

Emmanuel MARSIGNY  
Louis GUESDON

—  
Arnaud DELMAS  
Valeria CEPOI  
Julie WEBER

Paris, le 21 septembre 2018

Madame Marie-Denise Pichonnier  
Madame Emmanuelle Dupont  
Monsieur Thomas Gregoire  
Vice-Présidents chargés de l'instruction  
Tribunal de Grande Instance d'Evry  
9 rue des Mazières  
91012 EVRY CEDEX

**Aff. SNCF Mobilités C/ MP**  
Parquet n°13205000065  
Instruction n°7/13/34

**OBSERVATIONS SUR LE RAPPORT D'EXPERTISE METALLURGIQUE COMPLEMENTAIRE DU 27 JUIN 2018**

Mesdames, Monsieur les Vice-Présidents,

- Pour faire suite à la notification des conclusions du « *Rapport d'expertise complémentaire – Mission du 15 mai 2017 et du Soit transmis 6 juin 2017* » du 27 juin 2018 de monsieur Laurent Regnier, remises avec dix mois de retard, vous trouverez ci-après les observations de SNCF Mobilités.
- Pour mémoire, à la suite de la notification le 20 janvier 2016 du rapport d'expertise ferroviaire complémentaire du 31 décembre 2015 (D13017-D13151) et du rapport d'expertise métallurgique complémentaire du 8 janvier 2016 (D13191-D13407), SNCF Mobilités a sollicité le 29 février 2016 un nouveau complément d'expertise métallurgique afin de vérifier - ce qui n'avait pas été fait - si l'acier de l'âme du cœur 11301 ne présentait pas un défaut pouvant expliquer une accélération exceptionnellement rapide de la fissuration qui était correctement surveillée depuis sa détection en 2008 et qui avait été mesurée comme faisant 20 mm au mois d'août 2012.

.../...

Par arrêt en date du 24 avril 2017, la chambre de l'instruction a infirmé partiellement votre ordonnance du 10 mars 2016 - qui avait rejeté cette demande - en considérant que « l'hypothèse de l'existence d'un possible défaut de l'acier du cœur 11301 telle qu'évoquée par SNCF Mobilités dans sa demande d'expertise complémentaire et dans son mémoire en vue de l'audience n'a pas été vérifiée dans le cadre des expertises déjà réalisées ; que cette hypothèse n'est pas, à ce jour, faute d'expertise sur ce point, à exclure totalement » (arrêt de la chambre de l'instruction, page 26)

- Reprenant exactement la mission telle que définie par la chambre de l'instruction, vous avez commis le 15 mai suivant monsieur Laurent Regnier avec la mission suivante :

*« procéder à une analyse par micrographie destinée à rechercher dans l'acier d'éventuels défauts pouvant l'altérer d'une part sur une coupe verticale longitudinale du scellé A9 dans son ensemble jusqu'au trou numéro 3 et d'autre part sur une coupe verticale longitudinale du reste de l'about de l'extrémité jusqu'au trou numéro 4 ».*

Le 6 juin, à la demande de SNCF Mobilités, vous avez accepté que cette mission soit complétée afin qu'il soit :

- *« procédé à une analyse approfondie par macrographie et par micrographie de la compacité et de la santé interne du scellé A9 et de l'about C du cœur 11301, en mentionnant par exemple la présence éventuelle de microcavités dans la matière, d'inclusions ou de précipités de carbure aux joints des grains du métal de base austénitique des pièces expertisées ;*
- *« procédé à des analyses par macrographie et micrographie sur plusieurs coupes verticales longitudinales du scellé A9 dans son ensemble (jusqu'au trou n°3), et sur plusieurs coupes verticales longitudinales du reste de l'about au moins de l'extrémité jusqu'au trou n°4, incluant le morceau de l'âme qui s'est détaché au niveau de ce trou. »*

➤ **1ère observation : l'expert n'a pas fait de coupe verticale longitudinale**

- Dans son rapport du 27 juin 2018, l'expert indique avoir réalisé des examens métallographiques « sur vingt coupes localisées sur le scellé A9 et sur l'about C du cœur 11301, réparties du trou n°3 au trou n°4 (repères C1 à C20 illustrés Cf. Localisation des coupes métallographiques page 14) », précisant que « ces différentes coupes micrographiques ont été effectuées à la fois dans le sens longitudinal et transversal de l'échantillon de l'about C du cœur 11301 (scellé A9) ».

L'analyse de la Figure 2 dans l'Annexe 1 (D 21675), permet de constater que l'expert n'a en réalité effectué aucune « coupe verticale longitudinale » alors que c'est pourtant ce qui lui était clairement demandé :

- concernant le scellé A9, les quatre coupes qui ont été faites (C15 à C18) sont transversales et aucune n'est longitudinale,
- concernant les seize coupes sur l'about (C1 à C14 et C19), il n'y a non seulement que deux coupes longitudinales mais qui de plus ont été faites dans le plan horizontal et non vertical. Les quatorze autres coupes sont transversales.

La réalisation de coupes longitudinales était donc essentielle pour pouvoir interpréter l'impact, au regard de la direction de propagation des efforts, des défauts de l'acier - par ailleurs clairement mis en évidence -, de leur taille et de leur concentration. Il s'agissait là du cœur même du sujet et l'objet de ce complément d'expertise.

➤ **2<sup>ème</sup> observation : aucune mention relative aux précipités ou inclusions éventuels**

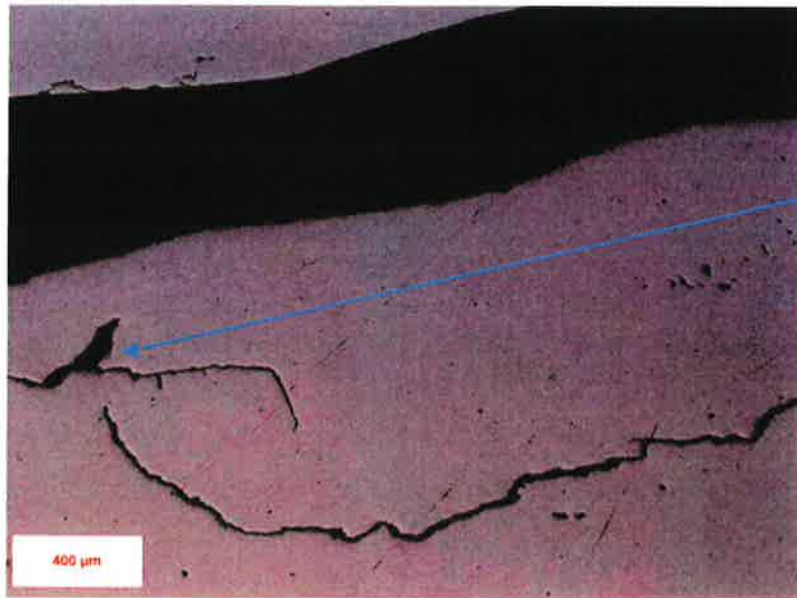
- L'expert ne dit pas un mot sur la présence ou l'absence de précipités ou d'inclusions dans le métal – qu'il a nécessairement pu ou non constater lors de ses opérations - alors que ce sont des facteurs favorisant la fissuration intergranulaire et que cela faisait clairement partie de sa mission.

Cette absence de précision est donc vraiment regrettable.

➤ **3<sup>ème</sup> observation : l'expert n'a pas caractérisé suffisamment les porosités mises en évidence**

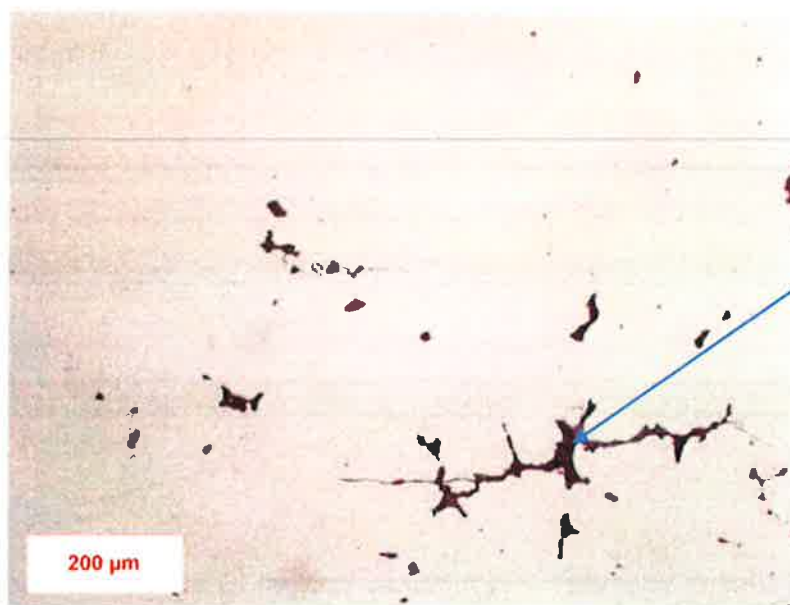
- Il est dommage que l'expert n'ait pas cru devoir réaliser de tableau récapitulatif des tailles des vides mis en évidence - qui ne sont présentés que par leurs photographies accompagnées d'une échelle - rendant ainsi plus difficile leur interprétation.
- Surtout, il n'y a aucune mention des concentrations de porosités en amas alors qu'il s'agit là d'un facteur tout à fait déterminant dans le mécanisme de propagation des fissures.

.../...



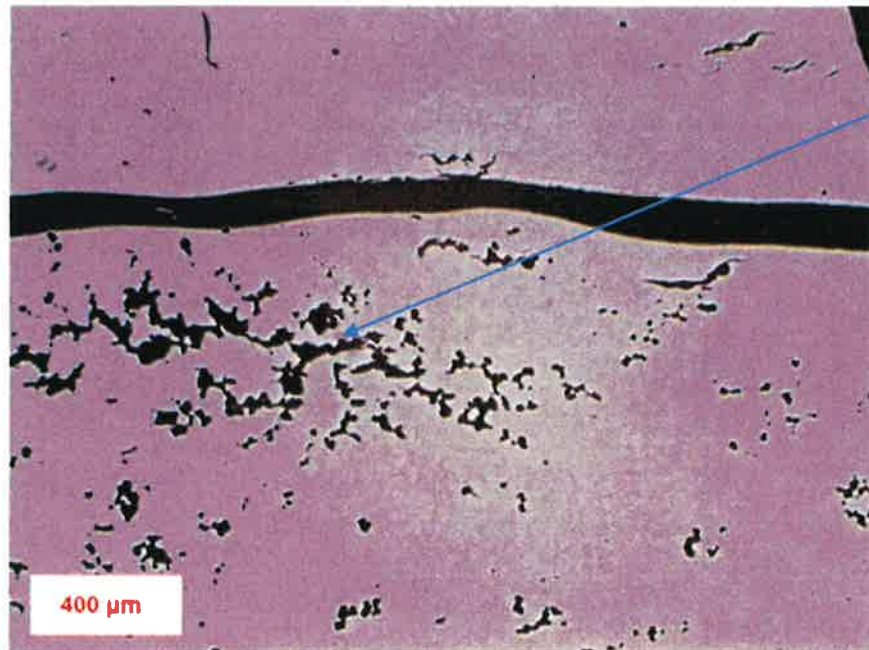
Présence d'une cavité qui a déjà conduit à une fissuration de part et d'autre.

**Figure 30** Vue micrographique du prélèvement C5 à cœur du matériau  
*Présence de micro-défauts (porosités).*



Importante cavité en train d'évoluer en fissure à chacune de ses extrémités.

**Figure 49** Présence de micro-défauts à cœur du prélèvement  
*Ces défauts s'apparentent à des défauts de compacité imputables au procédé de fabrication (produit moulé).*



Permet de constater qu'il manque peu pour que les défauts nombreux et très proches des uns des autres se rejoignent pour ne former qu'une unique fissure de près de 2 mm de longueur.

**Figure 54** Vue micrographique proche du plan de rupture  
Présence de micro-défauts (porosités) en quantité importante.

Les photographies prises ne permettent pas de pallier cette lacune puisqu'il aurait fallu que les clichés puissent saisir la globalité d'un amas de défauts afin de pouvoir mettre en évidence leur densité.

Un grand nombre de clichés laissent penser qu'il ne s'agit que d'un zoom sur une partie d'un amas sans en avoir la globalité (voir notamment les coupes C8 à C11, les figures 50, 54, 55, 56, 60, 62, 66 et 67 pour lesquelles des défauts sont présents en limite de clichés et laissent penser qu'il y en a encore hors cadre, ou encore la figure 38, non centrée sur l'amas).

.../...

➤ **4<sup>ème</sup> observation** : l'expert a mis en évidence de défauts importants dans la zone proche du congé âme/champignon

- Il est intéressant de constater que les défauts importants de l'acier mis en évidence par les coupes C8 à C11 sont localisés dans une zone proche du congé âme/champignon – sur la Figure 2 l'about est représenté à l'envers, le champignon est en bas – qui est parfaitement symétrique à celle figurant à droite du trou n°3, et qui a connu la rupture fragile en escalier - à l'extrémité droite de la Figure 2.

Cette constatation corrobore le fait que dans la zone du congé âme/champignon de l'about D – qui a été le siège de la rupture caractéristique en escalier – l'acier était effectivement affecté de défauts importants ainsi que le pensait SNCF Mobilités qui avait souhaité une expertise métallurgique complémentaire pour le vérifier.

➤ **5<sup>ème</sup> observation** : l'expert n'a cependant pas sérieusement caractérisé les défauts de fonderie mis en évidence

- L'expert conclut que les défauts de l'acier qu'il a mis en évidence sont « caractéristiques de défauts de fonderie rencontrés communément lors de l'élaboration de ce type de pièce » (page 12, D 21673) après avoir expliqué que:

*« Dans le cas présent, les défauts (porosités) remarqués sont imputables au procédé de fabrication d'un produit moulé (about C du cœur 11301).*

*Nous sommes en présence d'un défaut de fonderie (bien connu Cf. annexe 3) qui se crée lors de l'élaboration de la pièce (par coulée).*

*Ce défaut de coulée se produit pendant ou à la suite d'un phénomène de solidification (lors de faible température de coulée ou ventilation insuffisante) de la masse fondue en métal provoquant la formation de microporosités/porosités dans le matériau. » (page 6, D 21667).*

L'expert se borne ici à énoncer des généralités bien connues de tout métallurgiste sur les défauts inhérents au procédé de fonderie, mais ne caractérise en aucune manière leur taille, leur densité et leur orientation dans la pièce qu'il était censé analyser aux fins d'en déterminer la santé interne.

- En effet, pour toute démonstration, l'expert renvoie à l'Annexe 3 dans laquelle il explique qu'« afin d'apporter un complément d'information, il a regardé les défauts liés à la fonderie de manière générale et de manière plus spécifique des défauts dans les aciers coulés au manganèse (acier Hadfield), les rails et les pièces de voies de chemin de fer. » (D 2740).

L'expert ne cite aucune référence bibliographique, aucune étude, aucun référentiel et se contente de communiquer trois tableaux - sans citer leur provenance - intitulés

« *Défauts dans les pièces de fonderie* », « *Défauts dans les rails et pièces ferroviaires* » et « *Défauts dans les aciers au manganèse* ».

En tapant « *défait de fonderie* » dans le moteur de recherche Google, le premier résultat est celui-ci :

[DOC]Tableau des défauts de fonderie - Université de Mons  
[ute.umh.ac.be/dutice/uv6b/documents/analyse-2.doc](http://ute.umh.ac.be/dutice/uv6b/documents/analyse-2.doc)

... et paramètres de réglages susceptibles d'y remédier -. Unité de Technologie de l'Education. Université de Mons-Hainaut. Juillet 1994. **Défauts de fonderie** et ...

Il permet de s'apercevoir que le premier tableau de l'Annexe 3 correspond à un document provenant de l'Unité de Technologie de l'Education Université de Mons-Hainaut Juillet 1994 intitulé « *Analyse de contenu « Les défauts de l'injection sous pression » - « Les défauts : origines et paramètres de réglages susceptibles d'y remédier* », mais qu'il a été amputé des points d'interrogation y figurant et des deux dernières colonnes... (**Pièce jointe**).

Il est profondément regrettable que pour affirmer que les défauts constatés ne sont pas problématiques ou ne dépassent pas ceux qui peuvent exister de manière habituelle à raison du mode de coulée, l'expert se soit contenté d'une recherche Google, qui plus est en modifiant le document produit, alors que la documentation scientifique pertinente existe à ce sujet, comme notamment :

- la norme européenne EF 15689 « *Appareils de voie – Cœurs ou composants de cœur en acier moulé au manganèse* » qui définit notamment les critères d'acceptabilité des porosités, inclusions ou retassures dans les cœurs,

- les « *Standard Reference Radiographs for Heavy-Walled* » édités par ASTM International (organisme de normalisation) qui sont des recueils internationaux de photographies types permettant de caractériser les défauts des aciers moulés.

Sa conclusion quant au caractère soi-disant commun des défauts qu'il a constatés est donc dénuée de toute crédibilité, ce d'autant plus qu'il n'a rien précisé quant à la taille et la densité des défauts qu'il conviendrait de qualifier d'acceptables en comparaison de ceux mis en évidence sur les scellés.

S'il est exact que certains défauts de fonderie peuvent être retrouvés « *dans d'autres traversées (TJD) présentes sur le réseau ferré SNCF* », comme l'expert le mentionne, tout l'enjeu de l'analyse est de caractériser leur acceptabilité aux regards des normes, liée à leur taille et concentration, qui sont essentielles dans la propagation des fissures, ce que M. Régnier n'a manifestement pas fait.

.../...

Enfin, l'expert n'explique pas pourquoi il qualifie les défauts de « porosités » et de « microporosités » et non de « retassures » ou de « microretassures » et la ou les différences entre ces termes.

➤ **6<sup>ème</sup> observation : la rupture de l'âme ne résulte pas de désordres de maintenance**

- Le complément d'expertise ordonné par la chambre de l'instruction a pour objet de vérifier si l'acier du cœur 11301 présente des défauts de fonderie tels qu'ils puissent avoir entraîné une propagation rapide de la fissure détectée en 2008 et vérifiée en 2012.

Le présent rapport répond par la négative en affirmant que c'est un « ensemble de désordres qui associé aux sollicitations en service (passages de trains) a provoqué l'amorçage et la propagation des fissures » alors que les opérations conduites pour parvenir à cette conclusion peuvent être critiquées comme indiqué supra et ne sont pas robustes.

L'expert, qui a rendu son rapport avec dix mois de retard et qui n'a même pas réalisé les opérations qui lui étaient pourtant clairement demandées - comme d'effectuer des coupes verticales longitudinales - et qui a pu constater néanmoins des défauts de fonderie - qu'il banalise sans avoir les éléments pour le faire - , défauts qui plus est situés dans les zones critiques de l'about, persiste dans la thèse de la fissure lente et ce, contre ses propres travaux qu'il n'a pas su ou voulu exploiter et approfondir comme il se devait.

- Certains éléments du rapport confortent l'hypothèse quasi certaine à ce jour de défauts métallurgiques hors normes à l'origine de l'accident puisqu'il établit que :

*« Les observations métallographiques ont mis en évidence la présence de défaut de compacité de type porosité. Ces défauts (porosités) sont importants sur les coupes repères C8 à C11 qui sont proches de la « table de roulement » de l'about C du cœur 11301. » (D 21667)*

et qu'il admet que :

*« Ces porosités et/ou microporosités pourraient favoriser la formation de microfissures. » (D 21668)*




et que :

*« (...) les microporosités ou porosités, formées lors de la solidification de la pièce, peuvent être de nature à favoriser la cinétique des fissures voire leur formations (...) ». (D 21673)*

- Indépendamment du débat sur les désordres allégués - qui sont contestés de manière constante par SNCF Mobilités qui n'entend pas ici reprendre toutes les explications déjà donnés auxquelles il convient de renvoyer – et même s'il est regrettable que l'expert n'ait pas fait ce qui lui était précisément demandé, ses travaux ne font que confirmer de manière quasi certaine l'hypothèse d'un défaut de fonderie à l'origine de la fissuration rapide ayant entraîné la désagrégation de l'appareil de voie.

Je vous prie de croire, Mesdames, Monsieur les Vice-Présidents, à l'assurance de mes sentiments respectueux.



Emmanuel MARSIGNY  
Avocat à la Cour,

**Pièce jointe** : Formule – IV – Formation multimédia à l'Injection sous pression –  
Unité de Technologie de l'Education. Université de Mons-Hainaut.  
Juillet 1994.