:\XrdWin Data\2013\014038 essieu type 984 rompu\29JUL13\_0001.Gain

Utilisateur: admin

Date: Juillet, 29, 2013, 17:13:47

Description: zone 12 meul

Job #: 014038

Part #:

Lot Numéro

Numéro interne

Segment Numéro

Direction

Profondeur surf

Angle Phi[1]: 0.00

**Contrainte Normale = +416.97 ± 9.53 MPa**

**Contrainte de Cisaillement = -8.94 ± 4.22 MPa**

<i>Rapport d'Intensité:</i>	1.27	1.17
<i>Largeur Intégrale Moyenne:</i>	2.90 ± 0.09	3.31 ± 0.14
<i>Largeur de Pic Moyenne:</i>	2.40 ± 0.12	2.54 ± 0.09

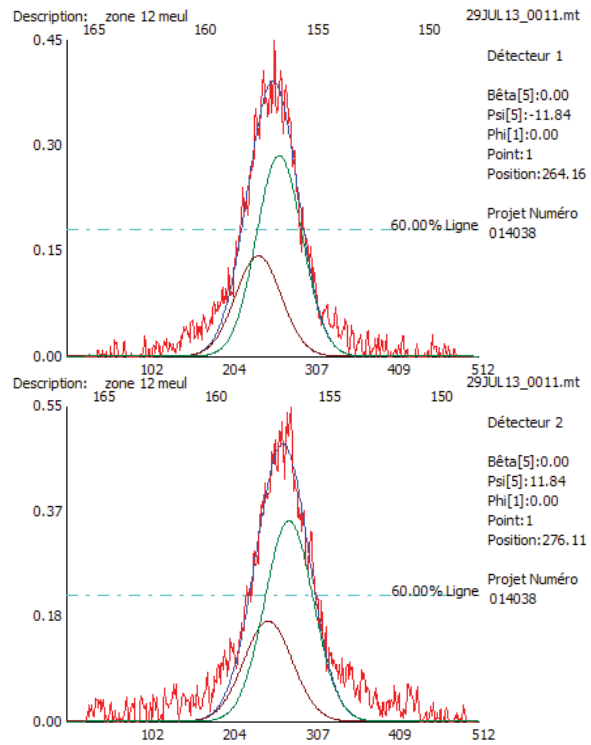
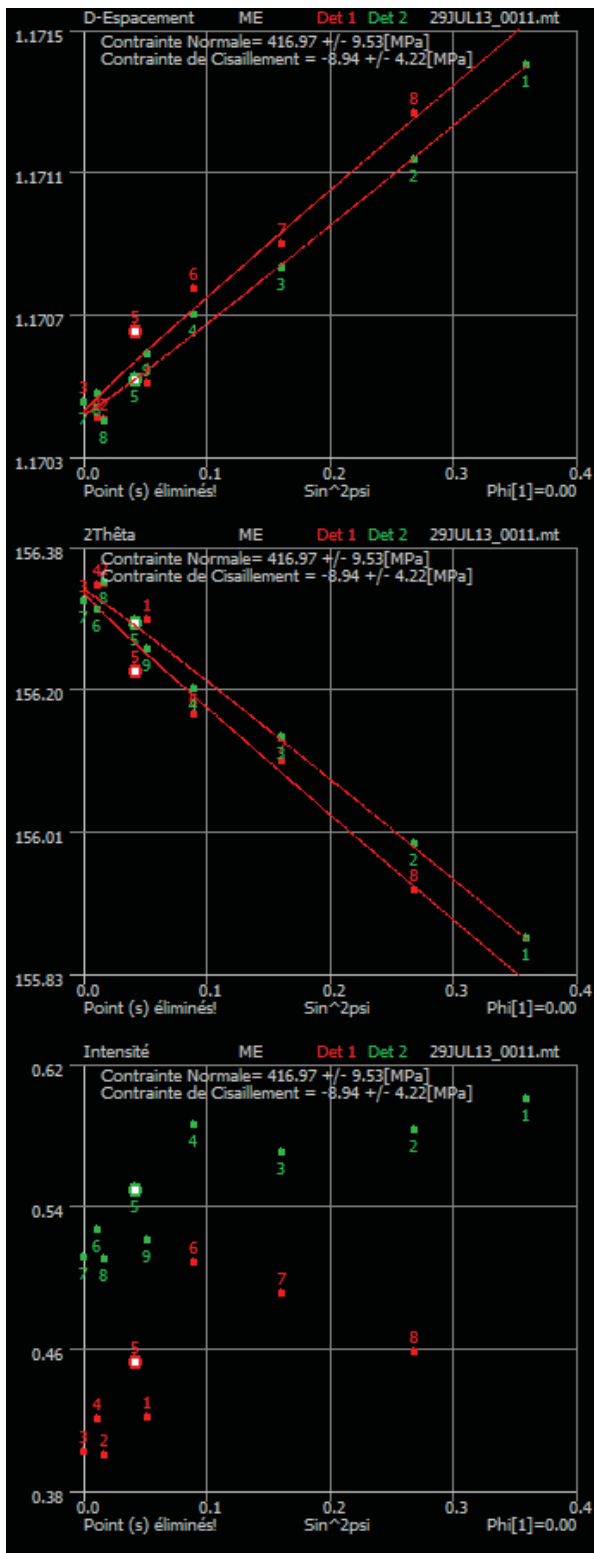
Détecteur : 1

Angles Bêta	Psi	Sin <sup>2</sup> psi	D-Espacement	2Thêta	Déformation*E3	FWHM	L. Intégrale	Intensité
25.00	13.15	0.0518	1.170474	156.29	0.044	2.52	2.97	0.421436
19.44	7.60	0.0175	1.170377	156.33	-0.039	2.58	3.02	0.400726
11.84	-0.00	0.0000	1.170422	156.31	-0.000	2.41	2.88	0.402494
5.60	-6.24	0.0118	1.170380	156.33	-0.037	2.30	2.85	0.420652
0.00	-11.85	0.0421	1.170619	156.22	0.168	2.35	2.83	0.452493
-5.60	-17.45	0.0899	1.170737	156.16	0.269	2.37	2.85	0.508082
-11.84	-23.69	0.1614	1.170863	156.11	0.376	2.23	2.81	0.491225
-19.44	-31.29	0.2697	1.171224	155.94	0.685	2.42	2.98	0.458377

Détecteur : 2

Angles Bêta	Psi	Sin <sup>2</sup> psi	D-Espacement	2Thêta	Déformation*E3	FWHM	L. Intégrale	Intensité
25.00	36.84	0.3596	1.171359	155.88	0.800	2.56	3.44	0.599531
19.44	31.29	0.2697	1.171097	156.00	0.576	2.46	3.16	0.582344
11.84	23.69	0.1614	1.170796	156.14	0.319	2.50	3.28	0.570246
5.60	17.45	0.0899	1.170665	156.20	0.207	2.42	3.17	0.585040
0.00	11.85	0.0421	1.170485	156.28	0.053	2.50	3.27	0.548960
-5.60	6.24	0.0118	1.170448	156.30	0.022	2.52	3.22	0.526896
-11.84	0.00	0.0000	1.170422	156.31	-0.000	2.54	3.28	0.510828
-19.44	-7.60	0.0175	1.170372	156.33	-0.043	2.70	3.48	0.510594
-25.00	-13.15	0.0518	1.170558	156.25	0.116	2.63	3.51	0.520627

Exemple d'un point d'analyse



<b>AEF</b> <b>MES014038</b> <b>DOC033138</b>	<b>EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE</b> <b>L'AUTOMOTRICE Z9509</b> <b>Contraintes résiduelles _ corps</b>	<b>Annexe 4</b>  <b>f 4/4</b>
--	---	-------------------------------------

<b>Contraintes résiduelles longitudinales (MPa)</b>			
<b>Zone</b>	<b>Etat grenailé</b>	<b>Etat meulé</b>	<b>Etat meulé puis grenailé</b>
<b>5</b>	-	-	-245
<b>6</b>	-	-	-255
<b>10</b>	-230	+278	-
<b>11</b>	-224	+464	-
<b>12</b>	-247	+417	-
<b>13</b>	-276	+393	-
<b>15</b>	-255	+265	-
<b>17</b>	-207	+353	-

**Tableau 4 : Contraintes résiduelles en surface**

<b>Contraintes résiduelles (MPa)</b>		
<b>Zone</b>	<b>Parallèle aux stries de meulage</b>	<b>Perpendiculaire aux stries de meulage</b>
<b>10</b>	+278	+116
<b>11</b>	+464	+189
<b>12</b>	+417	+219
<b>13</b>	+393	+85
<b>15</b>	+265	+107
<b>17</b>	+353	+127

**Tableau 5 : Contraintes résiduelles en surface**

<b>Contraintes résiduelles longitudinales (MPa)</b>	
<b>Zone</b>	<b>Etat meulé puis grenailé</b>
<b>5</b>	-245
<b>6</b>	-255

**Tableau 6 : Contraintes résiduelles en surface**

<b>Contraintes résiduelles (MPa)</b>				
	<b>Zone 11 meulée</b>		<b>Zone grenailée</b>	
<b>Profondeur (mm)</b>	<b>Parallèles aux stries de meulage</b>	<b>Perpendiculaires aux stries de meulage</b>	<b>Longitudinales</b>	<b>Circonférentielles</b>
<b>Surface</b>	+464	+189	-224	
<b>0,03</b>	+311	+229	-269	-272
<b>0,06</b>	+217	+190	-306	-286
<b>0,09</b>	+216	+192	-252	-238
<b>0,11</b>	+228	+209	-231	-229
<b>0,13</b>	+170	+174	-162	-188
<b>0,16</b>	+113	+126	-154	-161
<b>0,18</b>	+125	+125	-151	-151
<b>0,20</b>	+136	+128	-105	-45
<b>0,23</b>	+122	+151	-83	-91
<b>0,25</b>	+126	+150	-44	-36
<b>0,28</b>	+149	+177	-54	-51
<b>0,30</b>	+138	+130	-31	+3

**Tableau 7 : Contraintes résiduelles en profondeur dans la zone 10**

<b>AEF</b> <b>MES014038</b> <b>DOC033138</b>	<b>EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE</b> <b>L'AUTOMOTRICE Z9509</b> <b>Contraintes résiduelles _ raccordement</b>	<b>Annexe 5</b>  <b>f 1/4</b>
--	--	-------------------------------------



**PARAMETRES**

<i>Matériau :</i>	STEEL(FERRITIC)	(BCC, hkl-	<i>Unités:</i> MPa
211)			
<i>Tube:</i>	Cr_K-Alpha		<i>Angle de Bragg:</i> 156.31
<i>Longueur d'Onde:</i>	2.291		<i>Localisation des Pics :</i> Gaussienne 60%
<i>KV:0.00;</i>	<i>mA:0.00</i>		<i>Correction Gain:</i> P/G
<i>Bêta Osc:3.00; Phi Osc:0.00; X Osc:0.00; Y Osc:0.00;</i>			<i>Déplacement Pic:</i> Position Absolue
<i>Temps : 3.00 3.00</i>			<i>(1/2)S2:5.83 E-6 [1/MPa] -S1:1.28 E-6 [1/MPa]</i>
<i>Nombre: 5 5</i>			<i>D-Espacement (Angstroms): 1.1704224</i>
<i>Ouverture : 2</i>			<i>Correction LPA :</i> YES
<i>Filtres : vanadium</i>			<i>Position Moyenne des Pics (Pixel) :</i> 288.33 299.71
<b>Ajustement du BF statique:</b>			
<i>Canal Début à Gauche :</i>	14	16	<i>Canal Fin à Gauche :</i> 24 26
<i>Canal Début à Droite:</i>	485	499	<i>Canal Fin à Droite :</i> 495 509
<i>ZA à Gauche:</i>	27	25	<i>ZA à Droite :</i> 482 497
<b>Commentaires:</b>			

<b>AEF</b> <b>MES014038</b> <b>DOC033138</b>	<b>EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE</b> <b>L'AUTOMOTRICE Z9509</b> <b>Contraintes résiduelles_ raccordement</b>	<b>Annexe 5</b>  <b>f 2/4</b>
--	---	-------------------------------------

**Exemple d'un point d'analyse**

**Rapport de Contrainte**

Nom de Fichier: 31JUL13\_0009.mt

Fichier Gain : C:\XrdWin Data\2013\014038 essieu type 984 rompu\30JUL13\_0025.Gain

Utilisateur: admin

Date: Juillet, 31, 2013, 10:41:32

Description: Défaut1

Job #: 014038

Part #:

Lot Numéro

Numéro interne

Segment Numéro

Direction

Profondeur 450s

Angle Phi[1]: 0.00

**Contrainte Normale = -43.40 ± 9.43 MPa**

Rapport d'Intensité: N/A 1.20

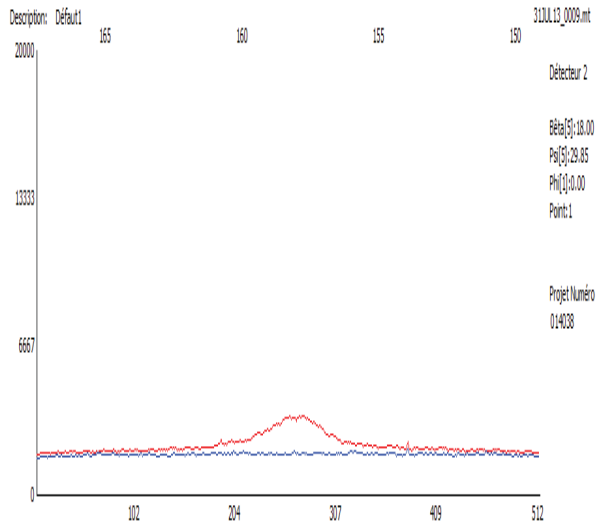
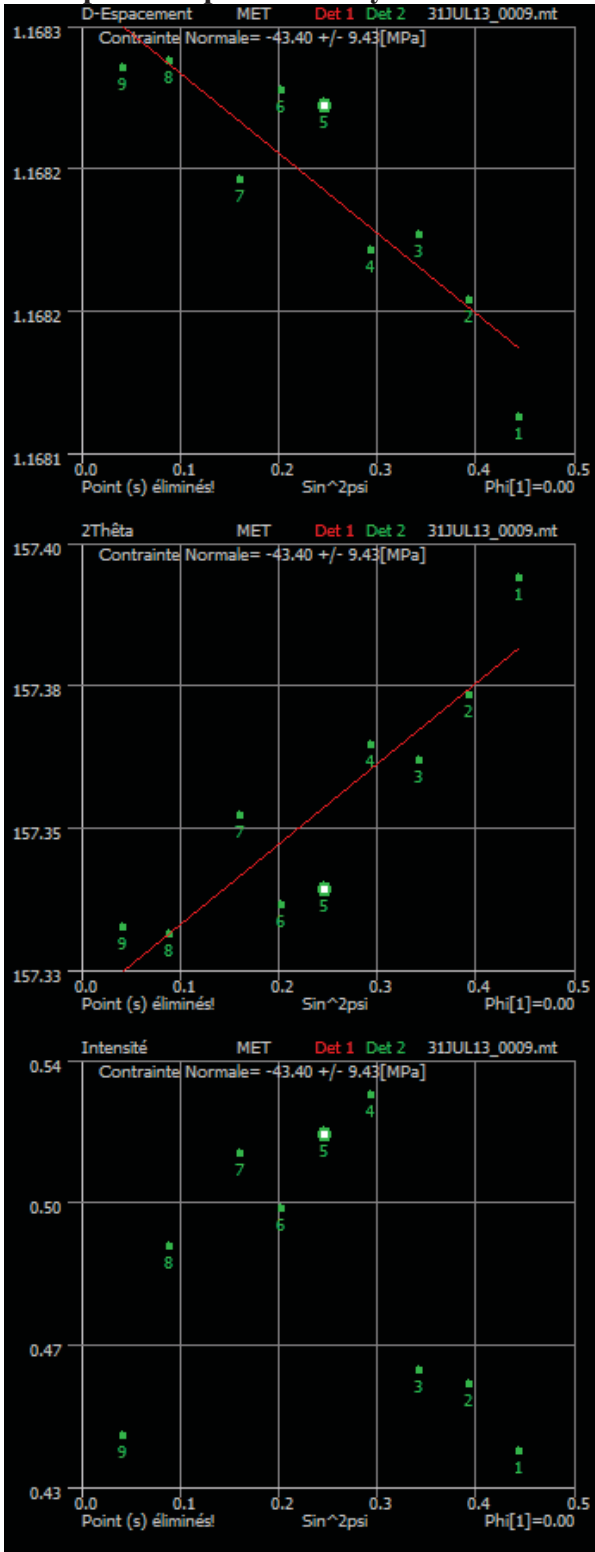
Largeur Intégrale Moyenne: N/A 3.29 ± 0.13

Largeur de Pic Moyenne: N/A 2.40 ± 0.14

Détecteur : 2

Angles Bêta	Psi	Sin <sup>2</sup> psi	D-Espacement	2Thêta	Déformation*E3	FWHM	L. Intégrale	Intensité
30.00	41.84	0.4450	1.168153	157.40	-1.939	2.39	3.31	0.442113
27.00	38.84	0.3934	1.168196	157.37	-1.902	2.47	3.51	0.458642
24.00	35.84	0.3429	1.168220	157.36	-1.882	2.47	3.23	0.461748
21.00	32.85	0.2942	1.168215	157.37	-1.886	2.20	3.14	0.529037
18.00	29.85	0.2477	1.168268	157.34	-1.841	2.33	3.13	0.519481
15.00	26.85	0.2039	1.168274	157.34	-1.836	2.39	3.41	0.501165
11.84	23.69	0.1614	1.168241	157.35	-1.864	2.29	3.23	0.514668
5.60	17.45	0.0899	1.168284	157.33	-1.827	2.41	3.28	0.491989
0.00	11.85	0.0421	1.168282	157.33	-1.829	2.68	3.33	0.445715

Exemple d'un point d'analyse



31JUL13\_0009.mt  
Déteur 2  
Eta[°]:18.00  
Psi[°]:29.65  
Phi[1]:0.00  
Point 1  
Projet Numéro  
014038

<b>AEF</b> <b>MES014038</b> <b>DOC033138</b>	<b>EXPERTISE DE L'ESSIEU TYPE 984 N°8567 DE</b> <b>L'AUTOMOTRICE Z9509</b> <b>Contraintes résiduelles _ raccordement</b>	<b>Annexe 5</b>  <b>f 4/4</b>
--	--	-------------------------------------

	<b>Contraintes résiduelles longitudinales (MPa)</b>
<b>Défaut 1</b>	<b>-30</b>
<b>Défaut 1</b>	<b>-43</b>
<b>Défaut 1</b>	<b>-30</b>
<b>Défaut 2</b>	<b>-152</b>
<b>Défaut 2</b>	<b>-166</b>
<b>Défaut 3</b>	<b>-20</b>
<b>Défaut 3</b>	<b>-95</b>
<b>Hors défaut</b>	<b>-43</b>

**Tableau 8 : Contraintes résiduelles en surface**



**Annexe 4 : Ordre de vérification visuelle de l'état de tous les essieux de type 984 donné le 28 juin 2013 par la direction du Matériel de la SNCF**





# MESSAGE URGENT SEF



INTERNE SNCF




En cas d'impression, ce formulaire doit être accompagné du courriel auquel il est joint.

<b>1 – Emetteur</b>	<b>2 – Destinataire pour MISE EN ŒUVRE</b> <i>Voir « Destinataires » (A...) du courriel</i>
Nom :	Da Costa Paulo
Entité :	ICC E
Tél :	0386936044
Fax :	0386934009
@ :	Paulo.dacosta@sncf.fr
	<b>Destinataires pour INFORMATION</b> <i>Voir « En copie » (Cc...) du courriel</i>

<b>3 - Référence du message urgent :</b>	MR4/ICCE/2013-12
--	------------------

<b>4 - Nombre total de pages (courriel + annexe A + pièces jointes) :</b>	4
---	---

<b>5 – Message</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> : Mesure conservatoire à appliquer	<input type="checkbox"/> : Rappel urgent (action de sensibilisation)
<b>Objet du message : Mesures conservatoires sur parc 984 suite à la découverte d'un axe de type 984 rompu (essieu équipant les Z2, VU, VTU).</b> Le 26/06/2013, le train 17929 déraille en service commercial près de LYON Part Dieu : les premières constatations font état d'un axe rompu suite à la propagation d'une fissure de fatigue dans la zone du <b>congé de raccordement de la portée de calage du Disque de frein et corps</b> de l'axe (l'automotrice Z9509 essieu type 984 n°85 67).	
	
Afin de s'assurer de l'intégrité des axes du parc <b>VU, VTU et Z2</b> , l'Ingénierie Essieux demande sur trois mois :	
<b>A tous les Etablissements :</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>De rappeler la nécessité d'être vigilant lors des examens visuels des essieux et notamment sur les défauts sur axes. Ils sont décrits dans la VR1001 annexe 2 et 5 .</li><li>De <b>rechercher la présence de fissure ou cassure (fissure ouverte) circonférentielles</b>.</li><li>Ces défauts entraînent le remplacement d'essieu suivant le DT AOR 104.</li><li>D'être attentif sur les conditions de réalisation de ces examens (luminosité suffisante et utilisation préférentielle de lampe type baladeuse, fosse adaptée, agents formés aux examens essieux sous véhicule).</li></ul>	
<b>A Toute Occasion Favorable :</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>De vérifier dès l'EMN , en Examen Visuel ou en en Examen Visuel avec Rotation, l'<b>absence de fissure ou cassure circonférentielles</b> sur les parties visibles de l'axe sur l'ensemble des essieux 984 des rames VU, VTU et Z2.</li><li>De tracer ce contrôle (annexe 1) et l'envoyer à la STF gérante.</li></ul>	
En cas d'avarie similaire découverte :	
<ul style="list-style-type: none"><li><b>prendre des photos</b></li><li><b>immobiliser la voiture</b></li><li><b>prévenir l'Ingénierie Essieux</b></li><li><b>déposer l'essieu.</b></li></ul>	



Chaque STF fera un point hebdomadaire à l'Ingénierie Essieux sur :


- le type d'examen ( EV ou EVR) ,
- le nombre d'essieux contrôlés,
- le nombre d'essieux déposés pour fissure ou cassure.

Au vu des premiers résultats, l'ingénierie pourra demander une réalisation plus rapide du message urgent ou adapter la périodicité de contrôle de ce parc.

Compte tenu du caractère sécuritaire de l'affaire, l'Ingénierie Essieux vous demande de veiller à la stricte application de cette mesure.



Délai de réalisation :

**6 -  Date de fin de validité (maximum 3 mois à compter de sa date d'émission) :**

Au-delà de cette date, les mesures conservatoires inscrites dans le présent message ne sont plus applicables.

**Annexe 5 : Ordre de vérification, après dépose, d'un échantillon d'essieux de type 984 révisés par l'établissement de Montigny donné le 2 juillet 2013 par la direction du Matériel de la SNCF**





# MESSAGE URGENT SEF



INTERNE SNCF



En cas d'impression, ce formulaire doit être accompagné du courriel auquel il est joint.

<b>1 – Emetteur</b> Nom : Paulo DACOSTA Entité : ICC Essieux Tél : 55 40 44 Fax : 55 40 09 @ : Paulo.dacosta@sncf.fr	<b>2 – Destinataire pour MISE EN ŒUVRE</b> <i>Voir « Destinataires » (A...) du courriel</i>  <b>Destinataires pour INFORMATION</b> <i>Voir « En copie » (Cc...) du courriel</i>
---	---

**3 - Référence du message urgent :**

**4 – Nombre total de pages (courriel + annexe A + pièces jointes) :**

**5 – Message**

: Mesure conservatoire à appliquer       : Rappel urgent (action de sensibilisation)

**Objet du message : Mesures additionnelles suite à la découverte d'un axe de type 984 rompu (essieu équipant les Z2, VU, VTU).**

Le 26/06/2013, le train 17929 déraille en service commercial près de LYON Part Dieu : les premières constatations font état d'un axe rompu suite à la propagation d'une fissure de fatigue sur le **congé de raccordement du Disque** (l'automotrice Z9509 essieu type 984 n°8567).



L'ingénierie essieux demande aux **technicentres de maintenance** à toute occasion favorable sans dépasser le délai de 1 mois de :

- ✓ **déposer** les essieux repris dans la liste en annexe 1 et de
- ✓ les **envoyer** aux technicentres de Nevers ou Ternier pour traitement.
- ✓ **Prévenir** l'ingénierie essieux de l'envoi (type, numéro, lieu d'envoi)(email : \*CF-TIN ICC ESSIEUX RAI)

L'ingénierie essieux demande aux **technicentres industriels (Nevers/Ternier)** sans dépasser le délai de 1 mois à réception de l'essieu d'appliquer les consistances suivantes :

	<b>Procéder</b> au décapage de tout l'axe en utilisant de l'ARCADECAP GEL SA conformément à l'annexe D de la TR1016 version B
	Le décapage ne doit en aucun cas être effectué de manière mécanique afin de ne pas altérer l'état de surface de la zone ragrée
	<b>Recenser</b> les zones ayant subi un ragréage,
	<b>Procéder</b> à un examen visuel approfondi et dimensionnel (profondeur de ragréage) des parties ragrées afin de déterminer si le ragréage a été effectué dans le sens longitudinal ou circonférentiel de l'axe.
	<b>Procéder</b> à un examen par magnétoscopie des zones ragrées selon la TR1004 annexe 1 et de reporter les résultats sur la traçabilité jointe en annexe 2
	<b>Renseigner</b> la feuille de traçabilité jointe en annexe 2

Si lors des opérations ci-dessus il est détecté :

- ✓ un ragréage circonférentiel et/ou
- ✓ une indication fallacieuse lors de la magnétoscopie, et/ou
- ✓ un critère dimensionnel lié au ragréage non-conforme à la TR1018 et/ou
- ✓ un brunissage/coloration de la zone ragrée.

alors :

- ✓ **Isoler** l'essieu
- ✓ **Prendre** des photos des anomalies
- ✓ **Ouvrir** un rapport d'avarie suivant DT AOR104 code SIS MA25244-2013-13
- ✓ **Prévenir** immédiatement L'ingénierie essieux

Si les opérations ci-dessus ne révèlent aucune anomalie :

- ✓ **Traiter** l'essieu en consistance R selon VR1 503.
- ✓ **Envoyer** la feuille de traçabilité (annexe 2) à ICC Essieu par mail (mail : \*CF-TIN ICC ESSIEUX RAI)

Compte tenu du caractère sécuritaire de l'affaire, l'ingénierie essieu vous demande de veiller à la stricte application de cette mesure.



Délai de réalisation :

6 -  **Date de fin de validité (maximum 3 mois à compter de sa date d'émission) :**

Au-delà de cette date, les mesures conservatoires inscrites dans le présent message ne sont plus applicables.

MA25244 « Elaboration et transmission de messages urgents vers les entités du Matériel » - Annexe A



Annexe 1 : Liste des essieux à expertiser : 20 essieux

Date PVR	Numéro essieu	libellé Etablissement	Expédition	Véhicule	Position
27/02/2012	9293	TC PAZ UO MASSENA		508710951098	7
27/02/2012	1536	TC PAZ UO MASSENA		508710951130	7
13/07/2012	6750	Technicentre Le Landy		508717970216	3
15/03/2012	7290	DIJON-PERIGN DEPOT TITULA		508718972047	7
23/02/2012	11868	Technicentre de Chambéry		508718972088	5
25/01/2012	17535	Techn.Pays de la Loire		508720773219	5
07/03/2012	12043	Technicentre de Romilly		508721749382	5
19/01/2012	11558	Technicentre Le Landy		508721822650	5
10/01/2012	4416	TEC VILLENEUVE UO VOITURE		508721975789	3
19/03/2012	16403	TC PAZ UO MASSENA		508729772980	5
21/03/2012	12876	TC PAZ UO MASSENA		508729772980	3
21/03/2012	13220	TC PAZ UO MASSENA		508729772980	1
13/03/2012	7369	Techn.Paris St Lazare		508729930802	5
30/01/2012	4911	Technicentre Alsace		508740770211	3
03/01/2012	6298	Technicentre Alsace		508757771185	1
12/03/2012	16648	Technicentre Alsace		618750707142	5
18/01/2012	4811	TEC VILLENEUVE UO VOITURE		618750707340	7
07/03/2012	12043	Technicentre de Romilly		508721749382	5
23/03/2012	7473	SCT		ZRX17348	ESSIEU F
27/02/2012	351	sra		ZRX19615	ESSIEU H

Essieu issu d'une rame radié (essieu sur Nevers ?)

23/03/2012	16557	BD		ZRX17308	ESSIEU G
------------	-------	----	--	----------	----------



Technocentre Industriel de Noyers  
1 rue Besault Frachon BP90139  
58640 VARENNES VAUZELLES

MESURE  
CONSERVATOIRE

Fiche  
Retour  
d'Expérience

Emetteur :  
Jacky CANICK  
Ingénierie Composant Câble Essieux  
Cellule REX  
Tel : 55 40 44  
GSM : 06 35 47 83 48  
Fax : 55 40 09  
E-mail : [jacky.canick@sncf.fr](mailto:jacky.canick@sncf.fr)

02/07/2013

Destinataires :  
ICC Essieux

## ANNEXE 2 MESSAGE URGENT MR4/ICCE/2013-13

### Traçabilité suite à la Rupture axe de type 984

#### POURQUOI CETTE TRACABILITE

Mercredi 26 juin 2013, le train 17929 (Automotrice Z9509) déraile en service commercial près de Lyon Part Dieu.

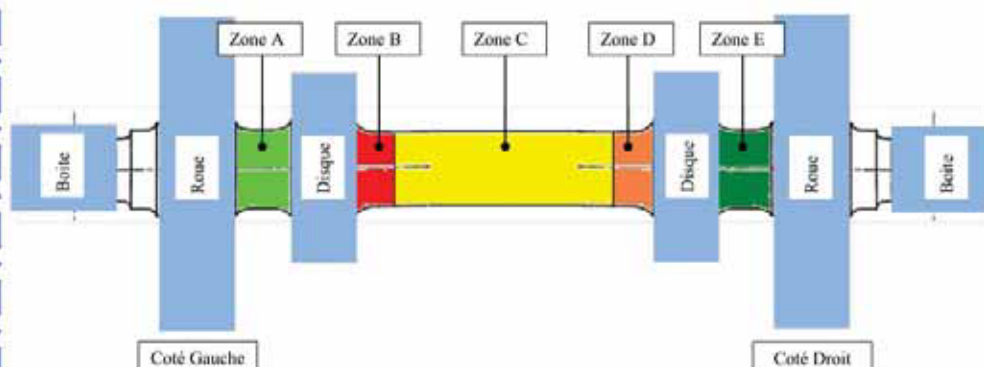
Les premières constatations font état d'un axe rompu (type 984 numéro 8567) suite à la propagation d'une fissure de fatigue dans la zone du congé de raccordement de la portée de calage du disque et du corps de l'axe.

L'expertise de l'Agence d'Essai Ferroviaire conclut à une rupture suite à une fissure localisée dans un ragréage réalisé en maintenance dans la zone des 100 mm de la portée de calage disque.



#### A RENSEIGNER

Type essieu	984	Numéro	
-------------	-----	--------	--



Critères	Zone A	Zone B	Zone C	Zone D	Zone E
Présence de ragréage sens longitudinal	Oui / Non* Nombre : <small>A localiser sur schéma</small>	Oui / Non* Nombre : <small>A localiser sur schéma</small>	Oui / Non* Nombre : <small>A localiser sur schéma</small>	Oui / Non* Nombre : <small>A localiser sur schéma</small>	Oui / Non* Nombre : <small>A localiser sur schéma</small>
Critères dimensionnels (profondeur ragréage)					
Présence de coloration et/ou brunissage de la zone ragrée	Oui / Non*	Oui / Non*	Oui / Non*	Oui / Non*	Oui / Non*
Présence de ragréage sens circonférentiel	Oui / Non* Nombre : <small>A localiser sur schéma</small>	Oui / Non* Nombre : <small>A localiser sur schéma</small>	Oui / Non* Nombre : <small>A localiser sur schéma</small>	Oui / Non* Nombre : <small>A localiser sur schéma</small>	Oui / Non* Nombre : <small>A localiser sur schéma</small>
Critères dimensionnels (profondeur de ragréage)					
Présence de coloration et/ou brunissage de la zone ragrée	Oui / Non*	Oui / Non*	Oui / Non*	Oui / Non*	Oui / Non*
Indication suite à magnétoscopique	Oui / Non* Nombre : <small>A localiser sur schéma</small>	Oui / Non* Nombre : <small>A localiser sur schéma</small>	Oui / Non* Nombre : <small>A localiser sur schéma</small>	Oui / Non* Nombre : <small>A localiser sur schéma</small>	Oui / Non* Nombre : <small>A localiser sur schéma</small>
Critères dimensionnels des indications					

\*Rayer la mention inutile



**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

