

ACTIF

SNCF

Numéro Spécial

SPENO INTERNATIONAL SA



Extrait de l'article « Le reprofilage des rails en voie » - pages 22 à 26 du numéro 270.



**ASSOCIATIONS DES CADRES TECHNIQUES DES INSTALLATIONS
FERROVIAIRES - FONCTION ÉQUIPEMENT DE LA S.N.C.F.**



Le reprofilage des rails en voie



→ En 2002, la SNCF a réalisé un programme de meulage de rails en voie d'environ 3700 Km

Ce volume de meulage est en augmentation régulière à la SNCF, comme sur une majorité des réseaux ferrés du Monde.

Le meulage est une opération coûteuse nécessitant la mise en oeuvre de moyens lourds. Sa rentabilité doit donc être justifiée par la diminution du coût des autres opérations de maintenance.

1) HISTORIQUE :

A partir de leur construction, les voies ferrées sont de plus en plus sollicitées par les charges croissantes des trafics. Avec l'augmentation des tonnages transportés, des charges à l'essieu et des vitesses de circulation, les éléments constitutifs de la voie subissent un effet de fatigue demandant une attention accrue. Le rail, premier élément de la chaîne, en contact direct avec la roue, exige un entretien particulier.

C'est vers la fin des années 1930, sur le continent nord-américain, que Franck Speno, pour remédier aux défauts de surface du rail, invente le meulage en voie.

A cette époque, il ne s'agit pas de d'effectuer un véritable reprofilage du rail, mais de supprimer les petites ondulations de la table de roulement et des techniques primitives furent alors utilisées.

Dans les années 1950, on voit apparaître sur le réseau SNCF, le meulage en voie par des wagons à meules fixes tirés par des machines à vapeur.

La technique du meulage par train spécialisé meuleur n'est réellement introduite en France que depuis 1958. En 1960, une Entreprise (la Société SPENO International S.A.) se spécialise dans ce domaine et se déploie sur les cinq continents avec des moyens et des méthodes adaptées à tous les types de réseaux ferrés, tant dans leur conception que dans leur type de trafics.

Depuis quelques années, d'autres entreprises de travaux ferroviaires se sont investies dans le meulage ou proposent des solutions différentes pour le reprofilage de rails.

La SNCF a attendu l'arrivée de trains meuleurs plus performants vers 1975 pour programmer des opérations de meulage, mais ce n'est que vers 1985 que le meulage a réellement été considéré comme indispensable à la qualité du contact rail-roue, et intégré comme opération essentielle de maintenance du rail .

2) POURQUOI REPROFILER LES RAILS EN VOIE :

Le reprofilage par train spécialisé permet d'allonger la durée de vie des rails en voie en éliminant ou en réduisant les défauts de surface du champignon, en rectifiant leur profil en long et en travers afin de rétablir un contact rail roue optimum, ou en prévenant l'apparition de certains défauts.

Il peut être appliqué sur les rails de voie courante et d'appareils de voie en dehors des parties usinées comme les cœurs ou les lames d'aiguilles.

Les principaux défauts traités sont :

- L'usure ondulatoire
- le Head-checking
- les défauts de fabrication ou de pose des rails.
- Les défauts géométrique des soudures
- Les empreintes de ballast
- Les écaillages, patinages, fluage latéral du métal, billages

Le reprofilage présente également les avantages suivants, résultant de la réduction des vibrations et efforts dus aux défauts de surface ou de guidage du rail:

- Une moindre déconsolidation des attaches et assemblages de pièces.
- La réduction de la dégradation des traverses et des semelles.
- La réduction de la vitesse de dégradation de la géométrie de la voie.
- La réduction du bruit.
- La réduction de l'usure du matériel roulant

Il existe différentes techniques de reprofilage : le meulage, le fraisage et meulage oscillant ou le rabotage.

3) LE MEULAGE :

C'est la technique la plus fréquemment utilisée.





Il existe trois types de traitement :

- Le **meulage initial**, qui élimine les défauts de fabrication et les défauts de pose.
- Le **meulage d'entretien périodique**, qui traite les défauts d'altération de la surface de roulement à des intervalles convenablement programmés (essentiellement sur LGV).
- Le **meulage curatif**, qui traite ponctuellement les zones ayant fait l'objet d'un diagnostic

A) Traitement de la voie courante :

Meulage initial :

Il est destiné à traiter les imperfections de fabrication et de pose des rails. Il est pratiqué sur des rails neufs ou de réemploi en provenance des E.I.V.

- Suppression de la couche décarburée du rail neuf : les qualités mécaniques de la couche superficielle du champignon sont moins élevées que celles des couches plus profondes. La suppression de cette couche permet de limiter ou retarder l'apparition de certains défauts de fatigue du champignon comme les squats.
- Amélioration du profil en long et en travers du rail neuf ou de remploi par élimination des défauts résiduels de dressage (soudures), de surface (laminage), de profil ou d'inclinaison (tolérances de fabrication) en sortie des ateliers.
- Elimination des défauts dus au chantier de pose: empreintes de ballast, patinage de TTX et blessures du champignon du rail.
- Réalisation de profils spécifiques pour limiter l'apparition de certains défauts en intervenant sur l'effet de conicité du couple essieu/rail, par exemple, en courbe, pour diminuer l'usure latérale, ou le head-checking.

Meulage d'entretien périodique :

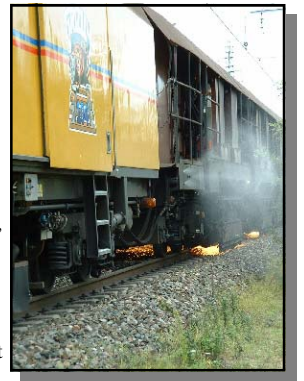
Le meulage est planifié périodiquement avant que les défauts qui se développent ne soient préjudiciables à la qualité de la voie. Les interventions sont réalisées selon des cycles convenablement programmés.

Meulage curatif:

C'est un entretien « sur diagnostic », programmé sur des zones déterminées suite à différents relevés (voir §5)

Il est destiné à traiter les altérations de la surface du rail dues à l'utilisation par:

- Le rétablissement du profil en long en éliminant l'usure ondulatoire ou les défauts des soudures.
- L'amélioration du profil en travers afin de rétablir un contact rail/roue satisfaisant.
- L'élimination des défauts de surface comme l'aplatissement de la table de roulement, le head-checking, l'usure latérale, les écrasements, le schelling, les empreintes de ballast ou de patinage.



B) Traitement des appareils de voie et A.D.

Les appareils de voie et de dilatation subissant les mêmes agressions que la voie courante, un meulage initial ou curatif peut être effectué sur ces appareils sauf sur les parties dont l'usinage est complexe: lames d'aiguille, cœur.

PRINCIPAUX DEFAUTS TRAITES PAR REPROFILAGE :

L' usure ondulatoire :

L'usure ondulatoire est le principal défaut traité par le meulage. Ce défaut se caractérise par son aspect d'ondulations périodiques. Ce défaut est classé en trois types.

- **L'usure ondulatoire courte:** Elle est visible sous forme d'une succession de parties brillantes et mates espacées de 3 à 8 cm. Elle affecte indifféremment les deux files de rail. L'analyse montre une dureté superficielle très importante sur les bosses, due à une structure de trempe sur une profondeur de 0,2 à 0,3 mm. Elle est provoquée par le glissement des bandages sur le rail qui engendre une forte élévation de température en surface, brutalement refroidie par la masse du rail. Ce défaut se traduit par un bruit important au passage des circulations. Il génère d'importantes détériorations des attaches, des traverses et du nivellement.
- **L'usure ondulatoire moyenne :** Elle n'apparaît généralement que dans les courbes de rayon inférieur à 500m sur le rail bas. Ce défaut est lié au « glissement » périodique de l'essieu car la conicité des bandages ne peut pas compenser la différence de développement des deux files. La longueur d'onde de ce défaut est comprise entre 15cm et 30cm pour une amplitude moyenne de 0,3 mm.
- **L'usure ondulatoire longue :** Sa longueur d'onde varie entre 0,60m et 1,50m avec une amplitude moyenne est de 0,5mm. Elle provient en général des défauts périodiques créés par les galets de dressage des chaînes de fabrication des rails. Ce défaut à grande vitesse peut générer bruit, inconfort et dégradations similaires à l'usure ondulatoire courte.

Lorsque les usures courtes et longues se superposent, l'usure courte est généralement plus marquée dans les creux des défauts longs.

Les empreintes de ballast :

Ce phénomène est particulièrement sensible sur les lignes à grande vitesse. Les empreintes apparaissent généralement après l'hiver, suite aux projections de ballast générées par la chute des blocs de glace sous les caisses. Seules les empreintes situées sur la bande de roulement sont traitées. Le redressage des rails à la presse, le rechargement des très grosses empreintes et le nivellement doivent être réalisés préalablement au meulage.

Ce type de meulage peut maintenant être réalisé en une seule passe avec un train de 80 meules. Derrière le traitement, afin de limiter le nombre de passes, les empreintes ayant une surface plus petite que le contact rail/roue (diamètre est inférieur à 10 mm) peuvent rester en voie.



Le head-checking :

Il consiste en un reprofilage spécifique soit:

- initial: Si les rails ont été remplacés en raison de ce défaut et si le rayon de la courbe est inférieur ou égal à 1400 m.
- d'entretien périodique ou curatif.

Ce profil est réalisé par enlèvement de métal pour obtenir les profils cibles.

L'usure latérale :

Le meulage asymétrique retarde l'apparition et l'évolution de l'usure latérale dans les courbes de rayon entre 300 m et 800 m de rayon. Il consiste à modifier le profil du rail afin de déplacer les bandes de roulement et d'obtenir la plus grande différence possible entre les rayons de roulement de la roue extérieure et de la roue intérieure. Par contre, ce type de meulage peut accélérer l'évolution du head-checking.

Le bruit :

Le meulage crée des raies " tour de meule " sur la surface du rail qui sont « lues » par la roue et sont génératrices de bruit. Une dernière passe de surfacage à 3,5 km/h, dite de meulage acoustique permet de limiter ce phénomène.



LES TRAINS MEULEURS :

En 2003, en Europe, **quatre Entreprises** effectuent du meulage de rail avec des trains à grand rendement :

- Société SPENO INTERNATIONAL SA
- Société SCHEUCHZER
- Société SCHWERBAU
- Société EICHHOLZ

Les trains se différencient par:

- Le type de moteur d'entraînement des meules : hydrauliques ou électriques.
- La capacité de production qui dépend de la puissance et du nombre d'unités de meulage installées sur le train . Par exemple, le rendement est de 2500 m/heure en deux passes pour un train de 40 meules en meulage initial.



EQUIPEMENT DES TRAINS MEULEURS :

- *Les équipements obligatoires:*
 - Pare-étincelles situés au droit des unités de meulage.
 - Dispositif d'arrosage de la voie et des abords, deux lances à eau avec réservoir d'eau.
 - Dispositif d'enregistrement du profil longitudinal comportant 6 canaux (ondes courtes, moyennes et longues pour chaque file).
 - Dispositif d'enregistrement du profil transversal embarqué ou manuel.
 - Moniteur d'obstacles permettant la levée des meules devant les obstacles sans pénaliser l'avancement du train.
 - Dispositif de commande automatique de levage des meules si la vitesse devient inférieure à 2,8 km/h.
 - Système de chronométrage du temps d'étincelage.
- *Les équipements supplémentaires*
 - Aspiration des poussières (impérative pour le meulage des appareils et des voies posées sur dalle béton).
 - Epuration des gaz d'échappement (impératif en tunnel de grande longueur).
 - T.V.M. (transmission voie-machine) pour les travaux sur LGV.
 - Chariots spécifiques pour appareils de voie ou passages à niveaux
- *Moyens de contrôles à disposition sur les trains.*
 - Règle Geismar, permettant de contrôler les ondulations courtes, moyennes et longues.
 - Rugosimètre, pour vérifier la rugosité (Ra) du meulage.
 - D.Q.M., appareil de contrôle du profil en travers ou appareil portable laser.
 - Dispositif pour mesurer l'enlèvement de métal.

LES MEULES :

La meule doit couper le métal, évacuer les copeaux, et ventiler la chaleur dégagée.

Elle est constituée d'un abrasif et d'un agglomérant . La composition de la résine servant de liant ainsi que la nature et la granulométrie de l'abrasif en déterminent les caractéristiques d'utilisation (fort enlèvement, acoustique, etc.). Sa vitesse de rotation est fixée à 3600 t/mn.

Suivant les trains, trois types de meules sont utilisées:

• Les meules boisseaux

Ces meules ont un axe de rotation vertical et peuvent être inclinées afin de permettre de traiter le profil en long et le profil en travers du rail. Certaines meules de diamètre réduit permettent le meulage de points particuliers (PN, appareils de voie).



- **Les meules tangentielles.**

Ces meules ont un axe de rotation horizontal. Elles traitent le profil en long et permettent le passage en continu sur les PN et appareils de voie. Elles provoquent par contre un aplatissement du profil.

- **Les patins oscillants**

Ces meules, de forme rectangulaire, sont livrées au profil à réaliser. Elles oscillent sur le rail et éliminent des défauts longitudinaux de très faible amplitude (préventif ou derrière fraisage).

METHODE DE TRAITEMENT :

L'ordre de traitement, sauf pour le meulage oscillant, est:

- Le profil en travers,
- Le profil en long,
- La passe de finition ou de recouvrement.



- **Profil en travers.**

La technique de meulage peut varier légèrement suivant les trains; en général le meulage commence par les faces intérieures et extérieures du champignon et s'achève par un recouvrement.

- **Profil en long.**

Suivant les trains, les méthodes de traitement des longueurs d'onde, supérieures à 250 mm, sont différentes:

- Synchrobloc pour les trains SPENO. Méthode consistant à bloquer les meules d'un chariot sur un même plan pour éviter de meuler les creux.
- Meules tangentielles pilotées et couplées à un blocage des meules boisseaux pour les trains SCHEUCHZER.
- Pilotage par retard pour les trains LORAM , évitant la descente des meules dans les creux, la première meule initialisant le mouvement.

- **Sens de travail.**

Du fait de la position de leur chariot de mesures, de chariots spéciaux ou de la position des meules tangentielles, certains trains peuvent avoir un sens de travail.

4) LES AUTRES METHODES DE REPROFILAGE :

LE FRAISAGE :

Le fraisage est réalisé en Europe, par l'entreprise SCHWEERBAU. Il est réalisé à l'aide de :

- Une fraiseuse SF 03
- Une meuleuse GWM 550

Fonctionnement :

La fraiseuse rectifie le profil avec trois paires de roue porte-outils. La première et la deuxième ébauchent, la troisième termine le reprofilage. Le train meuleur assure la finition du profil longitudinal par l'oscillation de patins de meulage.

Domaine d'emploi:

Lignes où le nombre de passes à réaliser est supérieur à dix.
Hauteur de champignon > 25 mm.

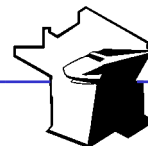
LE RABOTAGE :

Le rabotage est effectué en Europe, par l'entreprise SCHWEERBAU
Il est réalisé avec une raboteuse SBM 250:

Domaine d'emploi:

Rails des lignes à faible trafic dont le profil est très déformé et comportant d'importantes bavures





Reprofilage Manuel de rails ...

5) LA PROGRAMMATION :

Règles de Déclenchement

Traitement initial.

Dans la mesure du possible, le meulage doit être réalisé le plus rapidement possible après la pose des rails (à la fin des travaux de finitions pour les RVB par exemple).

Traitement curatif, ou d'entretien périodique.

• Lignes classiques

La détermination des zones à traiter se fait à partir de :

- L'enregistrement de l'usure ondulatoire par l'autorail de mesure SPENO SM 775
- Relevés de l'usure ondulatoire effectués lors des tournées de surveillance. Elle est mesurée soit avec un comparateur ou avec la règle GEISMAR.
- L'enregistrement MAUZIN, qui peut permettre de détecter des défauts de surface préjudiciables à la tenue du nivellement.
- Plaintes des riverains concernant le bruit ou les vibrations.
- Relevés de défauts pouvant être traités par meulage (head-checking naissant, patinage, empreintes, billage).

• Lignes à grande vitesse

La détermination des zones à traiter se fait à partir :

- Du fichier des empreintes de ballast établi à partir des tournées de voie ou tournées "Ivoire"
- Des indications fournies par les tournées "MONA" sur les LGV (système de mesure du bruit de roulement embarqué sur la voiture de mesures Mélusine intégrée dans une rame TGV).
- Des relevés de défauts pouvant être traités par meulage (head-checking naissant, patinage, déformation du profil en travers).



6) CONCLUSION :

Le reprofilage des rails en voie présente plusieurs intérêts :

- **TECHNIQUE**
 - Le rétablissement d'un contact rail-roue optimum permet de limiter les défauts de fatigue, et d'allonger la durée de vie des rails
- **ECONOMIQUE**
 - En diminuant les coûts de maintenance de la géométrie et du matériel de voie par l'élimination de l'usure ondulatoire et des défauts de surface des rails
 - Par allongement de la durée de vie des rails, certains défauts au départ superficiels pouvant dégénérer en défauts internes et nécessiter leur remplacement prématuré
 - En diminuant les frais de maintenance du matériel moteur et remorqué ainsi que des gains sur la consommation d'énergie (contact rail-roue optimum)
- **QUALITATIF**
 - En améliorant le confort du voyageur, par élimination des vibrations et par l'amélioration du nivellement de la voie
- **ENVIRONNEMENTAL**

L'aspect environnemental est une priorité et un enjeu pour l'avenir du ferroviaire. Les études menées sur le meulage acoustique indiquent un gain sur le bruit pouvant atteindre 7 décibels (dB A), ce qui est loin d'être négligeable.



SPENO INTERNATIONAL SA



Numéro Spécial