

## Des rails au mieux de leur forme

Meulage à grande vitesse (HSG – High Speed Grinding)  
Fraisage haute performance (HPM – High Performance Milling)  
Système Flexis – traitement global des appareils de voie



Meulage, fraisage, entretien des appareils de voie

# Pour chaque tronçon la bonne stratégie

La profondeur et le type de défauts définissent la stratégie: à partir des «caractéristiques» spécifiques à chaque ligne, les experts Vossloh établissent une **stratégie d'entretien adaptée**, utilisant des techniques telles que le meulage à grande vitesse HSG, le fraisage haute performance HPM ou des méthodes telles que le système Flexis. Tandis que le meulage préventif avec le **HSG** maintient la surface du rail en état et élimine les petits défauts, le fraisage élimine des défauts plus profonds et rétablit un parfait état de surface. Pour les appareils de voie, ceux-ci nécessitant un entretien particulier – Vossloh a développé un système global: le système Flexis.

## Meulage à grande vitesse (HSG)

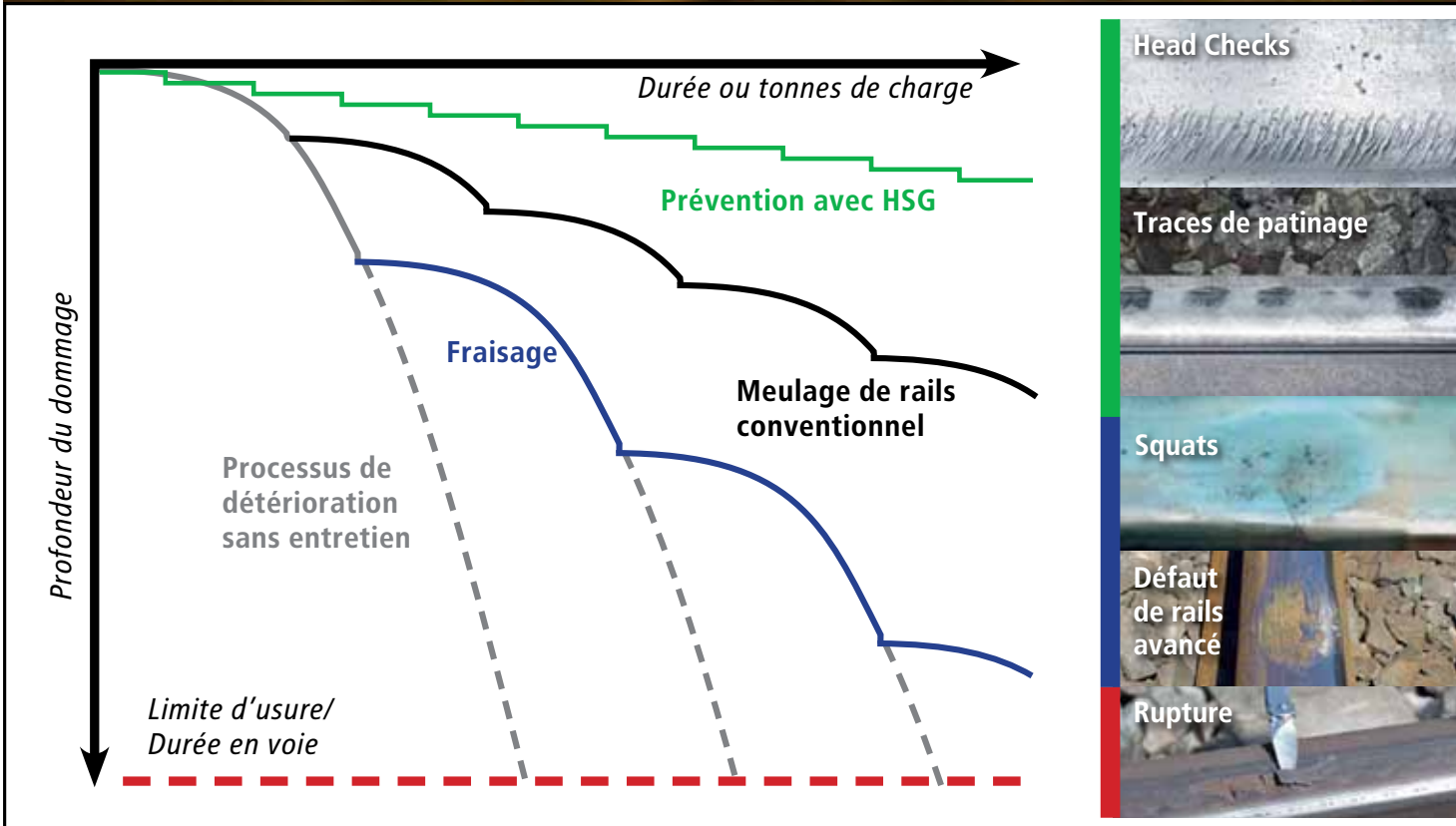
à partir de la page 4

## Fraisage haute performance (HPM)

à partir de la page 10

## Système Flexis pour traitement global des appareils de voie

à partir de la page 14



### Effet des différentes stratégies d'entretien des rails sur leur durée de vie

Sans entretien, les rails doivent être remplacés au bout d'une durée bien trop courte. Si l'entretien est fait irrégulièrement, défauts de surface des rails se développent – seul le fraisage peut éviter le remplacement. Le meulage conventionnel des rails ne peut produire de bons résultats que s'il est effectué

très lentement, avec des interdictions de circulation. En pratique, cela s'avère le plus souvent ne pas être suffisant. Le procédé High Speed Grinding obtient les meilleurs résultats en ce qui concerne la **qualité des rails, la disponibilité des voies et les coûts tout au long du cycle de vie.**

Meulage à grande vitesse (HSG)

# Prévention des défauts de rails

## Réduction des nuisances sonores

## Baisse des coûts



### AVANTAGES

- Meulage des rails sans interdictions de circulation
- HSG-2 atteint une vitesse de travail de 80 km/h, 60 km/h pour le HSG-city
- Allonge la durée de vie des rails
- Réduction significative des nuisances sonores
- Les équipements de signalisation n'ont pas à être démontés
- Faible production de poussière et d'étincelles
- Aucune restriction de travail en tunnel
- Aucun risque de surchauffe ou de sur-meulage
- Meulage sans formation de stries d'usinage
- Aucune restriction aux passages à niveau ou absorbeurs sonores
- Profil transversal optimisé
- Profil longitudinal lissé

### La prévention par le meulage!

Par analogie avec le brossage régulier des dents, le meulage préventif des rails avec **le train à grande vitesse (HSG)**, évite les dommages liés aux contacts de roulement, garantit une qualité durable et minimise les coûts.

Avec le train de meulage HSG-2 et la machine de meulage HSG-city, plutôt dédié aux réseaux urbains, **il est démontré que la durée de vie des rails est doublée!** Grâce au HSG, il n'y a pas de bleuissement générateur potentiel de défauts de surface. De plus le procédé est reconnu comme un moyen efficace de réduction des nuisances sonores.

Le système HSG s'adapte à tous les systèmes ferroviaires, des lignes à grande vitesse aux réseaux urbains. Les interventions s'insèrent en souplesse entre les circulations commerciales – sans interruptions ou préparations particulières des voies!

Train de meulage HSG-2.  
À gauche machine de meulage HSG-city particulièrement adapté aux réseaux urbains

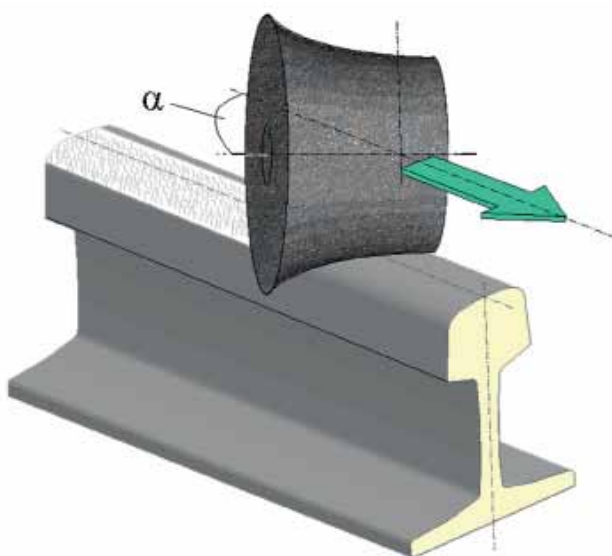




## Comment fonctionne le HSG?

Au niveau du contact rail/roue, de fortes charges et une vitesse élevée génèrent de la fatigue de contact où s'initient des défauts tels que head checks et squats. HSG apporte une solution. Cette **technique de meulage** utilise des meules spéciales qui tournent sur les rails, et qui sont entraînées par l'avance du véhicule.

\* sur le train de meulage



Les meules placées obliquement par rapport aux rails sont pressées hydrauliquement et s'usent très régulièrement.

La couche supérieure défectueuse est entièrement éliminée. En trois passes, au moins 0,1 mm de l'acier du rail\* est retiré. L'usure ondulatoire et les empreintes de patinages sont réduites, le profil longitudinal optimisé. Le rail est «lissé». Le système d'aspiration de part et d'autre du véhicule capte presque intégralement la poussière produite par le meulage.

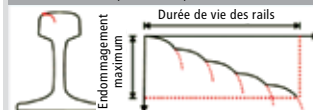
### TESTÉ ET APPROUVÉ

L'UT de Berlin constate: «Grâce à un meulage préventif régulier de la surface durcie du rail, les frais tout au long du cycle de vie des lignes fortement sollicitées, que ce soient des grandes lignes, des lignes régionales ou locales, sont réduits de 50 à 61 % par rapport à un schéma de meulage conventionnel.»

La DB netz AG a comparé deux lignes à grande vitesse:  
Résultat: HSG agit durablement!

Source: DB Netz AG 2013, Oliver Kraft

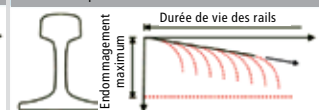
**Ligne à grande vitesse Cologne – Francfort**  
aucune intervention préventive à partir de la mise en service



- Mise en service en 2002
- Fort développement de head check en raison des circulations à grande vitesse
- Meulage correctif des rails:
- Enlèvement de matière: 1,8 mm tous les deux ans
- Coûts: 12 EUR par mètre (6 EUR par mètre et par an)
- pas d'élimination complète des head checks
- Remplacement des rails pour cause de head checks et limite d'usure atteinte à partir de 2010

Durée attendue de vie des rails: 8-12 ans

**Ligne à grande vitesse Nuremberg – Ingolstadt**  
intervention préventive dès la mise en service



- Mise en service en 2006
- Fort développement de head check en raison des circulations à grande vitesse
- Meulage préventif des rails:
- Enlèvement de matière: 0,1 mm 3 fois par an (HSG)
- Coûts: 1 EUR par mètre (3 EUR par mètre et par an)
- Pas d'apparitions de head checks
- Pas de remplacement avant atteinte de la limite d'usure, prévue au plus tôt en 2020

Durée attendue de vie des rails: 15-20 ans



Train de meulage HSG-2

# Meulage des lignes classiques

## HSG-2: rapide, rigoureux, peu coûteux

Grâce au train de meulage à grande vitesse HSG-2, Vossloh rend possible l'entretien des rails en cours d'exploitation sans perturber les circulations. Avec le High Speed Grinding, l'élimination ciblée de la surface durcie du rail évite l'apparition du head check et l'usure ondulatoire. Les meules s'adaptent au profil du rail, ce qui permet de plus d'optimiser le profil transversal du rail – et cela jusqu'à une vitesse de travail allant jusqu'à 80 km/h!

La **technique d'aspiration** capte le matériau enlevé; les collecteurs ont une capacité respectable de six tonnes. Le processus est surveillé avec précision et les résultats obtenus sont enregistrés. De plus la conception modulaire du HSG-2 permet de coupler deux trains de meulage pour obtenir une **version encore plus performante**.

### DONNÉES TECHNIQUES

- Meules: 96
- Vitesse de travail: 60–80 km/h
- Vitesse d'acheminement jusqu'à 120 km/h
- Rendement par poste: jusqu'à 100 km
- Rugosité des rails:  $Ra < 10 \mu m$
- Traçabilité des «paramètres de processus»
- Usure ondulatoire et empreintes de patinages réduites
- Optimisation du profil longitudinal des rails
- Recommandé pour le traitement des voies particulièrement sensibles d'un point de vue acoustique, par ex. dans les zones résidentielles



### SUCCÈS SANS FRONTIÈRE

HSG-2 est en service depuis 2007 en Allemagne, mais également en Suède, au Danemark, aux Pays-Bas, en Suisse et en Chine. Quelques exemples:

- Shanghai – Pékin
- Cologne – Francfort
- Nuremberg – Erfurt – Halle – Leipzig
- Hambourg – Hanovre
- Amsterdam – Rotterdam – Bruxelles
- Aéroport de Stockholm – Stockholm
- Berlin – Hanovre
- Mayence – Worms
- Nuremberg – Munich
- RER Copenhague

# Machine de meulage HSG-city Dans les heures de circulation des tronçons courts



Machine de meulage conventionnelle



HSG-2 et HSG-city



## Économie de temps, d'argent et réduction du bruit

HSG-city a été conçu pour **les réseaux urbains et des zones limitées de lignes classiques telles que les voies de gare ou des zones particulières**. L'élément central est un groupe de meulage semblable à celui du HSG-2: une technique éprouvée installée dans une nouvelle dimension! Avec le HSG-city, Vossloh possède la machine de meulage la plus rapide actuellement sur le marché pour les réseaux urbains et les zones courtes. Une vitesse de travail maximale de 60 km/h permet de travailler sans interdictions de circulations et permet ainsi d'intervenir directement pendant les horaires de circulation de l'exploitant ferroviaire. HSG city peut travailler en marche avant et en marche arrière, il peut donc être tracté ou poussé avec différentes machines, par ex. des véhicules rail-route.

### DONNÉES TECHNIQUES

- Meules: 24
- Vitesse de travail: 15–60 km/h
- Meulage «non-stop» 30 km
- Rugosité des rails: Ra < 10 µm
- Traçabilité des «paramètres de processus»
- Télécommande du HSG city depuis la motrice
- Puissance de traction nécessaire: à partir de 170 kW tiré ou poussé
- Versions Twin: Possibilité de couplage de deux unités

### UN SUCCÈS SANS FRONTIÈRE

HSG-city est notamment utilisé par la Rheinbahn à Dusseldorf, le tramway de Brême, le métro de Pékin et le réseau régional de Copenhague.



High Speed Grinding

# Les champs d'application du HSG



Rails avant, pendant et après le traitement HSG

## 1. Meulage préventif

Le passage régulier à titre préventif du HSG permet d'éliminer la surface durcie et cassante du rail – cela évite la formation de Head Checks, supprime l'usure ondulatoire et les empreintes de patinage et **éloigne dans le temps les réparations et les remplacements de rails** (cf. également pages 4/5).

## 2. Décalaminage

Le meulage de nouveaux rails élimine les défauts liés à la pose et égalise d'une manière stable le profil transversal. Ce meulage de nouvelles installations (meulage de la couche décarburée) correspond au **traitement initial des rails en atelier ou en voie** après la fabrication ou le laminage des rails. Ce meulage retarde l'apparition des détériorations ultérieures du rails. Selon les longueurs et les conditions de pose, le traitement est effectué en atelier ou en voie. Le traitement en voie présente l'avantage de corriger **sur site** les détériorations occasionnées lors de la pose.

## 3. Meulage de la pellicule grasse

Le meulage avec le procédé High Speed Grinding permet d'éliminer efficacement la pellicule grasse engendrée par les feuilles mortes et les impuretés atmosphériques. Le meulage contribue à l'amélioration de la sécurité en réduisant les risques de patinage et d'enrayage.



Remplacement des meules

### TRAITEMENT DE NOUVEAUX RAILS

- Élimination de la couche décarburée
- Rétablissement du profil théorique du champignon
- Retarde l'apparition de défauts et donc les interventions suivantes
- Atténuation des altérations géométriques inhérentes aux soudures





## 4. Meulage acoustique

Le bruit causé par le roulement est l'une des principales sources de nuisances sonores liées aux rails. **L'optimisation du contact rails/roue** grâce au High Speed Grinding réduit l'usure ondulatoire et les empreintes de patinage et diminue également la rugosité des rails (source importante de bruit). Un rail « plus lisse » génère un niveau acoustique significativement plus faible au roulement, ce qui permet de réduire le bruit ferroviaire. Différentes mesures ont démontré que le meulage HSG apporte une **réduction significative des**

**nuisances sonores pouvant aller jusqu'à 10 décibels.**

Toutes les valeurs obtenues jusqu'à présent, par ex. auprès de la Rheinbahn à Dusseldorf démontrent que l'entretien préventif des rails diminue de façon importante le bruit du trafic. La technologie HSG est également considérée par la DB Netz AG comme un procédé officiel de réduction des nuisances sonores, notamment pour les zones particulièrement sensibles.

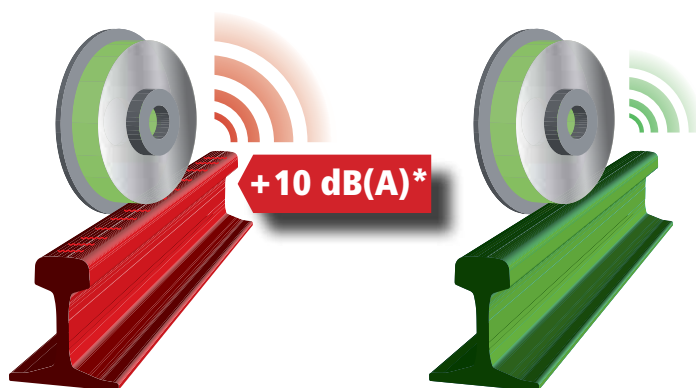
### PAS DE «CHUCHOTEMENTS» SANS RAILS SILENCIEUX

Le meulage est un élément essentiel de l'entretien des rails. Le meulage conventionnel (plus agressif) réduit fortement l'avantage sonore des « freins silencieux » et provoque à long terme l'apparition de défauts. La surface obtenue après à la technologie HSG préserve les roues et les rails et réduit le bruit de près de 10 dB(A)\*.

\* données issues du résultat de projet sonRAIL, Thron



Rails meulés de manière agressive avec ondulations et bleuissement | Surface du rail immédiatement après meulage HSG



- Roue lisse (K, LL, frein à disque)
- Rail rugueux (rail meulé d'une manière agressive, ondulations)
- Roue lisse (K, LL, frein à disque)
- Rail lisse (HSG, pas d'ondulation)

Fraisage des rails

# Les rails retrouvent la forme!



## Elimination de défauts profonds

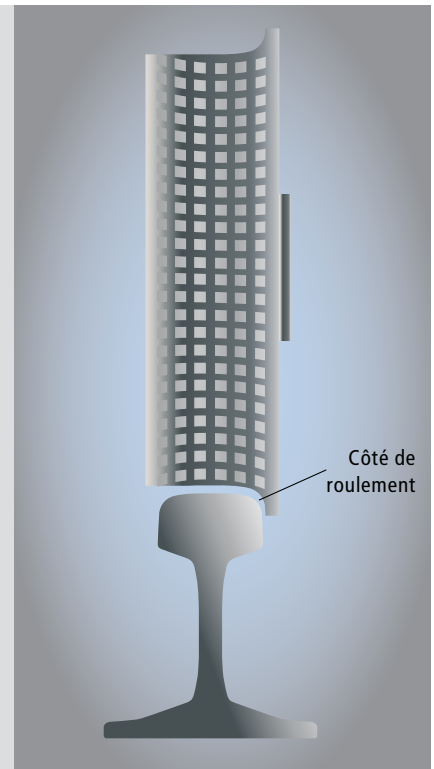
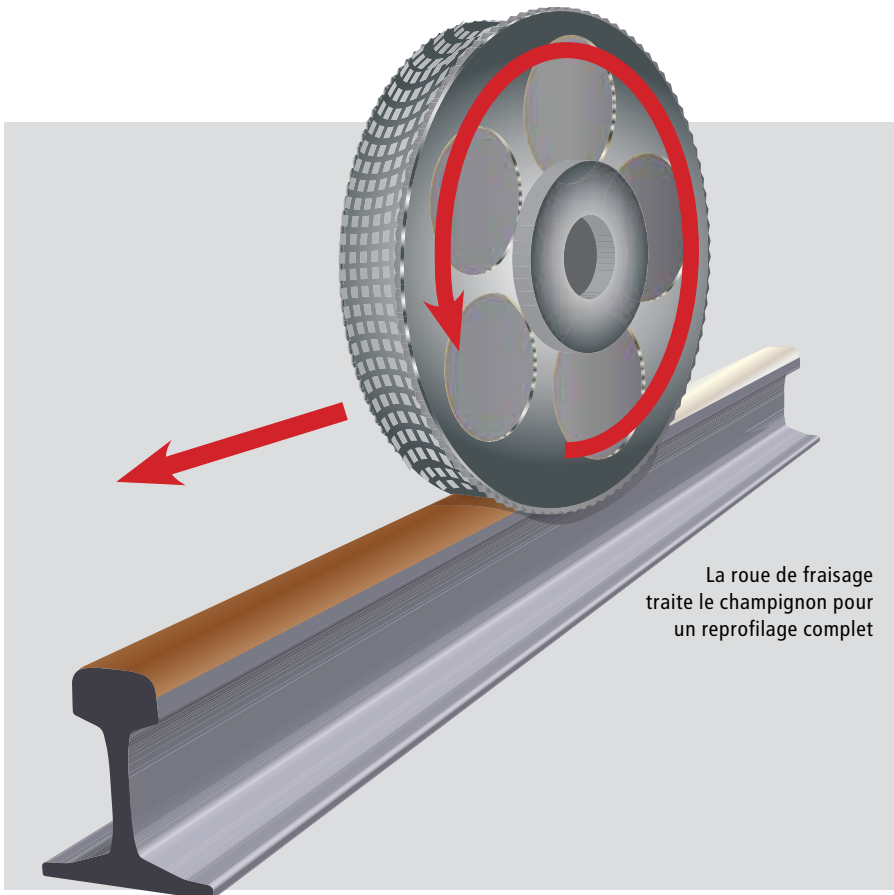
Le fraisage pénètre **plus profondément dans le rail** que le meulage et traite les défauts des rails qui sont déjà bien avancés. Le fraisage des rails intervient alors lorsque les limites techniques et économiques sont dépassées. Un remplacement onéreux peut être durablement repoussé et le cycle de vie rallongé de manière significative.

**Enlèvement profond de métal:** Le fraisage des rails est un procédé de coupe qui élimine **en une seule passe** les défauts profonds. Il s'agit ici d'un processus commandé au dixième de millimètre près qui permet un enlèvement de matière allant **jusqu'à 3 mm**.



### CHAMP D'APPLICATION

- Correction de l'écartement
- Traitement des LGV, des lignes classiques (voyageurs, marchandises, combinées)
- Élimination longitudinale des défauts sur toute la largeur du champignon
- Amélioration de la surface de roulement notamment au niveau acoustique
- Adaptation du profil des rails
- Reprofilage



## Remise au profil initial

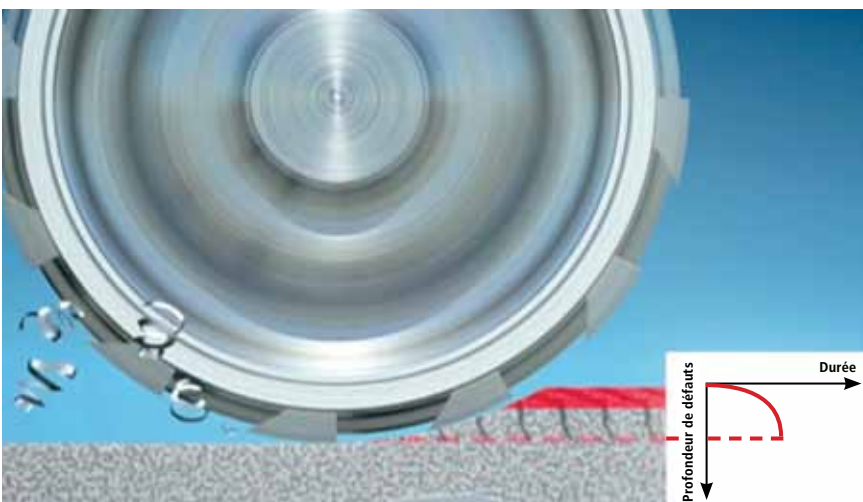
Le **profil d'origine** du rail est reconstitué grâce au fraisage. Il retrouve ainsi un état de surface qui sera la meilleure base possible à la mise en place d'une stratégie d'entretien à long terme. La fraise optimise le rail conformément aux spécifications et effectue le reprofilage sur la base de ces paramètres.

- Profondeur de défauts
- Profil de rail
- Inclinaison de rail
- Écartement des voies

Dans l'idéal, une stratégie d'entretien préventive est mise en place après le fraisage (idéalement High Speed Grinding).

### AVANTAGES

- Réduit les coûts
- Optimise la disponibilité des rails
- Retarde les lourds travaux onéreux de remplacement des rails
- Prolonge la durée en voie des rails et a un effet particulièrement efficace sur les coûts tout au long du cycle de vie des rails



Le principe de fraisage: Élimination des défauts plus profonds en une seule passe

### UNE DEUXIÈME VIE POUR LE RAIL

Si le congé actif du rail est usé, il arrive encore dans certains endroits que les rails soient barraudés – processus lourd ne retardant que pour une courte période un remplacement de rails. De plus cette méthode n'empêche pas le développement des défauts existants.

Le fraisage élimine les défauts et reconstitue la surface des rails. Ainsi il retarde nettement plus efficacement le remplacement des rails.

Fraisage des rails

# Écologique et souple d'emploi



## La solution idéale pour chaque mission

Le fraisage **préserve l'environnement et les ressources**. Cette technique est considérée comme la méthode la plus propre dans le traitement des rails. En processus standard, on obtient un reprofilage précis du champignon par le fraisage avec un meulage de parachèvement.

Le traitement du rail par deux unités de fraisage ainsi que l'unité de meulage de finition garantissent à la fois un rendement important et un résultat de haute qualité. Les trains de fraisage des rails de Vossloh peuvent être utilisés sur la plupart des lignes. **Les passages à niveau** peuvent également être traités. **Un démontage des installations de sécurité et de signalisation fixées au rail** n'est pas nécessaire. Les trains avancent à une vitesse d'environ 13 m/min. La **profondeur maximale par passe de traitement** est d'env. 2 mm (surface de roulement) et 5 mm (bord de roulement). Après le fraisage, l'absence de défauts et la qualité du travail sont contrôlées par une technique de mesure intégrée et/ou externe. Le résultat obtenu respecte absolument la forme du profil du rail avec une **précision garantie pour le profil transversal de +/- 0,3 mm\*** et une **précision pour le profil longitudinal de 0,02 mm**. La rugosité ne dépasse pas  $Ra < 10 \mu m$ .

### ÉCOLOGIQUE ET SILENCIEUX

- Aucune poussière
- Pas d'étincelle, donc pas de risque d'incendie
- Les copeaux de métal produits sont entièrement aspirés
- Aucune restriction en tunnel
- Utilisable également dans les zones sensibles
- Usinage à sec (pas besoin d'eau)
- Optimise le contact rail/roue, le niveau sonore baisse

\* toutefois le plus souvent +/- 0,2 mm

### RÉFÉRENCES

En dehors du réseau allemand qui est sa zone d'action principal, Vossloh étend son activité de fraisage sur de nombreux réseaux ferroviaires (Suisse, Pays-Bas, Suède, Danemark, etc.).



# Fraisage Haute Performance (HPM) Le fraisage de l'avenir



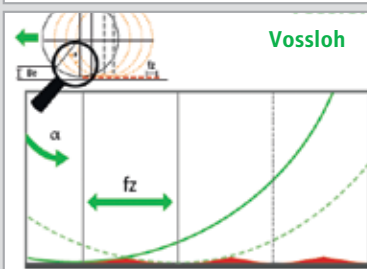
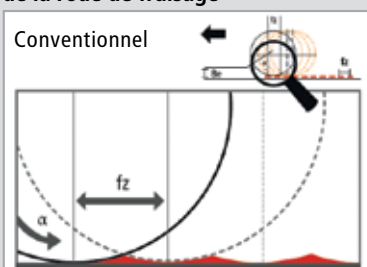
## NOUS PASSONS À LA GRANDE ROUE

Au coeur de la machine HPM, on trouve la roue de fraisage. Son diamètre de 1400 mm et sa capacité de performance génèrent une vitesse de travail pouvant atteindre 2 km/h en service continu.



Standard HPM

Ondulation résiduelle réduite grâce à l'augmentation de diamètre de la roue de fraisage



## Plus profond, plus rapide, plus précis

Usure ondulatoire, déformations et défauts de surface: Pour éviter de coûteux remplacements de rails, Vossloh a poursuivi le développement de la technique de fraisage: La solution s'appelle **le fraisage Haute Performance (High Performance Milling, HPM)** et permet une élimination de défauts et un reprofilage encore plus précis – avec un enlèvement de matière pouvant atteindre 3 mm sur le dessus du champignon et 10 mm sur le congé de roulement en une seule passe! De plus à la place du meulage, Vossloh mise sur la dernière technologie de fraise frontale pour le parachèvement. Ainsi aucune poussière de meulage n'est émise ce qui fait du HPM le procédé de traitement du rail le **plus propre au monde**.

Le **système de mesure et pilotage des outils** garantit une qualité constante. Pour conclure, le contrôle est effectué avec une technique de mesure intégrée pour mesurer les ondulations, et le profil transversal. Un contrôle par courant de Foucault est également disponible sur demande. Après fraisage, le profil de rail satisfait totalement les exigences de la Deutsche Bahn, par exemple. L'intervention dans les tunnels et dans les centres-villes s'effectue sans nécessiter de mesures particulières de nettoyage. Par ailleurs, la motorisation mixte diesel-électrique garantit un rendement énergétique. Le High Performance Milling est adapté à tous les profils classiques internationaux et peut être utilisé sur les lignes de trafic local et à fort tonnage.

## AVANTAGES

- Roue de fraisage deux fois plus grande
- Technologie de parachèvement par fraisage – sans poussière de meulage
- Modularité: selon le souhait du client, 1 ou 2 unités de fraisage et une unité de finition Module de fraisage, d'entraînement, de collecteur de copeau, d'atelier, etc. sur wagons-containers, reliés sur le principe du Plug-and-Play
- Vitesse de travail élevée
- Excellentes qualité de surface des rails traités
- Reprofilage précis du rail en une seule passe
- Davantage de matière éliminée par passe
- Parachèvement intégré
- Durée de vie des rails rallongée
- Protection anti-incendie maximale grâce à un travail sans étincelles
- Respect de l'environnement élevé
- Réduction de l'émission sonore





## Entretien des appareils de voie

# Flexis: Maintenance à pleine flexibilité

## Système Flexis: prévention et entretien optimal

Vossloh met en place avec le système Flexis une approche globale pour l'entretien des appareils de voie. Élément central d'un réseau ferroviaire, l'appareil de voie est exposé à des contraintes importantes. Outre l'usure et le vieillissement, il peut présenter des défauts, comme par ex. des empreintes de patinage, des head checks et des ébréchures, qui risquent d'entraîner un remplacement prématuré de l'appareil de voie. Des mesures préventives régulières diminuent notablement la sensibilité aux défaillances. Avec le système Flexis, l'appareil de voie est vérifié à intervalles réguliers, meulé préventivement et toujours remis en état dès les premières traces d'avarie. Cela garantit la sûreté d'exploitation, **réduit les coûts et allonge durablement la durée de vie** de l'appareil de voie. La faible rugosité et le rétablissement du profil du rail assurent également la réduction des **émissions sonores**.

### LE SYSTÈME FLEXIS

- Machines pour l'usinage du profil transversal et longitudinal
- Enlèvements de matière adaptés aux besoins constatés
- Traçabilité des opérations sous forme écrite ou numérique
- Exemple de productivité: Usinage d'une nouvelle couche d'un aiguillage d'un rayon de 300 m en 4 heures env.





## La maintenance adaptée aux besoins

La manière optimale de débiter consiste à éliminer la couche décarburée des rails immédiatement après la pose de l'appareil. En plus de l'élimination des défauts des rails, le meulage préventif des rails de l'appareil est un élément central de Flexis, car ainsi toutes les parties circulées de l'appareil sont dans un état optimal. L'équipe Flexis traite les appareils en plusieurs passes. Les machines utilisées pour cette tâche sont des développements ou des adaptations propres à Vossloh. La mise en/hors voie des machines Flexis s'effectue rapidement. **Des interceptions de voie de 10 minutes** peuvent déjà être mises à profit.

La base de la stratégie est **la connaissance et l'enregistrement de l'état des rails**. Pour cela, Vossloh utilise différents outils, par ex. DQM pour l'enregistrement du profil transversal, RM 1200 digital pour définir le profil longitudinal, RHM pour mesurer l'épaisseur de métal enlevé et un appareil de contrôle par courants de Foucault pour connaître la profondeur et la répartition des dommages. Les mesures de la géométrie des rails constituent la base du processus.

### AVANTAGES

- Possibilité d'utiliser de courtes interceptions de voie
- Aucun démontage d'installations de sécurité et de signalisation nécessaire
- Traitement complet des appareils, y compris lames d'aiguille et coeurs
- Examen au courant de Foucault
- Adaptation du système selon les prestations exigées
- Rétablissement de la géométrie du cœur
- Si besoin rechargement par soudage à l'arc
- Utilisation sur toutes les lignes de la DB et différents réseaux européens



Découvrez  
nos autres  
prestations dans  
le domaine de  
la maintenance  
de rails:

**vossloh**



**Prestations atelier  
tout pour le rail**

Productions de Serrés longues  
Traitements de profils de rails  
Reprofilage en atelier  
etc.

**vossloh**



**Soudage  
de rails**

Soudage en voie  
Atelier de soudage semi-stationnaire  
Remplacement de rail

**vossloh**



**Coordination  
impeccable**

Chargement et transport de rails et aiguillages  
Logistique

**vossloh**



**Auscultation du rail:  
Gestion du patrimoine**

Inspection des rails  
Traitement des données  
Formation et conseils

**vossloh**



**Services appareils de voie**

Inspection et mesure  
Diagnostic  
Entretien  
Maintenance des installations  
Livraison d'appareil de voie standard Vignole