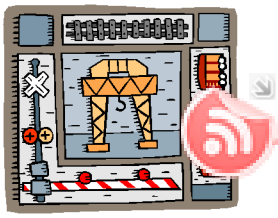


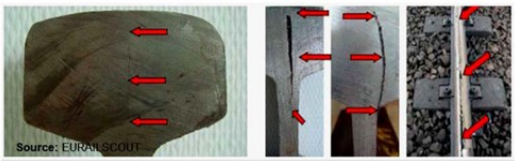
## Dossier Technique

# Patrimoine Rail & défaut 213.0/113.0

### La fissuration des aciers , un phénomène affectant les rails anciens

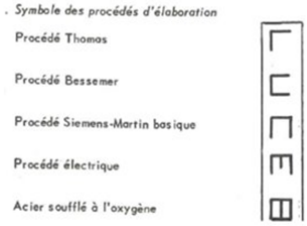
***Contexte :*** *Deux évènements graves de sécurité (ESR) ont eu lieu sur le Réseau Ferré National (RFN) au cours du deuxième semestre 2021. Dans les 2 cas, une rupture multiple du rail est survenue sur des rails de réemploi anciens d'une masse linéique inférieure ou égale à 46 kg. Ces ruptures ont été causées par des défauts de type UIC 213.0 « Vertical Split Head » Fissuration verticale. Ces 2 incidents ont entrainés des mesures conservatoires et notamment une analyse historique visant à expliquer l'origine de ces défauts ainsi que leur augmentation sur le patrimoine rail ancien du RFN.*

## Evolution des processus d'élaboration des rails :




La fissuration des aciers est un phénomène connu des industriels même en dehors du ferroviaire. Environ 10% de la production d'aciers par voie lingot présente des criques en surface qui doivent être éliminées par des opérations de décriquage ou d'usinage.
Les fissures verticales (Vertical Split Head, UIC 113 et 213) sont des défauts principalement dus à des problèmes métallurgiques pendant la fabrication des rails.
La fissuration du rail en interne peut se propager sur une longueur de 120 mètres (dans l'axe longitudinal du rail).

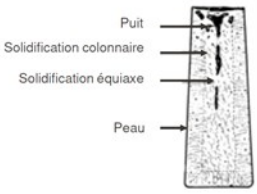
Si l'article sur la fabrication des rails à HAYANGE, vous a relaté l'histoire de ce site industriel, il est nécessaire de reprendre l'historique des différents procédés d'élaboration de rails pour comprendre, notamment pourquoi, le défaut de fissuration verticale impacte les rails anciens et certains rails de réemploi.

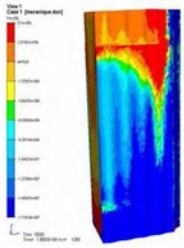



**Différents procédés d'élaboration des rails :**
+ Procédé BESSEMER en 1855
+ Procédé MARTIN-SIEMENS en 1864 utilisé jusqu'en 1971
+ Procédé THOMAS en 1870 utilisé jusqu'en 1974
+ Utilisation des aciers d'origine électrique au début des années 70
+ Acier soufflé à l'oxygène avec les convertisseurs à oxygène à partir de 1972
+ Abandon de la coulée en lingotière et remplacement par la coulée continue à partir de 1984 (usine d'Hayange)

**Le défaut 113.0/2130 se trouve dans les rails anciens liés à l'élaboration des rails avec l'acier THOMAS en coulée lingotière :**

- Forte probabilité sur tous les rails antérieurs à 1979,
- Forte probabilité sur les rails VILRU entre 1979 et 1984,
- Faible probabilité pour les autres rails entre 1979 et 1984,
- Très faible probabilité pour des rails fabriqués après 1984 grâce à la coulée continue et à la mise en place de contrôles en ligne de fabrication



Lors de la solidification du lingot, on assiste à des évolutions thermiques, chimiques, et mécaniques violentes qui conduisent à une solidification non homogène de la pièce.

En fonction de la géométrie de la pièce, de la nuance, des conditions de refroidissement, ce phénomène génère des ségrégations plus ou moins marquées ainsi que des fissures proportionnelles aux contraintes et tensions internes.

Les apports de l'élaboration des rails en **coulée continue :**

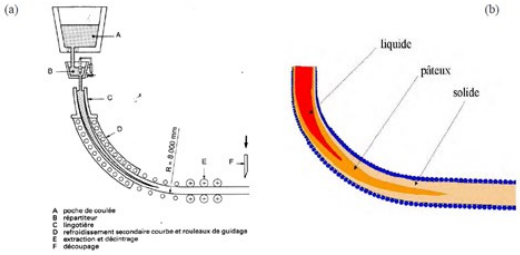
- La solidification / le refroidissement est maîtrisé et très progressif (lent)
- Le phénomène de ségrégation et de fissuration est donc moins marqué

La fissuration des rails au niveau ferroviaire SNCF est donc un phénomène « normal » avant la coulée continue,

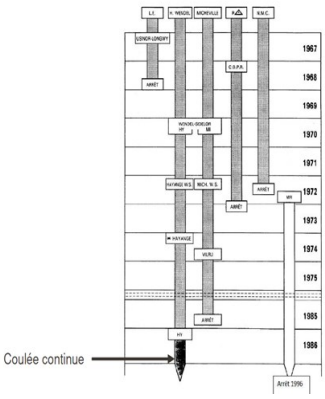
soit:

- jusqu'en 1986 (début de cette technologie)
- puis en 1996, (plus qu'une usine)

**Comme tous les procédés industriels, le laminage (et donc la qualité) des rails a considérablement évolué au fil des années.**




## Impact des années de fabrication et de l'âge des rails anciens




Les anciennes compagnies de chemin de fer employaient des aciers différents. En 1885, les rails de certaines compagnies sont deux fois plus résistants (que ceux d'autres compagnies).
Les rails les plus résistants supportent 50 Millions de tonnes. En 1885, les études réalisées concluent que les différences de qualité du métal s'expliquent partiellement par la composition chimique de l'acier, mais aussi par :

- ♦ La méthode de travail différente d'une usine à l'autre
- ♦ La variabilité d'une coulée à une autre (« lit de fusion »)
- ♦ La dimension variable des lingots
- ♦ La technique de chauffe propre aux équipes d'ouvriers
- ♦ Les fours différents,
- ♦ Les cannelures différentes, les refroidissements différents, les dressages à chaud et à froid différents,

Les rails les plus anciens du réseau sont donc potentiellement les plus affectés par l'apparition puis l'évolution de défauts de type 113.0/213.0. Si normalement, ces défauts sont considérés comme ayant une évolution lente, celle-ci peut être exponentielle si la fissuration se fait aux abords de points de contraintes (trou percés dans le rail, Soudure aluminothermique, ...).

La détection de ces défauts se fait : soit visuellement lors de tournées à pied, soit par des contrôles d'auscultation par Ultra-Sons réalisés par des opérateurs spécialisés (OPUS) ou encore par des engins lourds Ultra-Sons (ELUS).
**Les mesures conservatoires ont été prises, au cours du dernier trimestre 2021, pour accentuer les tournées visuelles rails et les contrôles par OPUS sur les zones référencées dans DEFRAIL comme pouvant être affectées de défaut de grande longueur (DGL) 213.0.**

## Patrimoine rails anciens et benchmark Européen :

En parallèle de la mise en œuvre des mesures conservatoires, une **analyse de criticité** a été menée au sein de DGII VA Rail avec l'aide de data scientistes sur l'ensemble du patrimoine rail. Des **Catégories de patrimoine et des urgences** ont été déterminées en fonction des critères suivants : âge du rail, année de pose ou de remploi, masse linéique, tonnage supporté, vitesse de ligne et groupe UIC. Le critère de tonnage maxi supporté a été défini à 250 millions de tonnes. Un classement des rails selon l'analyse de ces critères, a permis de réaliser un fichier référence décomposant la criticité en plusieurs urgences et, ainsi prévoir dans un plan pluriannuel des mesures de surveillance complémentaires et d'éradication à plus long terme.
**Cette analyse a conduit à une prise de conscience de l'état du patrimoine rail du RFN et de son vieillissement notamment sur les lignes de dessertes fines du territoire (LDFT).**

Dans le même laps de temps, un benchmark a eu lieu auprès des GI Européen : Infrabel, Network Rail, DB Netz, Pro-rail, ÖBB Infrastruktur, … Quelques résultats non exhaustifs en ressortent.
Plusieurs tendances communes se dégagent :

- ♦ Facteur clé du défaut 213.0 : le procédé de fabrication (lingots vs coulée continue)
- ♦ Fraisage : pratiqué sur l'ensemble des réseaux, modulo des anciennetés diverses selon les réseaux,
- ♦ Rareté du défaut 213 : indication que ce défaut est rare, voire très très rare pour certains réseaux, à tel point qu'ils n'ont même plus de politique de détection à son sujet.

Les réseaux ne s'accordent pas sur le classement des lignes pour permettre de bâtir des critères de maintenance. Certains utilisent les groupes UIC, d'autres un double critère (vitesse, tonnage). Ils ne sont pas non plus unanimes sur le lien de cause à effet entre la pratique du meulage et une plus grande proportion de défauts 213 sur les rails anciens.
Les politiques de détections sont également différentes selon l'équipement en moyens d'auscultation, la politique de renouvellement de rails, les méthodes de classement des défauts, ...

*Article proposé et rédigé par Jean-Michel FROMENT, Janvier 2022*
*Crédits photos et illustrations : SNCF Réseau DGII VA Rails, et internet*