



LA METALLURGIE ET LE MONDE FERROVIAIRE (PARTIE 1)

Bonjour à toutes et à tous,

METALLO CORNER, qui a toujours le souci de rapprocher d'avantage le monde de la mécanique et la métallurgie, souhaite partager avec vous, dans cette newsletter, les enjeux des matériaux métalliques dans le transport ferroviaire. Ce travail repose sur nos lectures du moment et sur l'excellent travail des animateurs Yves Quéré et André Pineau et de leur équipe compilé dans le rapport de l'Académie des sciences et des technologies intitulé « La métallurgie science et ingénierie ».

Comme nous le savons, le monde du ferroviaire est appelé à poursuivre sa croissance dans les prochaines années à travers le monde, puisqu'il qu'il s'agit du transport terrestre le moins polluant par voyageur ou par tonne transportée au kilomètre et que nous serons toujours de plus en plus nombreux à vouloir nous déplacer.

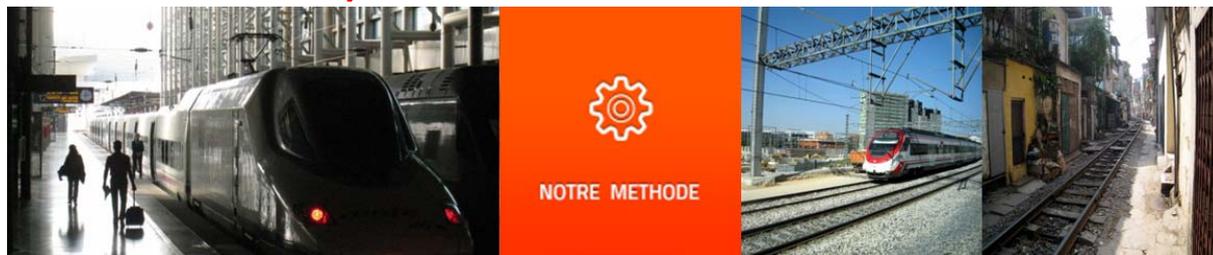
En parallèle, les sollicitations des organes mécaniques sont de plus en plus élevées : densité de trafic, vitesses et chargement plus élevées, il faut donc trouver continuellement des solutions pour limiter les opérations de maintenance sur les voies qui engendrent des pertes économiques considérables pour les exploitants du réseau. Face à ces enjeux, des entreprises et des centres de recherches se mobilisent au sein du pôle de compétitivité I-Trans avec le projet TTSA (Track Train System Availability) qui réunit Eurotunnel, Réseau Ferré de France (RFF), Sculfort, Outreau Technologie, Railtech, Corus et plusieurs partenaires du monde universitaire.

Compte tenu des différents organes que l'on peut rencontrer dans l'industrie ferroviaire, nous traiterons séparément les équipements au sol (rails et caténaires) détaillés dans cette newsletter et les équipements roulant que vous retrouverez dans la prochaine (newsletter N°3).

I. Les enjeux des équipements au sol

L'intensité du trafic ferroviaire impose donc une durabilité de plus en plus grande pour les pièces constituant les voies (cœurs de voie, rails). Face à cet objectif, le monde du ferroviaire associe bien entendu les matériaux métalliques à cette démarche d'amélioration continue sur les équipements au sol en travaillant principalement sur 4 orientations technologiques :

Un premier axe de travail concerne la maîtrise des traitements thermiques et mécaniques des cœurs de voie moulés. Pour cette application, les aciers Hadfield caractérisés par leur effet TRIP (Transformation Induced by Plasticity) sont depuis



très longtemps utilisés à l'état hypere trempé pré-durci par usinage (12% de manganèse et 1.2% de carbone). L'augmentation de la durée de vie de la pointe et de la patte de lièvre passe par la limitation de l'usure par écrasement plastique et des fissurations en surface aboutissant à de l'écaillage. Pour cela, divers solutions sont actuellement à l'étude :

- Le renforcement de l'extrême surface par grenailage de précontrainte, martelage, galetage, ou par un durcissement par explosion effectué pour le moment sur des aciers inoxydables (316L).
- Le renforcement des nuances existantes par l'ajout d'éléments d'addition durcissant par précipitation tels que le vanadium, le titane et l'azote (« acier Hadfield à dispersoïdes »).
- Et le développement de nouvelles nuances Hadfield permettant d'éviter l'hypertrempe en jouant sur le rapport Mn/C afin d'aboutir à l'obtention d'une austénite plus stable.

Le deuxième axe de travail qui découle en partie du premier concerne la maîtrise des déformations associées à l'opération de trempe ou d'hypertrempe et à la rectitude des rails (de plus en plus long principalement pour les trains à GV). Cette maîtrise permet de limiter les opérations de redressage qui influent sur les contraintes résiduelles de compression que l'on cherche à générer pour lutter contre la fatigue de contact. Un travail important est à suivre sur la maîtrise du refroidissement après laminage à chaud.

Le troisième axe de travail est à associer à la transformation structurale de la phase perlitique au niveau des contraintes de cisaillement maxi associées à la fatigue de contact sur les rails. Les aciers perlitiques tréfilés appelés également « steelcords » sont caractérisés par leur faible espace interlamellaire. Cette particularité structurale permet une augmentation importante des caractéristiques mécaniques sous l'effet des déformations plastiques intenses. Cependant, cette même sollicitation engendre la formation d'une « couche blanche » très dure et sujette à la fissuration, nuisible pour la tenue en service. On associe cette structure à la décomposition de la cémentite contenu dans la perlite ; la compréhension de ce mécanisme doit être encore consolidée.

Le dernier axe de travail identifié concerne les convois lourdement chargés où l'usure du rail associé au frottement entre les roues et les rails provoque un échauffement et une usure abrasive importante, notamment dans les courbes et dans les zones de freinage.

On peut également ajouter à cette interaction équipements au sol et matériaux métalliques tous les problèmes liés à la protection contre la corrosion et la fragilisation par l'hydrogène. Le choix d'un revêtement et la technique de déposition associé sont alors primordiaux.



II. 1^{er} Bilan : Les matériaux métalliques et les problématiques dans le monde ferroviaire

Le vieillissement du matériel et l'intensification des trafics de trains ne feront qu'accroître l'importance de la maîtrise des conséquences de la fatigue sur l'initiation et la propagation de fissures du matériel au sol. Les frottements et la protection face à la corrosion associés aux traitements de surfaces deviennent des questions principales.

Alors même, si nous savons que les matériaux ne sont que rarement le moteur des évolutions, on s'aperçoit que réfléchir dans cette voie permet de lever d'importants verrous technologiques.

Les exigences de fiabilité et de durée de vie très spécifiques au ferroviaire ouvrent donc des perspectives de progrès importantes lorsqu'on aborde les problèmes sous l'angle métallurgique au sein des Bureaux d'Etudes et Services Techniques.

C'est pour l'ensemble de ces grandes actions, que l'équipe **METALLO CORNER** attache une grande importance à ce secteur d'activité. Notre expérience terrain associée à notre expertise technico-scientifique et notre méthode de travail **P.M.P.** (**P**roduits / **M**atériaux / **P**rocédés) est à votre disposition pour analyser vos systèmes : couplage matériaux / manufacturing / sollicitations et environnement.

Pour la prochaine newsletter, nous aborderons les enjeux de la métallurgie au niveau du matériel roulant toujours dans le monde ferroviaire.