



update

Magazine client | Novembre 2011

- 04 **Nature** : l'inspiration à la puissance N
- 06 S-in motion : une vie d'économies
- 14 Acier pour transport de gaz, pétrole et CO₂
- 22 Des flans soudés au laser encore plus solides et plus légers



Sommaire

08 FreightRail : la voie de l'économie

Les aciers à très haute limite d'élasticité d'ArcelorMittal réduisent le poids et les frais de maintenance des wagons de fret.

10 La haute valeur ajoutée des aciers à haute teneur en carbone

Les aciers à haute teneur en carbone d'ArcelorMittal présentent une faible densité inclusionnaire, un faible bombé et une bonne planéité.

12 Solutions tubulaires de précision pour applications automobiles

Tubular Products Automotive fait la différence pour les constructeurs automobiles.

16 Le futur véhicule en acier

Un programme de WorldAutoSteel ouvre la voie vers les futures réductions de poids des véhicules électriques.

18 Entendons la voix du client !

A la rencontre de la clientèle : les expériences des aciéries de la Business Division North...

20 L'acier, matériau d'emballage durable

Des aciers plus légers et plus résistants rendent les boîtes plus durables et plus écologiques.

24 Les solutions de demain dès aujourd'hui

04 Bâtir un meilleur avenir pour tous



Baptisée **Nature**, la nouvelle collection d'aciers d'ArcelorMittal destinés au secteur du bâtiment offre des avantages techniques

exceptionnels et est bien placée pour satisfaire aux réglementations environnementales actuelles et futures. Inspirée par la nature, elle ne contient ni chrome hexavalent ni métaux lourds (plomb ou complexe de chrome hexavalent).

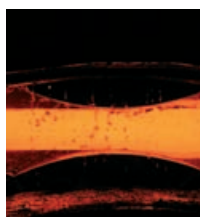
06 S-in motion : une vie d'économies



De récentes études mettent en lumière les carences de la stratégie de l'Union européenne pour réduire les émissions de gaz à effet de serre des véhicules.

En effet, cette stratégie ne tient compte que des émissions au cours de la phase d'utilisation d'un véhicule. Une approche fondée sur l'analyse du cycle de vie est la seule manière pour les constructeurs automobiles de mesurer avec précision et de réduire la quantité totale d'énergie consommée pendant la production, l'utilisation et le recyclage de leurs produits. Elle leur permet de mettre en œuvre des solutions globales et efficaces plutôt que des pis-aller.

14 Acier pour transport de gaz, pétrole et CO₂



Personne ne s'étonnera d'apprendre qu'avec plus de vingt ans d'expérience dans la production d'aciers pour oléoducs et gazoducs, ArcelorMittal Flat

Carbon Europe fournit chaque année plus de 450.000 tonnes de bobines laminées à chaud à l'industrie mondiale des producteurs de tubes pour le transport d'hydrocarbures (pétrole, gaz) et de CO₂. Nos clients utilisent ce type d'acier pour fabriquer des tubes de grand diamètre destinés au transport des hydrocarbures sur la terre ferme ou en mer. Les aciers d'ArcelorMittal possèdent des propriétés supérieures afin de satisfaire aux exigences les plus sévères en matière de résistance à la corrosion et de résilience.

22 Des flans soudés au laser encore plus solides et plus légers



Alors que l'Usibor® 1500P dépassait les attentes comme acier de construction automobile, sa couche protectrice empêchait tout soudage, ce qui, à

première vue, excluait une utilisation pour des flans soudés au laser (FSL). Mais ArcelorMittal a résolu le problème avec une solution brevetée, appelée à devenir la norme industrielle dans le domaine des FSL.

Couverture

Nature, la nouvelle gamme d'aciers prélaqués pour l'industrie de la construction

Copyright

Tous droits réservés. Aucun extrait de la présente publication ne peut être reproduit, sous quelque forme que ce soit et de quelque manière que ce soit, sans un accord écrit préalable.

Bien que le plus grand soin ait été apporté à l'exactitude des informations contenues dans la présente publication, ArcelorMittal décline toute responsabilité en cas d'erreurs ou d'omissions éventuelles.

Crédits photo

ArcelorMittal et :

- p. 3, 18-19 : Jeroen Op de Beek Patriarche & Co, A+ Architecture Agency, Archi5 et B. Huidobro
- p. 2, 5 : Tom D'Haenens
- p. 10 : Patrick Pauwels
- p. 11 : Renault
- p. 13 : Alain Chauvet, Alain Sauvan, Corinth Pipeworks, S.C.C. Nigeria Abuja, Butech Bliss
- p. 14-15 : WorldAutoSteel
- p. 16 : David Laurent – wide.lu
- p. 20-21 : Audi AG
- p. 22-23 : IKO, Shutterstock images
- p. 24 :

Conception graphique

Geers Offset nv

Editrice responsable

ArcelorMittal Flat Carbon Europe S.A.
Vanessa Vanhalst
19, avenue de la Liberté
L-2930 Luxembourg
www.arcelormittal.com/fce

Rédacteur en chef

Dieter Vandenhende





Dans chaque édition d'Update, un leader d'opinion d'ArcelorMittal s'exprime.

Cette fois, la parole est à Carl De Maré, Chief Technology Officer pour Flat Carbon Europe. Il évoque le développement durable en tant que valeur-clé.

Une vie entière de durabilité

De tous les matériaux utilisés par l'homme, l'acier présente l'un des degrés d'émissions les plus faibles lors de sa production. Si l'acier est créé à partir de matières premières (minerai de fer et charbon), la production d'une tonne d'acier émettra entre 2 et 2,5 tonnes de CO₂, ce qui peut sembler beaucoup pour un observateur non averti.

Mais l'acier est un matériau unique en son genre et sa production libère nettement moins d'émissions que d'autres matériaux présentant une fonctionnalité et une longévité comparables.

En fait, ArcelorMittal estime qu'utiliser une tonne d'acier permet d'éviter l'émission d'une tonne d'équivalent CO₂ pendant les phases d'exploitation et de déclassement du cycle de vie de l'application. Pourquoi ? Parce que les aciers plus légers et plus solides d'aujourd'hui permettent aux fabricants de créer des applications innovantes qui consomment moins d'énergie. Les aciers sont également plus durables et requièrent moins d'entretien. Et lorsque l'application a vécu, tout l'acier qu'elle contient est entièrement recyclable.

L'acier est déjà le matériau le plus recyclé au monde avec un taux de recyclage en fin de vie de plus de 85%. Chez ArcelorMittal, nous réutilisons plus de 25 millions de tonnes d'acier chaque année, ce qui réduit les émissions de nos activités de plus de 36 millions de tonnes.

Mais nous faisons bien plus que recycler. En 2009, ArcelorMittal a annoncé qu'il visait une réduction de 8% de ses émissions d'ici 2020. Une fois cet objectif atteint, les émissions de notre production d'acier seront réduites de 170 kg par tonne, soit l'un des niveaux les plus bas de l'industrie.

A ce jour, nous avons consacré plus de 200 millions d'euros à des installations de R&D afin de gagner ce pari. Par ailleurs, FCE a d'ores et déjà investi 70 millions d'euros dans des projets énergétiques et de recyclage des déchets en 2011.

Si l'amélioration des processus prend du temps, ArcelorMittal continue à développer de nouveaux aciers légers à haute limite d'élasticité et de nouvelles solutions en acier. Ces produits sont également disponibles aujourd'hui.

Les projets d'ArcelorMittal, comme S-in motion, donnent naissance à des solutions pratiques et abordables pour toute une série d'industries. Alors que S-in motion se concentre sur les applications automobiles, notre projet FreightRail a accouché d'un wagon plus léger et très résistant qui rend encore plus écologique la forme la plus verte de transport de fret. Quant à la nouvelle gamme **Nature** d'aciers prélaqués d'ArcelorMittal, elle apporte à la fois l'inspiration à l'industrie de la construction et la tranquillité d'esprit aux utilisateurs des bâtiments.

Si nous tenons compte de l'ensemble du cycle de vie, les applications basées sur l'acier permettent de substantielles réductions des émissions et des coûts par rapport à d'autres matériaux. ArcelorMittal entend continuer à accentuer cet avantage concurrentiel et à veiller à ce que l'acier reste le garant d'une vie entière de durabilité.

Carl De Maré

Bâtir un meilleur avenir pour tous

Nature, la nouvelle collection d'aciers prélaqués durables d'ArcelorMittal

Ces 15 dernières années, ArcelorMittal a développé et testé une nouvelle gamme d'aciers prélaqués qui respectent les engagements de l'acier en tant que matériau de construction résistant et durable. Baptisée Nature, cette nouvelle collection d'aciers destinés au secteur du bâtiment offre des avantages techniques exceptionnels et est bien placée pour satisfaire aux réglementations environnementales actuelles et futures. Inspirée par la nature, elle ne contient ni chrome hexavalent ni métaux lourds (plomb ou complexe de chrome hexavalent).

100% durable

L'acier est un produit totalement naturel et recyclable à l'infini. Toutefois, dans le secteur de la construction, les aciers sont parfois revêtus afin de satisfaire aux règles en matière d'incendie ou d'améliorer l'aspect du métal. Dans de rares cas, ces revêtements peuvent contenir des ingrédients susceptibles de filtrer dans l'environnement ou de nuire à l'être humain.

La nouvelle collection d'aciers prélaqués Nature d'ArcelorMittal respecte déjà les règlements REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical Substances*) actuels et futurs de l'Union européenne en matière d'enregistrement, d'évaluation, d'autorisation et de restriction des substances chimiques. REACH vise à améliorer la protection de la santé humaine

et de l'environnement via une identification plus efficace et plus précoce des propriétés intrinsèques des substances chimiques. Des modifications sont attendues au niveau de REACH afin de réduire l'usage de substances considérées comme très préoccupantes (SVHC, *Substances of Very High Concern*). Anticipant le mouvement, ArcelorMittal a déjà veillé à ce que la collection Nature ne contienne ni chrome hexavalent ni métaux lourds.

Ce n'est pas le cas de nombreux aciers prélaqués importés en Europe, qui peuvent avoir une piètre qualité et contiennent souvent des SVHC.

Programme extensif de tests

De par sa durabilité et sa polyvalence, l'acier prélaqué a trouvé un large champ

d'application dans l'industrie du bâtiment. Parmi les applications extérieures, citons le bardage, la couverture et les systèmes de gouttières. À l'intérieur, ce type d'acier s'utilise pour les panneaux muraux, les plafonds suspendus et l'éclairage.

La gamme Nature d'ArcelorMittal se compose d'aciers convenant à des applications extérieures ou intérieures (voir tableau). Selon les conditions ambiantes, ces aciers sont garantis jusqu'à 30 ans contre la corrosion et le décollement de la peinture.

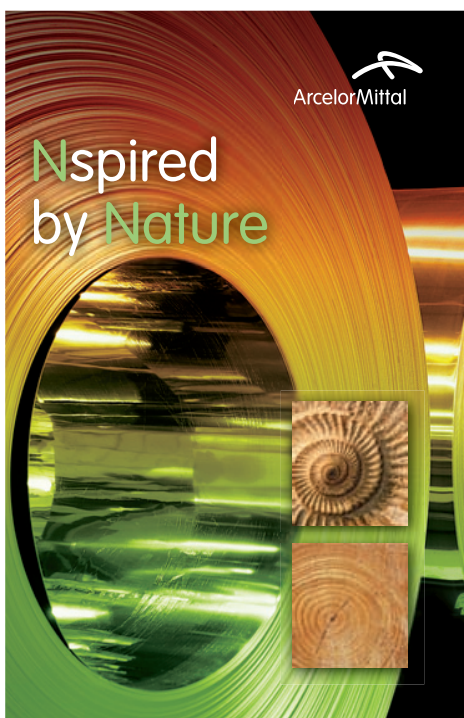
Nature a subi un programme extensif de tests étalé sur plusieurs années. Les aciers ont été exposés à différentes sources de corrosion et conditions climatiques en divers endroits du monde. Les résultats furent excellents, en particulier pour ce qui est de la résistance à la corrosion (y compris celle des tranches), de la résistance au décollement de la peinture et de l'intégrité du film.

A votre service

ArcelorMittal est là pour vous procurer les outils nécessaires et vous inspirer à la puissance N dans chaque projet. Une équipe d'ingénieurs de R&D chevronnés est à votre disposition pour vous aider à choisir le bon produit et à comprendre l'impact que votre bâtiment aura sur l'environnement. Elle travaillera avec vous pour identifier la solution qui permettra de réduire l'incidence environnementale de la construction. Elle peut également vous assister pour optimiser l'utilisation des profilés ou des pannes, calculer les tables des charges et fournir les données de résistance au feu.

Grâce aux aciers prélaqués Nature d'ArcelorMittal, l'avenir de notre environnement bâti sera plus sain, plus flexible et plus esthétique. Exactement comme la nature !

Pour en savoir plus sur la gamme Nature, rendez-vous sur www.arcelormittal.com/industry/Nature.



La collection Nature d'ArcelorMittal

Pour l'extérieur

Pour l'intérieur

Granite® Standard	Estetic® Ambient®
Granite® Boosted	Platinum
Granite® Diamond	Estetic® Clean
Granite® Farm	Estetic® Flex
Granite® Forever	Estetic® Lighting
Granite® HD	Estetic® Mat
Granite® HDS	Estetic® Tex
Granite® HDX	Estetic® Standard
Granite® HDX PV	
Granite® HDX Cool	xcelcolour®
Granite® PVDF	xceldesign®
Granite® Shutter	xcellook®
Granite® Tex	
Granite® Wood	
Granite® Cloudy	
Granite® Comfort	
Granite® Deep Mat	
Granite® Flex	
Granite® Rain	



De par sa durabilité et sa polyvalence, l'acier prélaqué a trouvé un large champ d'application dans l'industrie du bâtiment.



Le Lycée Marcel Sembat, Sotteville-lès-Rouen, France (avec l'aimable autorisation d'Archi5 et de B. Huidobro)



L'arène de Montpellier, Montpellier, France (avec l'aimable autorisation de l'agence A+ Architecture)

Naturellement en harmonie avec l'environnement

Les aciers prélaqués **Nature** d'ArcelorMittal ont une texture et un aspect uniques et possèdent des propriétés qui améliorent leur apparence ou qui contribuent au confort du bâtiment.

Prenons l'exemple de **Granite® Wood**, qui se décline en plusieurs veines de bois et coloris, dont le chêne et le palissandre. Avec quatre couches de peinture et un revêtement de 35 µm adapté à l'extérieur, la chaleur et l'esthétique de la finition bois se marient très bien avec la durabilité de l'acier.

Granite® Comfort améliore considérablement le confort thermique dans les contrées chaudes. Le revêtement de peinture réfléchit la lumière du soleil et renvoie la chaleur rayonnante vers l'atmosphère. Comme il absorbe nettement moins de chaleur que

les aciers prélaqués courants, il permet d'abaisser la température intérieure de quelques degrés et contribue à réduire de pas moins de 15% l'électricité consommée par le système de climatisation.

L'acier est déjà un choix tout naturel dans le domaine de l'énergie renouvelable. Dans le cas des installations photovoltaïques, **Granite® HDX PV** résiste au vieillissement dû aux UV et à la corrosion, même dans des conditions climatiques difficiles. C'est en outre un matériau esthétique, qui se fond parfaitement dans l'environnement. Fort de sa longue garantie contre la perforation, Granite® HDX PV convient à merveille aux systèmes de toiture photovoltaïques.



S-in motion : une vie d'économies

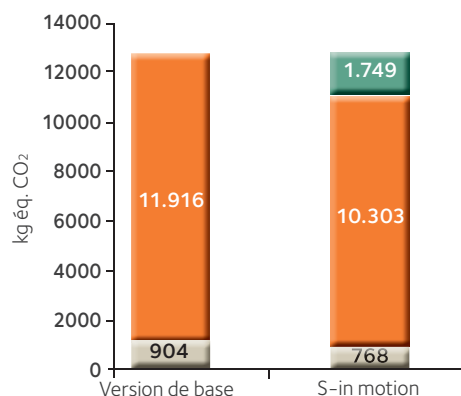
Pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, l'acier est le meilleur choix pour les véhicules... et la planète !

D'ici 2015, les constructeurs automobiles de l'Union européenne devront veiller à ce que leurs véhicules répondent à de nouvelles normes strictes en matière d'émissions de dioxyde de carbone, sous peine de s'exposer à de lourdes sanctions financières. Toutefois, ces normes ne concernent que les émissions produites pendant la durée de vie d'un véhicule. Une étude de l'University of California de Santa Barbara (UCSB) réalisée pour le compte du groupe WorldAutoSteel montre que si l'on tient compte des phases de production et de recyclage d'un véhicule, l'acier est nettement moins polluant que les matériaux concurrents.

Les conclusions de l'étude UCSB/WorldAutoSteel confirment les résultats d'une étude d'analyse du cycle de vie (ACV) menée dans le cadre du projet S-in motion d'ArcelorMittal. Cette ACV avait révélé que l'utilisation d'aciers à très haute limite d'élasticité (UHSS) sur une voiture type du segment C se traduirait par une réduction de 15% des gaz à effet de serre (GES) émis pendant les phases de production et de fin de vie (FDV). Les émissions sont réduites de 14,5% pendant toute la durée de vie du véhicule, avec une diminution de 6,2 grammes de CO₂ par kilomètre durant la phase d'utilisation (voir figure 1).

L'étude UCSB/WorldAutoSteel a estimé que les aciers à ultra haute limite d'élasticité (AHSS) permettent des réductions considérables au niveau de la masse de la caisse en blanc (CEB) par rapport aux aciers automobiles conventionnels.

Figure 1 : Contribution de la caisse en blanc, des ouvrants et des ailes aux émissions d'équivalent CO₂ d'un véhicule de base du segment C et du véhicule S-in motion (Source : ArcelorMittal)



- Gain écologique
- Phase d'utilisation
- Production + Fin de vie

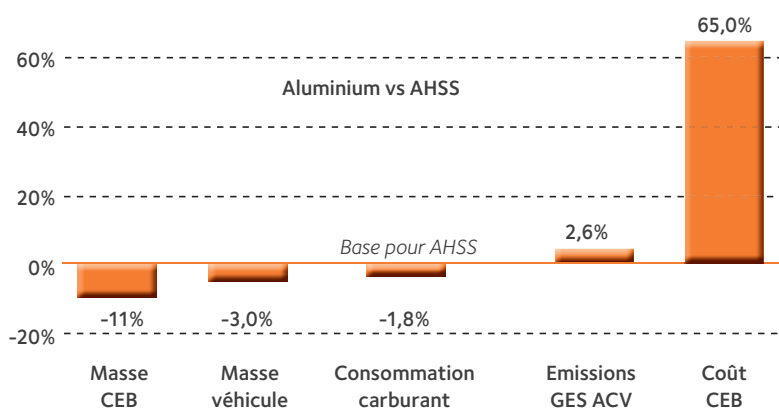
Sur toute la durée de vie du véhicule, les émissions de GES seraient inférieures de 5,1% pour un surcoût nul ou faible.

Par rapport à l'aluminium, les AHSS permettent de réduire à la fois les émissions de GES et les coûts. Pendant toute la durée de vie d'un véhicule en aluminium, les émissions de GES sont de 2,6% supérieures à celles d'un véhicule en AHSS et les coûts sont jusqu'à 65% plus élevés. La figure 2 illustre les variations de coûts et d'émissions d'une CEB en aluminium comparée à une CEB en AHSS.

Une stratégie imparfaite

Les deux études mettent en lumière les carences de la stratégie de l'Union européenne pour réduire les émissions de GES des véhicules. A compter de 2012, un pourcentage bien défini des nouveaux

Figure 2 : Les émissions de GES et les coûts augmentent lorsque l'on utilise de l'aluminium plutôt que des aciers à ultra haute limite d'élasticité (AHSS). Les émissions et les coûts des AHSS correspondent à la référence. (Source : WorldAutoSteel)



véhicules de chaque constructeur devra répondre aux objectifs d'émissions fixés par l'UE. La barre sera relevée chaque année jusque 2015, lorsque la moyenne des émissions du parc automobile de l'UE devra être inférieure à 130 g de CO₂/km pour toutes les nouvelles voitures. Les objectifs de réduction des émissions ont déjà été établis jusque 2020, année où l'UE espère que la moyenne des émissions ne dépassera plus 95 g de CO₂/km.

Si le coût n'est pas un problème, il est relativement aisé d'atteindre ces critères en utilisant des matériaux plus légers comme l'aluminium et les polymères renforcés de fibres de carbone (PRFC). Mais de tels matériaux à faible densité et forte émission de GES pourraient avoir un effet indésirable, à savoir augmenter les émissions de GES sur l'ensemble de la durée de vie du véhicule.

La production d'acier s'accompagne de niveaux relativement faibles d'émissions et, en fin de vie, l'acier composant le véhicule peut être recyclé entièrement sans perdre ses propriétés. En outre, produire de l'acier au départ d'acier recyclé est aussi source d'émissions moindres.

Types d'émissions

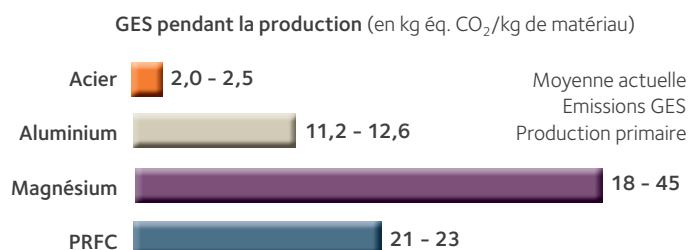
Par comparaison, les émissions causées par d'autres matériaux sont assez élevées

durant la phase de production (voir figure 3). La quantité de GES émis pendant la production d'un kilo d'aluminium, par exemple, est de 4,5 à 6,3 fois supérieure à celle libérée lors de la production d'un kilo d'acier. Ce rapport est même de 8,4 à 11,5 pour le PRFC et de 7,2 à 22,5 dans le cas du magnésium.

Les types d'émissions sont également importants. Le seul GES émis lors de la production d'acier est le dioxyde de carbone. En revanche, la production d'aluminium libère des perfluorocarbures, tandis que le magnésium émet de l'hexafluorure de soufre. Une ACV complète tient compte de tous ces coûts environnementaux : c'est donc l'approche ad hoc pour mesurer l'impact écologique d'un véhicule pendant toute sa durée de vie.

Dans un effort pour limiter la quantité de déchets terminant à la décharge ou à l'incinérateur une fois le véhicule déclassé, l'UE a fixé un taux minimum de réutilisation et de recyclage de 85% par véhicule (Directive relative aux véhicules hors d'usage – 2000/53/CE) à compter de 2015. C'est là un objectif facile à atteindre avec de l'acier recyclable à 100%. Cela étant, certains matériaux utilisés pour la production de voitures sont difficiles à recycler et doivent être incinérés ou placés en décharge.

Figure 3 : Emissions d'équivalent CO₂ lors de la production de matériaux utilisés pour la construction de véhicules (Source : WorldAutoSteel)



A propos de S-in motion

S-in motion est un nouveau concept pour les constructeurs automobiles qui souhaitent créer des véhicules plus légers, plus sûrs et plus écologiques pour le 21^e siècle.

Pour en savoir plus, rendez-vous sur le site dédié à S-in motion : www.arcelormittal.com/automotive/s_in_motion.

L'approche ACV est la seule manière pour les constructeurs automobiles de mesurer avec précision et de réduire la quantité totale d'énergie consommée pendant la production, l'utilisation et le recyclage de leurs produits. Elle leur permet de mettre en œuvre des solutions globales et efficaces plutôt que des pis-aller. Les organes de contrôle feraient bien d'adopter la même approche ACV pour faire en sorte que leur objectif de réduction des émissions soit vraiment atteint.

Les résultats de ces études confirment que l'acier a à la fois un brillant avenir dans le secteur automobile ainsi qu'un rôle actif et crucial à jouer dans la préservation de la planète.



A propos de WorldAutoSteel

WorldAutoSteel est un consortium d'entreprises sidérurgiques créé par la World Steel Association et ayant pour but d'explorer des solutions innovantes en acier pour donner naissance à de futurs véhicules peu polluants. Pour en savoir plus sur ce consortium et les études mentionnées dans cet article, rendez-vous sur www.worldautosteel.org.

FreightRail : la voie de l'économie

Les aciers à très haute limite d'élasticité d'ArcelorMittal réduisent le poids et les frais de maintenance des wagons de fret

Un wagon-tombereau européen typique a une durée de vie utile comprise entre 30 et 50 ans, après quoi l'usure de différentes pièces du wagon requiert une rénovation quasi intégrale. C'est là une charge assez lourde pour les transporteurs ferroviaires. La division R&D Industry d'ArcelorMittal a relevé le défi de trouver une solution en acier à très haute limite d'élasticité (UHSS), synonyme de maintenance réduite. L'utilisation d'UHSS allège aussi les wagons et rend dès lors encore plus durable le transport de fret par le train.

L'endommagement des wagons-tombereaux se produit essentiellement lors du chargement et du déchargement. La marchandise qui heurte l'intérieur du wagon provoque des coups et des fissures dans le plancher et les parois et peut, dans certains cas extrêmes, détruire complètement le wagon.

Réduction du poids, amélioration des performances

Les ingénieurs R&D Industry d'ArcelorMittal ont pris pour référence un wagon-tombereau de type E71. Ce dernier est largement utilisé en Europe et est généralement fabriqué avec du S235JR, un acier de construction qui résiste bien à la corrosion.

Le poids à vide (tare) d'un E71 standard avoisine les 27 tonnes. Ce wagon offre un volume de 70 m³ et peut peser jusqu'à 80 tonnes à pleine charge. Le but était de

mettre au point une solution UHSS susceptible de réduire la tare tout en permettant d'augmenter la charge potentielle.

Trois qualités d'acier ont été sélectionnées pour le nouveau wagon. Les S420MC et S500MC sont des aciers à haute limite d'élasticité (HSLA), tandis que le S700MC est un acier à très haute limite d'élasticité. Tous trois présentent un excellent rapport résistance/poids et un bon potentiel en matière d'allègement (voir tableau 1).

Utiliser de l'UHSS pour construire des wagons permet en outre de réduire les émissions d'équivalent CO₂. Non seulement les wagons sont plus légers, ce qui rend leur usage moins générateur d'émissions, mais leur fabrication nécessite moins d'acier, ce qui réduit encore leur contribution aux GES.

Solutions acier de pointe

Si le S420MC a été choisi pour le châssis du tombereau, c'est avant tout pour sa rigidité

mais aussi pour son rapport résistance/poids élevé et sa bonne tenue à la fatigue. La rigidité était ici un élément-clé, vu que le tombereau est soumis à une contrainte de flexion considérable, en particulier lors du chargement.

Pour les parois du tombereau, le choix s'est porté sur le S500MC en raison de ses propriétés mécaniques exceptionnelles et plus précisément de sa robustesse et de sa capacité à résister aux tensions auxquelles il est soumis pendant le chargement et le déchargement.

De tous les éléments du tombereau, le

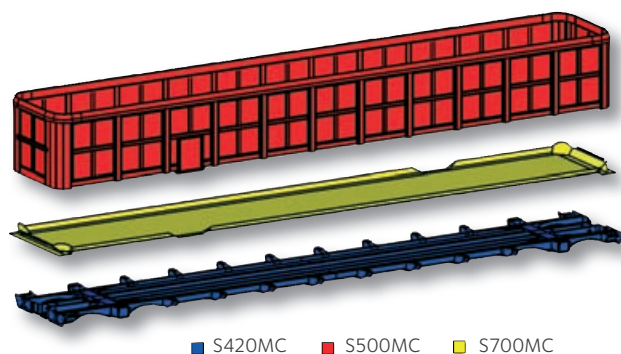
Tableau 1 : Aciers sélectionnés pour le tombereau en acier avancé à haute limite d'élasticité

Qualité	Part dans le poids total (%)	Limite d'élasticité (MPa)	Résistance max. à la traction (MPa)	Type
S420MC	30	≥ 420	480-620	Acier à haute limite d'élasticité
S500MC	53	≥ 500	550-700	Acier à haute limite d'élasticité
S700MC	17	≥ 700	750-950	Acier à très haute limite d'élasticité



La solution garantit que le rail restera le mode de transport le moins polluant pour le fret.

Figure 1 : Utilisation des aciers choisis pour le nouveau wagon-tombereau à haute résistance



plancher est le plus exposé aux dégâts. Pour cette application, les ingénieurs ont retenu l'acier à très haute limite d'élasticité S700MC pour sa capacité à résister aux impacts et à absorber l'énergie (voir figure 2). L'élasticité remarquable de cette qualité d'acier permet de réaliser de substantielles réductions pondérales par la diminution de l'épaisseur de l'acier sans compromettre ni les performances globales ni la sécurité.

Amélioration de la réparabilité, réduction des coûts

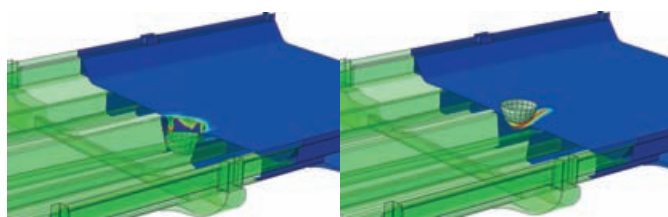
Comme un wagon peut être endommagé loin de tout atelier, les ingénieurs de R&D

n'ont sélectionné que des aciers faciles à souder et à réparer avec l'équipement existant.

Dans l'ensemble, le coût des matériaux du nouveau wagon a été inférieur à celui d'un E71. Bien que le prix des aciers avancés soit supérieur à celui du S235JR, il a fallu en utiliser moins. La formabilité industrielle a également été améliorée, ce qui a permis de réduire encore les coûts.

Des études complètes de faisabilité industrielle ont été réalisées afin de déterminer si le nouveau wagon répondait aux critères de formabilité et de travail de la

Figure 2 : Résultats des tests d'impact sur le S235JR (à gauche) et le S700MC (à droite)



tôle. Les ingénieurs ont même reconstitué la paroi de fond d'un wagon existant dans l'un des aciers UHSS pour tester ses performances en conditions réelles. Après deux ans d'utilisation continue, aucun dégât n'a été décelé, que ce soit au niveau du panneau ou des soudures.

Vu son potentiel en matière de réduction des coûts et du poids, la nouvelle solution UHSS pour wagons de fret a déjà capté l'attention de constructeurs de wagons et d'opérateurs (lire l'étude de cas d'ERMEWA). Elle garantit que le rail restera le mode de transport le moins polluant pour le fret pendant encore des décennies. ■



Etude de cas : ERMEWA – Une solution de taille

Si la capacité du wagon pouvait être accrue, les émissions pourraient être réduites encore davantage. C'est avec cette thèse qu'ERMEWA, constructeur et opérateur français de wagons, a approché l'équipe R&D d'ArcelorMittal. Son but ? Créer un wagon offrant encore plus de potentiel de volume et de charge que le tombereau E71 traditionnel.

En utilisant les mêmes aciers avancés que pour le nouveau wagon-tombereau E71, les ingénieurs d'ArcelorMittal ont réussi à faire passer le poids total en charge du wagon à 90 tonnes, soit 12,5% de plus que le modèle E71. Le poids de charge maximum a été accru de 27%, à 67,5 tonnes, tandis que le volume de charge est passé de 70 à 100 m³, soit une augmentation de 43% (voir tableau 2). ArcelorMittal estime que la solution du wagon plus grand se traduira par une réduction d'environ 40% des émissions d'équivalent CO₂ par tonne de marchandises transportées.

Tableau 2 : Résultats pour le wagon agrandi d'ERMEWA

Caractéristiques	E71 de référence	Solution 1 (volume identique à l'E71)	Solution ERMEWA (hausse de 43% en volume)
Poids du wagon à vide	27 t	18 t (-33%)	22,5 t (-17%)
Poids de charge (max.)	53 t	53 t	67,5 t (+27%)
Poids total	80 t	71 t (-11%)	90 t (+12,5%)
Volume de charge (max.)	70 m ³	70 m ³	100 m ³ (+43%)
Coûts des matériaux		-34%	-5%

La haute valeur ajoutée des aciers à haute teneur en carbone

Les aciers à haute teneur en carbone d'ArcelorMittal présentent une faible densité inclusionnaire, un faible bombé et une bonne planéité

Les aciers à haute teneur en carbone d'ArcelorMittal sont le premier choix pour de nombreux relamineurs en raison de leur excellente propreté inclusionnaire, de leur profil transversal et de leur structure chimique stable. ArcelorMittal propose tout un éventail de qualités d'acier à haute teneur en carbone normalisées mais complète son offre avec des produits spéciaux afin de satisfaire ses clients. Ses équipes de R&D sont d'ailleurs prêtes à aider les clients à la recherche d'un acier à haute teneur en carbone particulier.

Typiquement, les aciers à haute teneur en carbone d'ArcelorMittal contiennent entre 0,3 et 1,1% de carbone. Plus cette teneur est élevée, plus l'acier sera dur et résistant après traitement thermique.

La dureté et la résistance des aciers à haute teneur en carbone en font des produits idéaux pour des applications mécaniques très sollicitées et répétitives, comme des mètres à ruban, des lames de scie, des vis et des sécateurs. L'industrie automobile les utilise beaucoup sur les nouvelles voitures pour les embrayages, les rails de siège, les boucles de ceinture de sécurité et les ressorts. Dans le transport ferroviaire, les aciers à haute teneur en carbone servent également à la fabrication de roues, de rails, d'essieux et de fixations pour solidariser le rail à la traverse.

Quatre pays se partagent plus de 95% de la production européenne d'aciers à haute teneur en carbone d'ArcelorMittal (voir

La dureté et la résistance des aciers à haute teneur en carbone en font des produits idéaux pour des applications mécaniques très sollicitées et répétitives, comme des mètres à ruban, des lames de scie, des vis et des sécateurs.

figure 1). Toutefois, la qualité de ces derniers fait qu'ils sont demandés partout dans le monde. Notre usine de Dunkerque a déjà effectué des envois à destination de l'Europe orientale, de la Chine et des Etats-Unis pour satisfaire certains clients.

Propreté inclusionnaire élevée = meilleure qualité

Les aciers à haute teneur en carbone d'ArcelorMittal sont fournis aux relamineurs sous la forme d'une bande laminée à chaud. Ce type d'acier est censé être laminé à froid et/ou subir un traitement thermique en fonction de sa future application.

Le client recourt typiquement à la trempe pour renforcer l'acier et améliorer ses propriétés mécaniques après son laminage à froid. Résultat : un produit plus solide et plus durable.

Pour les clients acheteurs d'acier à haute teneur en carbone, le type et la quantité des inclusions qui se forment pendant la

fabrication de l'acier sont critiques car ces inclusions peuvent introduire une faiblesse dans l'acier, en particulier pendant le formage et la transformation. Les aciers à haute teneur en carbone d'ArcelorMittal ont une faible densité d'inclusion garantie qui leur permet d'être relaminés sans fracture (voir tableau 1). C'est là le secret de leur excellente qualité.

Ces produits étant souvent relaminés après le refendage, ArcelorMittal peut fournir des bandes dotées d'un profil extra plat permettant de garantir un bombé inférieur

Figure 1 : Principaux marchés européens des aciers à haute teneur en carbone d'ArcelorMittal (en % du total pour 2011 à ce jour)

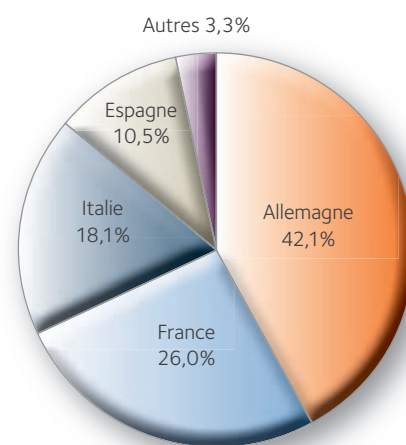


Tableau 1 : Valeurs d'inclusion moyennes des aciers à haute teneur en carbone d'ArcelorMittal selon la norme NFA 04.106

Une valeur de 0 correspond au niveau d'inclusion le plus bas. L'échelle va de 0 à 3, une cotation de 4 indiquant que l'acier contient trop d'inclusions.

Type d'inclusion	Sulfurique	Oxydique (Aluminium)	Oxydique (Silicate)	Oxydique globulaire
Cotation (max.)	1,5	1	1	1,5



Tableau 2 : Dimensions des aciers à haute teneur en carbone d'ArcelorMittal

Détails relatifs à nos qualités C35E AM FCE, C70S AM FCE et C80S AM FCE disponibles sur demande

Épaisseur (mm)	C40E EN 10083-2, C40E AM FCE, C45E EN 10083-2, C45E AM FCE		C50E EN 10083-2, C50E AM FCE		C60E EN 10083-2, C60E AM FCE, C67S AM FCE, C75S AM FCE		C100S AM FCE	
	Largeur min.	Largeur max.	Largeur min.	Largeur max.	Largeur min.	Largeur max.	Largeur min.	Largeur max.
2,00 ≤ ép. < 2,25	1000	1330	1000	1330	1000	1330	1000	1330
2,25 ≤ ép. < 2,50		1360		1360		1360		1360
2,50 ≤ ép. < 5,00		1390		1390		1390		1390
5,00 ≤ ép. < 8,00					-		-	-
8,00 ≤ ép. < 10,00		-		-	-	-	-	-
10,00 ≤ ép. < 12,00		-		-	-	-	-	-

à 60 µm, voire moins encore si le client le demande (dans certains cas, il est possible d'atteindre 30 µm).

Les aciers à haute teneur en carbone d'ArcelorMittal ont une faible densité d'inclusion garantie qui leur permet d'être relaminés sans fracture.

Meilleure tolérance d'épaisseur pour satisfaire les besoins des clients

En général, les aciers à haute teneur en carbone d'ArcelorMittal sont proposés avec des tolérances d'épaisseur équivalentes à 75% de celles spécifiées dans la norme EN 10051:2010. Mais pour certaines applications, il est possible d'atteindre des taux de tolérance de 50, voire de 33% par rapport à la norme.

Si ses aciers à haute teneur en carbone sont le plus souvent livrés sous la forme de bobines, ArcelorMittal peut également livrer des tôles découpées. Les bobines à forte épaisseur sont également disponibles refendues, découpées ou noires.

Forte de 15 qualités d'acier à haute teneur en carbone, la gamme d'ArcelorMittal convient déjà à un large éventail d'applications. Mais le Groupe essaie de développer encore son offre avec de nouveaux types, comme le 51CrV4.



En savoir plus ?

Vous trouverez davantage de données techniques sur les aciers à haute teneur en carbone dans le dépliant disponible sur www.arcelormittal.com/industry > Products & Services > Product document centre Industry

Solutions tubulaires de précision

Tubular Products Automotive fait la différence pour les constructeurs automobiles

Les produits tubulaires offrent un large éventail d'applications pour les véhicules, certaines disponibles, d'autres potentielles. Leur ratio résistance/poids élevé crée de nombreuses opportunités pour les constructeurs automobiles désireux d'alléger leurs véhicules sans affecter les normes de sécurité. La division Tubular Products Automotive Europe d'ArcelorMittal travaille main dans la main avec nos clients automobiles pour donner naissance à des solutions uniques pour leurs véhicules. Depuis de nombreuses années, l'équipe les aide à ajouter de la valeur et à prendre une longueur d'avance sur la concurrence.

Des applications à tous les niveaux du véhicule

Des solutions tubulaires de précision à haute limite d'élasticité et à faible poids ont déjà été développées pour des applications liées à la caisse en blanc, comme les renforts de porte et le système de gestion de collision. Des produits tubulaires sont également utilisés dans les systèmes de suspension pour les essieux semi-rigides, les bras oscillants, les amortisseurs et le berceau moteur. A l'intérieur du véhicule, on les retrouve dans les cadres de siège, les airbags et le système de direction.

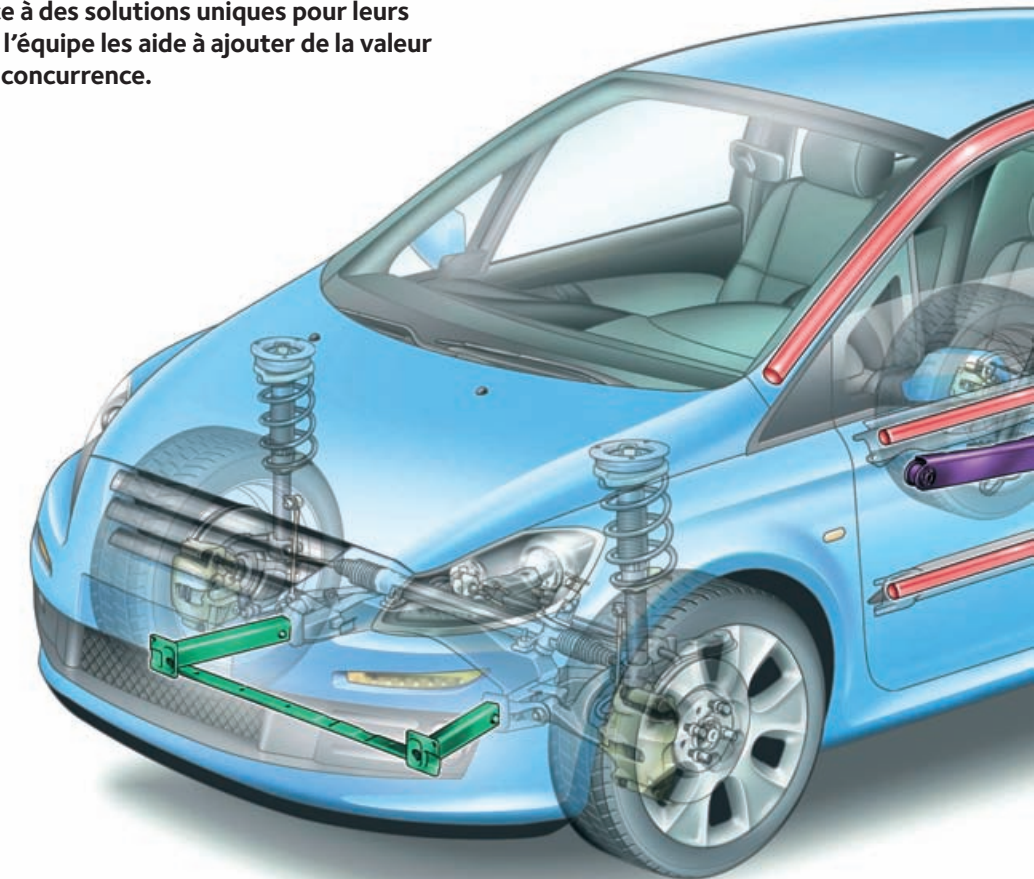
Il existe beaucoup d'autres utilisations potentielles pour les tubes de haute précision en acier à bord des véhicules. L'une des applications étudiées consiste à utiliser des tubes hydroformés pour les châssis ou des pièces de renforcement de la carrosserie. Le principal avantage est que ces éléments peuvent être formés d'une pièce, ce qui les allège tout en améliorant leur rigidité.

Les avantages des tubes

Les tubes permettent d'alléger considérablement les véhicules. Si les barres pleines sont plus robustes, le ratio résistance/poids des tubes creux en acier est bien supérieur.

Ils sont également synonymes de réduction pondérale significative par rapport aux barres pleines. Celle-ci atteint 63% dans le cas du remplacement d'une barre de 25 mm de section par un tube de même diamètre présentant une paroi de 2,5 mm d'épaisseur.

Les tubes en acier permettent de diminuer les coûts, d'accroître la résistance et de réduire le nombre de soudures dans les



applications automobiles. Les éléments tubulaires peuvent faire baisser la masse totale de manière spectaculaire, avec en corollaire une diminution de la consommation de carburant et un gain de temps et d'argent au niveau des processus de fabrication majeurs.

Des spécialistes dévoués

Tubular Products Automotive Europe est une division hautement spécialisée d'ArcelorMittal qui s'emploie à fournir des tubes de précision à l'industrie automobile. Elle fait partie d'une division plus importante, Tubular Products, ce qui lui permet de profiter du partage des ressources et des connaissances.

Ses ingénieurs collaborent étroitement avec leurs collègues de Tubular Products et du réseau mondial de centres de R&D automobiles d'ArcelorMittal afin de lancer de nouveaux produits sur le marché. Des ingénieurs résidents sont prêts à donner des conseils techniques, tandis que les centres de services d'ArcelorMittal participent à la réalisation du prototypage et des tests des nouveaux concepts.

pour applications automobiles

Expansion vers l'est

Trois usines européennes d'ArcelorMittal fabriquent déjà des tubes de précision pour l'industrie automobile : Hautmont et Chevillon (Nord de la France) et Karvina (République tchèque).

La capacité de l'usine de Karvina a été accrue pour cadrer avec la volonté de nos clients d'accroître leur empreinte en Europe orientale. Grâce à des partenariats solides, fiables et durables avec ces constructeurs automobiles, ArcelorMittal est bien placé pour les assister.

Afin de proposer une solution à un prix compétitif, les bobines sont produites à l'échelon local. Pour les constructeurs automobiles, la chaîne d'approvisionnement locale intégrée d'ArcelorMittal leur garantit des produits de la même qualité, où qu'ils se trouvent.

L'usine de Karvina dispose aujourd'hui de deux lignes de soudage pour la production de tubes automobiles calibrés de précision ainsi que d'installations pour la production de tubes étirés. Elle produit également des tubes mécaniques pour des applications en dehors de l'industrie automobile.

L'augmentation de la capacité de Karvina est une preuve de plus de la volonté d'ArcelorMittal de consentir les investissements requis pour rester le fournisseur privilégié de l'industrie automobile.

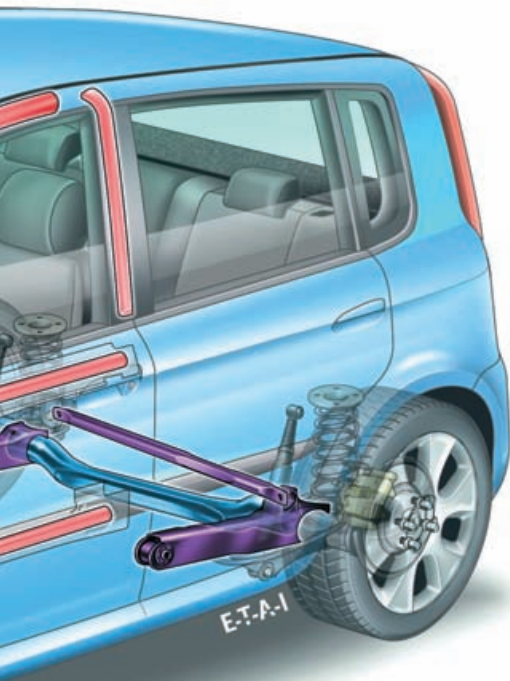
De nouvelles solutions tubulaires à très haute résistance permettent aux constructeurs automobiles de réaliser des réductions de poids considérables.

Nouvelles solutions

L'industrie automobile ne cesse d'innover pour réduire son empreinte environnementale et créer des véhicules meilleurs et plus sûrs pour les consommateurs. Tubular Products Automotive collabore en permanence avec les constructeurs automobiles pour développer de nouvelles applications et de nouveaux processus de production pour les tubes de précision afin d'atteindre ces objectifs.

Grâce aux aciers à haute limite d'élasticité, la division a déjà mis au point des tubes qui ne requièrent aucun traitement thermique. Du coup, nos clients peuvent supprimer certaines étapes du processus de production et donc alléger ce dernier tout en réduisant le coût des pièces.

L'équipe planche en outre sur de nouveaux aciers pour tubes. Les solutions tubulaires à très haute résistance offriront aux constructeurs automobiles des réductions pondérales significatives, de meilleures surfaces et des propriétés mécaniques supérieures.



Pièces tubulaires typiques sur un véhicule moderne

Liaison au sol de la Renault Mégane III, avec la traverse torsionnelle tubulaire du train arrière (en rouge), les amortisseurs avant (en rouge), le berceau moteur (en noir) et la traverse de protection en cas de collision frontale (argentée)



Traverse torsionnelle tubulaire du train arrière de la Renault Mégane III



En savoir plus ?

La division Tubular Products d'ArcelorMittal est l'un des fabricants mondiaux les plus importants et les plus diversifiés de produits tubulaires. Elle couvre la planète au départ de 24 sites opérationnels implantés dans 13 pays. Tubular Products produit et commercialise tout le spectre de produits tubulaires dans un éventail de formats sans égal. Cette division est active sur les marchés de l'automobile, de l'énergie et de la mécanique. Pour en savoir plus sur la division Tubular Products Automotive d'ArcelorMittal, rendez-vous sur www.arcelormittal.com/tubular.



Acier pour transport de gaz, pétrole et CO₂

(avec l'aimable autorisation de Corinth Pipeworks)

ArcelorMittal, fournisseur majeur d'aciers pour oléoducs et gazoducs grâce à son expérience et à sa capacité mondiale

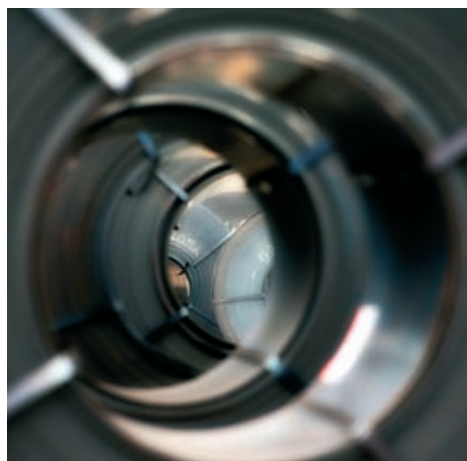
Personne ne s'étonnera d'apprendre qu'avec plus de vingt ans d'expérience dans la production d'aciers pour oléoducs et gazoducs, ArcelorMittal Flat Carbon Europe fournit chaque année plus de 450.000 tonnes de bobines laminées à chaud à l'industrie mondiale des producteurs de tubes pour le transport d'hydrocarbures (pétrole, gaz) et de CO₂. Nos clients utilisent ce type d'acier pour fabriquer des tubes de grand diamètre destinés au transport des hydrocarbures sur la terre ferme ou en mer. Les aciers d'ArcelorMittal possèdent des propriétés supérieures afin de satisfaire aux exigences les plus sévères en matière de résistance à la corrosion et de résilience.

ArcelorMittal Flat Carbon Europe met tout en œuvre pour livrer ses clients avec ponctualité. Une fois un contrat accepté dans l'industrie pétrolière et gazière, les entreprises retenues sont priées d'entamer la production des tubes à pleine cadence dans un délai court. Fortes de leurs capacités de production combinées et de

Brame en cours de chargement à Fos-sur-Mer.
(photo : Alain Chauvet)



Les bobines produites par ArcelorMittal Flat Carbon Europe peuvent atteindre 45 t et 2.150 mm de large. (photo : Alain Sauvan)



ArcelorMittal dispose d'une capacité de production fiable massive pour honorer des projets de grande envergure dans des délais courts.
(avec l'aimable autorisation de S.C.C. Nigeria Abuja)



leur accès direct à des ports maritimes, les usines ArcelorMittal de Brême et de Fos-sur-Mer sont parfaitement équipées pour relever ce défi. Cette année, notre usine de Cracovie (Pologne) a également commencé à produire des aciers pour tubes énergie, ce qui nous permet d'accroître notre capacité et d'améliorer notre proximité avec les clients est-européens.

Maîtrise du processus

Un bon acier commence par de bonnes brames. Les aciers d'ArcelorMittal pour oléoducs et gazoducs sont fabriqués au moyen des meilleurs procédés métallurgiques. En milieu acide, la fissuration par l'hydrogène (HIC, *Hydrogen Induced Cracking*) s'initie sur des inclusions, des ségrégations, ou, plus généralement, toute hétérogénéité de propriété métallurgique ou mécanique. De ce fait, il est impératif de réduire les impuretés présentes dans l'acier, notamment celles générées par des précipités sulfurés. Aussi, le niveau de soufre dans l'acier est maintenu à des seuils très bas, sous le seuil de 20 ppm.

Lors de la coulée continue, des analyses métallographiques sur des sections de brames entières sont, en outre, effectuées régulièrement afin de s'assurer de l'absence de ségrégation centrale continue à mi-épaisseur. Le processus est par ailleurs contrôlé en permanence via un système de supervision indépendant de la production.

Pendant l'étape de laminage à chaud, les brames sont réchauffées puis subissent une réduction d'épaisseur thermomécanique avec refroidissement accéléré pour atteindre les dimensions et les propriétés

Découpage de brame sur la table de sortie de la coulée continue de Fos-sur-Mer. Grâce à des techniques de métallurgie en poche raffinées et à des conditions de coulée continue finement réglées, nous sommes en mesure d'atteindre un très faible niveau de ségrégation centrale, ce qui permet à nos produits d'être utilisés en milieu acide. (photo : Alain Sauvan)



mécaniques homogènes requises. ArcelorMittal vise une microstructure extrêmement fine et homogène, gage d'une combinaison optimisée de résistance et de résistance au choc.

Une équipe spécialisée à votre service

Les bobines d'acier destinées à la fabrication de tubes de grand diamètre offrent une réserve de résistance mécanique permettant de compenser la perte apparente de limite d'élasticité lors du formage du tube. Cette chute de propriété mécanique dépend du type de tube (soudure longitudinale ou hélicoïdale), du type d'acier et des dimensions. Aussi, notre équipe de spécialistes assiste les clients pour proposer la solution la plus appropriée.

Ces vingt dernières années, ArcelorMittal Flat Carbon Europe a construit un centre d'excellence du pétrole et du gaz, dont le personnel se compose de métallurgistes, de mécaniciens, d'experts en soudage et d'ingénieurs, qui, pour la plupart, possèdent des compétences avérées dans les applications tubulaires. Cette équipe spécialisée peut fournir des études de faisabilité pour un projet particulier ainsi qu'une assistance technique pour toute question relative au formage, soudage et aux propriétés mécaniques et métallurgiques des tubes.

Que vous développiez un nouveau produit ou que vous utilisiez un des aciers de notre catalogue, les équipes techniques multilingues d'ArcelorMittal sont là pour vous aider. Elles peuvent vous prêter assistance à distance et sur site, où que votre projet se situe dans le monde.

Fin 2010, notre aciérie de Brême a inauguré la plus grande cisaille de barre de transfert au monde, capable de couper des tôles pouvant mesurer jusqu'à 76 mm d'épaisseur avant d'être laminées à l'épaisseur finale. Cet équipement autorise le développement de propriétés mécaniques sans précédent. (image présentée avec l'aimable autorisation de Butech Bliss, USA)



Aciéries et capacités

Les aciers d'ArcelorMittal Flat Carbon Europe pour oléoducs et gazoducs sont fabriqués dans trois usines en Europe : Fos-sur-Mer (France), Brême (Allemagne) et, plus récemment, Cracovie (Pologne). Hors Europe, le Groupe produit également des aciers pour tubes au Brésil et en Amérique du Nord.

Le haut fourneau n° 2 de Fos-sur-Mer a été complètement rénové en 2011. Cette usine est réputée pour son expertise dans la désulfuration de l'acier liquide et ses processus de coulée continue optimisés qui lui permettent d'être la référence pour les aciers résistants au phénomène de fissuration par l'hydrogène.

Nos trois aciéries peuvent produire des aciers allant jusqu'à 25,4 mm d'épaisseur. La largeur maximale des bobines produites à Brême et à Fos-sur-Mer est de 2.150 mm, tandis que l'usine de Cracovie peut proposer des bobines jusqu'à 2.050 mm de large.

Trois familles de solutions

Les aciers pour oléoducs et gazoducs sont regroupés en trois familles :

1. API (American Petroleum Institute) 5L : aciers utilisés pour le transport du pétrole, du gaz et, plus récemment, du CO₂ sous haute pression (jusqu'à 150 bars). Leur résistance, leur résilience et leur soudabilité garantissent l'intégrité d'installation utilisant ces aciers pendant plus de 60 ans.
2. API 5CT OCTG : disponibles sous la forme de bobines laminées à chaud noires ou décapées, les aciers OCTG (*Oil Country Tubular Goods*) servent à fabriquer des tubes soudés robustes susceptibles de remplacer des tubes sans soudure dans des applications de forage et d'extraction exigeantes.
3. Aciers pour intervention pétrolière et gazière : ils sont typiquement utilisés pour les applications de type Coiled Tubing. Cette famille d'acier est disponible sous la forme de bobines laminées à chaud décapées et huilées.

En savoir plus ?

Pour obtenir notre nouvelle brochure consacrée à la gamme d'aciers ArcelorMittal pour tubes Gaz et Pétrole ainsi que notre API Steel Selector, veuillez prendre contact avec votre représentant ArcelorMittal local ou adresser un courriel à energypipes.fce@arcelormittal.com. Vous pouvez également obtenir de plus amples informations auprès du centre de documentation : www.arcelormittal.com/industry



Design possible pour FSV

Le futur véhicule en acier

Un programme de WorldAutoSteel ouvre la voie vers les futures réductions de poids des véhicules électriques

WorldAutoSteel a récemment bouclé un programme de trois ans qui propose des concepts aboutis et faisant la part belle à l'acier pour les véhicules électriques. Baptisé «Future Steel Vehicle (FSV)», le projet mise sur des structures de caisse en acier qui réduisent la masse de la caisse en blanc à 188 kg et les émissions de près de 70% sur l'ensemble du cycle de vie.

Contrairement à S-in motion, solution maison d'ArcelorMittal pour réduire le poids des véhicules actuels, l'étude FSV s'est concentrée sur les voitures qui seront construites entre 2015 et 2020.

Tous nouveaux concepts

Le projet FSV a été lancé lors de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques de 2007 à Bali. Comme elle disposait de huit ans avant la mise en production des véhicules visés, l'équipe des ingénieurs du projet FSV a pu partir de tous nouveaux concepts. Cela étant, les structures de caisse étudiées se fondaient sur les normes des véhicules des classes A, B, C et D existantes.

Trois types de véhicules ont été étudiés dans le cadre du projet FSV :

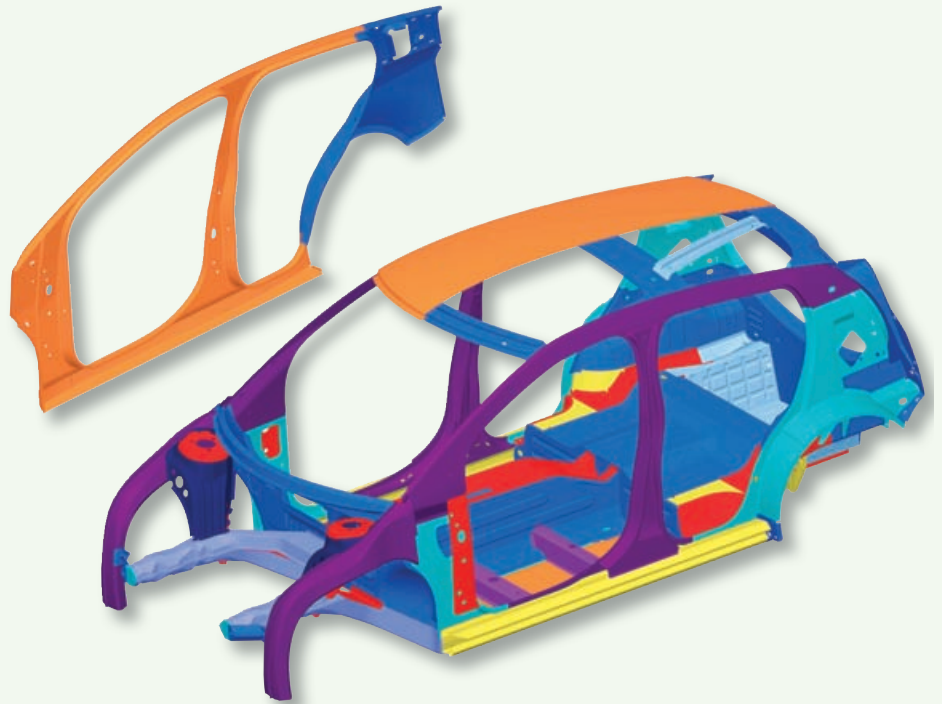
- des véhicules électriques à batterie ;
- des véhicules électriques hybrides rechargeables ;
- des véhicules électriques à pile à combustible.

L'équipe FSV s'est concentrée sur un véhicule électrique à batterie de la classe B. Vu le long délai à sa disposition, elle a pu plancher sur de nouvelles configurations et structures pour la caisse en blanc afin d'intégrer les batteries. Les formes et configurations ainsi optimisées s'inspirent de l'efficacité conceptuelle de Mère Nature, qui n'a pas son pareil en matière d'équilibre.

Nouveaux aciers en développement

L'équipe FSV pouvait aussi tenir compte d'aciers qui ne seront commercialisés qu'à l'horizon technologique 2015-2020. Le portefeuille des matériaux examinés comporte de l'acier revêtu trempant pour emboutissage à chaud (PHS - *Press-Hardened Steel*), des aciers Dual Phase (DP), des aciers à plasticité induite par transformation (TRIP - *TRansformation Induced Plasticity*), des aciers Complex Phase (CP) et de l'acier à plasticité induite par maillage (TWIP - *TWining-Induced Plasticity*). Bon nombre de ces aciers présentent des limites d'élasticité supérieures à 1.000 MPa.

Les informations tirées du programme FSV ouvrent la porte à une adaptation par ArcelorMittal de ses solutions S-in motion pour cette nouvelle génération de véhicules.



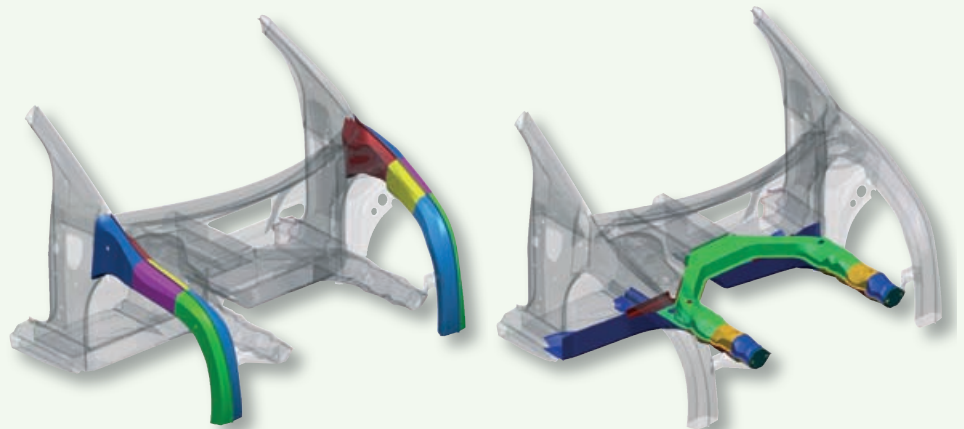
Structure de la caisse en blanc FSV

Le catalogue de solutions développées pour S-in motion inclut déjà des PHS présentant des résistances à la traction allant jusqu'à 1.300 MPa pour des éléments comme le train arrière déformable. Dans cette application, l'utilisation de PHS a permis de réduire le poids de 2,7 kg (15%) par rapport à la version de base.

Tous les éléments de S-in motion ont subi des tests de faisabilité pour garantir qu'ils puissent être fabriqués efficacement et intégrés dans le processus de construction de la voiture. La validation industrielle s'est déroulée en parallèle avec une analyse des coûts.

Les comparaisons ont montré qu'il n'y avait pas d'augmentation des coûts (prix de l'acier 2010), tout simplement parce que les aciers traditionnels utilisés pour ces pièces requièrent une épaisseur plus importante et sont donc plus lourds. Les nouvelles qualités de PHS et AHSS utilisées pour les pièces S-in motion sont plus résistantes, bien que plus légères que les aciers automobiles habituels.

Le projet S-in motion apporte aux constructeurs automobiles des solutions qui leur permettent de réduire le poids du véhicule de 20% sans augmenter les coûts de matériaux ou de production pour la solution la plus légère. Les résultats d'une analyse du cycle de vie de la caisse en blanc S-in motion ont révélé que les émissions d'équivalent CO₂ pourraient être réduites de 13,5% durant la phase d'utilisation du véhicule et de 15% lors de la phase de production. Ces économies se traduisent par une diminution des émissions de 6,2 grammes/kilomètre dans le cas des véhicules S-in motion (lire aussi l'article *Une vie d'économies* dans ce numéro).



L'équipe FSV a pu envisager de nouvelles structures, comme ce renfort d'aile avant (à droite).

D'un autre côté, le FSV a été façonné via une analyse de faisabilité industrielle préliminaire. Il a également été tenu compte des émissions de gaz à effet de serre, des nuisances sonores et vibratoires ainsi que du coût.

Futures solutions S-in motion

Comme FSV est un véhicule conceptuel basé sur une étude numérique, l'équipe de WorldAutoSteel a pu explorer de nouvelles possibilités non intuitives pour la structure de la carrosserie. Citons par exemple un nouveau système de longerons avant ainsi que de nouveaux sous-systèmes de renforts d'aile et de bavolets.

Les simulations de crash avec les nouvelles pièces se sont appuyées sur une combinaison de normes mondiales, dont les critères de test Euro et US NCAP

conformes aux objectifs de performances en cas de collision et attendus pour 2015-2020. Comme les solutions S-in motion peuvent être appliquées aux voitures produites aujourd'hui, elles correspondent aux normes actuellement en vigueur en Europe, en Amérique du Nord et au Japon.

L'étude FSV a montré que des réductions de masse considérables étaient possibles au niveau de la caisse en blanc des futurs véhicules électriques. Les informations tirées de ce projet sur les spécificités de la conception des véhicules électriques, le comportement en cas d'accident et l'augmentation de poids (due aux batteries) ouvrent la porte à une adaptation par ArcelorMittal de ses solutions S-in motion pour cette nouvelle génération de véhicules.

Entendons la voix du



En septembre dernier, une délégation de Citroën s'est rendue à l'usine de Liège à bord d'un tout nouveau modèle afin de le présenter subrepticement en avant-première au personnel des usines de Liège et de Gand, qui fournissent toutes deux des aciers à haute valeur ajoutée pour ce nouveau véhicule.

Depuis novembre 2010, Update propose une série d'articles relatifs aux CEO des aciéries et au temps plus important qu'ils consacrent à rencontrer leurs clients-clés. Une nouvelle politique d'ArcelorMittal Flat Carbon Europe (FCE) les encourage en effet à prendre ce genre d'initiatives de manière plus systématique. Dans nos deux éditions précédentes, nous avons rendu compte des réactions enthousiastes des CEO des Business Divisions East et South West. Dans ce troisième épisode, nous nous concentrons sur les expériences des CEO de la Business Division North.

«Il y a quelques années, lorsque j'étais en charge d'une usine en Pologne, j'ai commencé à avoir des contacts très réguliers avec les clients», raconte Wim Van Gerven. «Et depuis ma nomination au poste de CEO d'ArcelorMittal Gent, je vois cette nouvelle politique comme un encouragement à continuer à communiquer autant que possible avec mes clients. Je pense que c'est là une partie essentielle de notre travail.»

«C'est certain», acquiesce Dietmar Ringel, CEO d'ArcelorMittal Bremen. «Selon mon expérience, les critiques et les questions les plus dangereuses sont celles qui ne remontent pas d'elles-mêmes à la surface. En tant que CEO, je dois faciliter la communication avec les clients.»

«Connaître les activités de nos clients et même celles de leurs propres clients nous donne une vision unique de ce qui est requis en termes de service, de qualité, de produits et de tarification», déclare Geert Van Poelvoorde, CEO de la Business Division North. «Cela nous aide à offrir une réelle valeur ajoutée qui dépasse de loin la fourniture d'acier. Nous visons des partenariats à long terme avec nos clients. Bien qu'ArcelorMittal soit un important groupe mondial, chaque client doit avoir

l'impression que nous sommes non seulement son fournisseur local mais aussi le plus fiable, un fournisseur dont il connaît le personnel et dont le personnel le connaît.»

Elaborer des solutions

Lorsqu'on leur demande où et quand ils rencontrent leurs clients, les CEO des aciéries citent en premier lieu les foires commerciales et les événements clientèle spéciaux comme d'excellentes opportunités d'échanger des informations. «Les événements clientèle comme ceux que nous avons eus dans les pays baltes et à l'occasion des salons Batimat et Blechexpo ainsi que les événements sociaux locaux comme les UK Golf Days et d'autres manifestations sportives sont en effet très populaires parmi nos clients et les CEO de nos usines», confirme Antoine Van Schooten, CMO de la Business Division North.

Wim Van Gerven ajoute : «Ce sont là autant d'opportunités d'avoir des discussions approfondies avec différents clients. C'est une manière efficace de garder le contact. Lorsque les sujets à discuter sont techniques, logistiques ou commerciaux, je préfère inviter les clients à se rendre à notre



«Bien qu'ArcelorMittal soit un important groupe mondial, chaque client doit avoir l'impression que nous sommes non seulement son fournisseur local mais aussi le plus fiable, un fournisseur dont il connaît le personnel et dont le personnel le connaît.»

Geert Van Poelvoorde,
CEO de la Business Division North

client !



Une délégation de Jaguar Land Rover et notre équipe client lors d'une visite de l'usine d'ArcelorMittal Gent

usine car il est ainsi plus facile d'élaborer des solutions.»

«Mais dans certains cas, il vaut mieux aller voir les installations du client de ses propres yeux afin de déterminer comment résoudre les problèmes», intervient Thierry Renaudin, CEO d'ArcelorMittal Lorraine. «Il y a quelque temps, j'ai rendu visite à un client dont le principal souci était le côté imprévisible et irrégulier des commandes passées par ses acheteurs. Il avait bien essayé d'être extrêmement flexible mais il avait l'impression que ses efforts étaient constamment contrariés par les longs délais de notre processus de fabrication. Finalement, il se lançait dans des estimations approximatives des quantités d'acier dont il pensait avoir besoin à plus longue échéance tout en sachant que toute erreur se paierait cash par un important excédent au niveau de son propre stock. Après une longue et utile réunion, nous avons décidé de créer à notre usine un stock découplé dans lequel les ordres tardifs pourraient être puisés pour répondre aux besoins du marché du client. Il a fallu un peu de temps pour affiner le système mais nous avons réussi à régler le problème et à pérenniser la loyauté du client.»

Henri-Pierre Orsoni, CEO d'ArcelorMittal Atlantique, relate une expérience similaire : «Lors d'une visite à l'une des usines Toyota,



Renault Trucks lors d'une réunion de benchmarking de la sécurité avec ArcelorMittal Liège

j'ai constaté que ce client avait mis au point tout un système de gestion de la qualité afin de garantir une qualité de produit constante. Nous nous sommes mis d'accord pour que deux collaborateurs d'ArcelorMittal Atlantique suivent un programme de formation spécial sur le site du client. Nous avons pu ainsi mieux aligner notre procédé de recuit de galvanisation pour satisfaire à chacun des besoins de Toyota.»

Jouer la sécurité

«Renforcer les liens avec les clients-clés ne veut pas toujours dire régler des problèmes

techniques ou logistiques», fait observer João Felix Da Silva, CEO d'ArcelorMittal Liège. «Tout récemment, l'un de nos principaux clients, Renault Trucks, nous a approchés pour un benchmarking des systèmes de sécurité. Nous avons invité une délégation à l'usine liégeoise pour expliquer notre programme Santé, Sécurité & Environnement et faire la démonstration des outils de suivi que nous utilisons. Il est apparu que ce client cherchait à obtenir la certification OHSAS 18001... que nous avons déjà. Aider nos clients à atteindre leurs objectifs – même si ceux-ci sortent du cadre normal de la relation client-fournisseur – est un bon moyen de renforcer une alliance.»

«Lorsqu'il s'agit de créer un engagement au niveau du personnel, le discours du client a souvent une portée beaucoup plus grande que tout ce que des contremaîtres ou des directeurs peuvent dire», atteste Wim Van Gerven. «C'est pourquoi il importe que le client puisse faire entendre sa voix dans l'atelier. S'il dit qu'un problème doit être résolu, tout le monde – du directeur général à l'ouvrier – doit se sentir personnellement responsable.»



L'acier, matériau d'emballage durable

Des aciers plus légers et plus résistants rendent les boîtes plus durables et plus écologiques

Une étude de l'Association of European Producers of Steel for Packaging (APEAL) a révélé que le taux de recyclage de l'acier d'emballage dans l'Union européenne avait atteint 72% en 2009. Même si l'acier devance les autres matériaux d'emballage en termes de performance de recyclage, ArcelorMittal et l'industrie de l'emballage planchent en permanence sur de nouvelles solutions d'emballages plus légères, qui requièrent moins d'énergie pour les produire. Le but est de réduire les émissions à tous les stades de la vie de l'emballage tout en conservant les propriétés techniques des boîtes.

L'acier pour l'emballage s'utilise sur quatre grands marchés : l'alimentation, les boissons, le conditionnement d'huiles comestibles, biscuits, boîtes fantaisie) et de produits industriels (peintures essentiellement). L'acier est également utilisé pour fabriquer des aérosols et des couvercles. En Europe, le secteur alimentaire consomme la moitié de l'acier produit pour l'industrie de l'emballage. Ce taux d'utilisation élevé s'explique notamment par le fait que la plupart des autres matériaux d'emballage ne peuvent résister au processus de stérilisation appliqué aux boîtes de conserve.

En recyclant les boîtes en acier après usage, les consommateurs apportent une contribution significative à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. L'acier est recyclable à 100% et tous les déchets d'acier disponibles sont recyclés. Le recyclage de chaque boîte en acier permet d'économiser une fois et demi son poids en émissions d'équivalent CO₂. Plus le volume d'acier recyclé est élevé, plus la réduction des émissions est importante. En Europe, on recycle chaque année près de 2,5 millions de tonnes d'emballages en acier pour boissons et aliments, ce qui représente une réduction de 49% des émissions d'équivalent CO₂ dans l'atmosphère.

Proximité mondiale

ArcelorMittal est un fournisseur majeur de tous les segments de l'industrie de l'emballage. Notre empreinte mondiale dans le secteur de l'emballage est constituée d'usines en Belgique, au Canada, en France, au Kazakhstan, en Afrique du Sud, en Espagne et aux Etats-Unis. Il y a aussi des centres de services en Italie, en Espagne, en Turquie et en Ukraine.

Le centre R&D Packaging de Metz (France) est notre centre de recherche mondial pour l'industrie. Il développe de nouvelles

qualités d'acier d'emballage et fournit des conseils et un soutien à nos clients du secteur de l'emballage aux quatre coins du monde. R&D Packaging est en mesure d'aider les clients à améliorer leurs processus industriels pour un meilleur contrôle des produits et une production optimisée.

L'innovation continue

ArcelorMittal continue à renforcer les propriétés de sa gamme d'aciers pour emballage d'ores et déjà très avancée. Nous avons déjà lancé deux qualités : Creasteel® et Maleïs®. Développées par R&D Packaging, elles permettent aux fabricants de boîtes de satisfaire aux desiderata de l'industrie de l'emballage en termes de commodité et de différenciation. Creasteel® leur permet de créer des emboutis aux formes uniques et séduisantes. Les barquettes Creasteel® peuvent se glisser dans le four à micro-ondes, et également être réchauffées au bain-marie ou dans un four traditionnel. Cet acier est idéal pour la production de fonds rectangulaires à ouverture facile.

Maleïs® possède une ductilité accrue, qui permet aux fabricants de boîtes de produire des fonds cylindriques plus minces. Les boîtes en Maleïs® sont plus faciles à ouvrir et l'anneau à ouverture facile est beaucoup plus solide.

L'acier pour emballage d'ArcelorMittal offre déjà aux fabricants de boîtes un choix inégal en matière de design et de réduction d'épaisseur. Vu le développement permanent des aciers plus légers, plus résistants et plus esthétiques pour l'emballage, il ne fait aucun doute que l'acier continuera à être le matériau de prédilection de l'industrie de l'emballage pendant encore de longues années.



En Europe, on recycle chaque année près de 2,5 millions de tonnes d'emballages en acier pour boissons et aliments, ce qui représente une réduction de 49% des émissions d'équivalent CO₂ dans l'atmosphère.



Des aciers différents pour différents besoins

ArcelorMittal propose une gamme étendue de produits pour couvrir les différents segments de l'emballage. Il y a :

- du fer-blanc, de la tôle sans étain (ECCS) et de l'acier électrozingué (EZ) ;
- une large plage de propriétés mécaniques (de 230 à 750 MPa) ;
- des calibres de 0,49 à 0,13 mm, voire moins ;
- de l'EZ de 0,28 mm, voire moins, pour les bandes pour languettes.

Notre acier d'emballage est fourni sous la forme de bobines qui peuvent être revêtues ou non. Ces bobines peuvent être refendues ou découpées en feuillards, selon les souhaits du client.

Vous trouverez de plus amples informations sur notre site www.arcelormittal.com/packaging.

Des flans soudés au laser encore plus solides et plus légers

Une nouvelle technologie de soudage brevetée d'ArcelorMittal va faire de l'Usibor® une norme industrielle pour les flans soudés !

L'Usibor® 1500P est un acier léger à très haute résistance développé par ArcelorMittal et destiné aux voitures et principalement à leurs éléments structurels. Dès son lancement, l'Usibor® a déclenché une révolution sur le marché automobile. Il combinait une très haute limite d'élasticité avec un revêtement efficace contre la corrosion, deux caractéristiques inédites jusque-là pour un même acier automobile. Alors que ce type d'acier dépassait les attentes comme acier de construction automobile, sa couche protectrice empêchait tout soudage, ce qui, à première vue, excluait une utilisation pour des flans soudés au laser (FSL). Mais ArcelorMittal a résolu le problème avec une solution brevetée.

Élimination du revêtement AISi au laser

Lorsque l'acier est soudé sans prétraitement spécifique, la présence d'aluminium dans le revêtement influence la microstructure de la soudure et crée un joint fragile, qui affecte négativement la résistance à la traction de l'acier ainsi que son allongement.

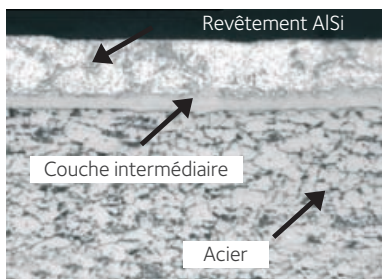
Rappelons que l'Usibor® possède un revêtement à base d'aluminium et de silicium (AISi) qui le protège contre la corrosion pendant et après l'emboutissage à chaud. Une couche intermédiaire se crée lorsque le revêtement est déposé sur l'acier Usibor® pendant le processus de fabrication. Cette couche assure alors à elle seule une résistance suffisante à la corrosion.

Une équipe de développement conjointe composée d'ingénieurs d'ArcelorMittal Tailored Blanks et du centre de recherche de Montataire a donc été mise sur pied pour trouver une méthode d'élimination du revêtement AISi sans nuire à la couche intermédiaire, qui ne fait qu'entre 3 et 6 µm d'épaisseur. Après des mois de recherche et de développement, cette dernière a mis au point, testé et industrialisé un procédé de décapage au laser utilisant des impulsions de lumière laser pour chauffer le revêtement et ensuite évaporer la couche AISi.

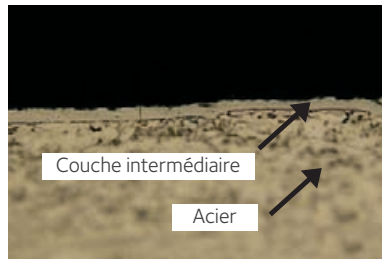
L'utilisation d'un tel procédé laser high-tech permet d'enlever le revêtement avec une précision de 1-2 µm sur la profondeur. Résultat : la couche intermédiaire reste intacte (voir figure 1).

Audi utilise déjà des FSL Usibor® fabriqués par ArcelorMittal Tailored Blanks pour le longeron de bas de caisse du Q5 et le longeron arrière de l'A4. Ces deux FSL se composent de deux flans Usibor® 1500P. (images publiées avec l'aimable autorisation d'Audi AG)





Avant



Après

Figure 1 : L'Usibor® 1500P avant et après l'enlèvement de la couche AlSi

Des possibilités illimitées

La nouvelle technologie a été brevetée par ArcelorMittal, qui devient ainsi le chef de file technologique dans le domaine des FSL destinés aux applications d'emboutissage à chaud. Pour les constructeurs automobiles, la possibilité d'utiliser l'Usibor® pour des FSL permettra de réduire encore le poids de leurs véhicules et ouvre de nouvelles perspectives en matière de design, puisque plusieurs aciers emboutis à chaud peuvent désormais être combinés avec l'Usibor®.

La plupart des constructeurs automobiles étudient actuellement les moyens d'intégrer l'Usibor® dans leurs futurs

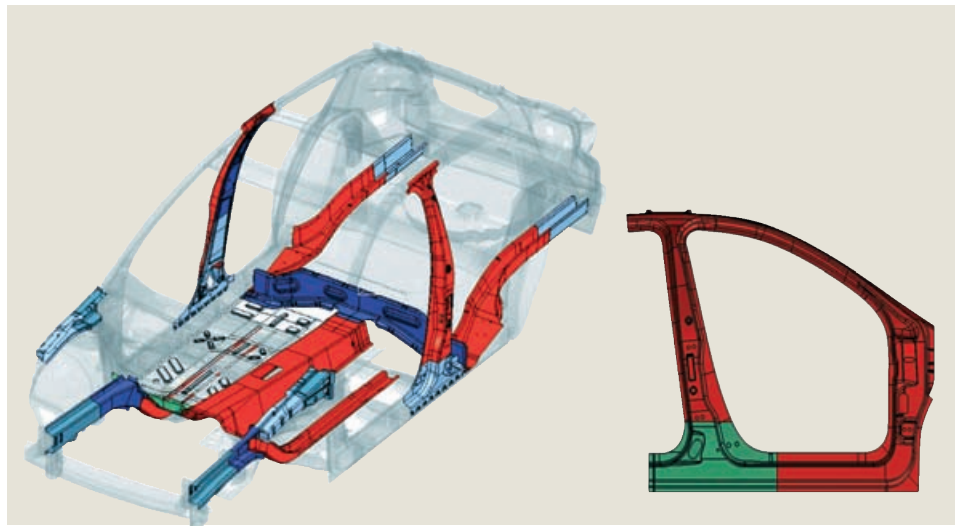


Figure 2 : FSL S-in motion pour la caisse en blanc et le tour de porte

véhicules. Volvo, marque bien connue pour son souci de la sécurité et ses technologies de pointe, s'attend à ce que près de la moitié de la caisse en blanc (CEB) puisse être réalisée en Usibor®. Il devrait même être possible de créer des côtés de caisse complets dans cet acier.

Economies S-in motion

Sept FSL Usibor® ont également été développés pour la CEB du véhicule conceptuel S-in motion d'ArcelorMittal : les barres anti-intrusion, des éléments d'absorption de l'énergie, les longerons avant et arrière, les pieds milieu et le tunnel (voir figure 2). Les ingénieurs d'ArcelorMittal pensent que des réductions pondérales substantielles sont possibles si ces pièces sont créées avec des FSL Usibor®.

Un nouveau tour de porte en Usibor® 1500P et Ductibor® 500P a également été mis au point pour le véhicule S-in motion. Selon les calculs, il permettrait une réduction pondérale d'environ 20% (12,9 kg) par rapport à la solution actuelle tout en renforçant la sécurité et en réduisant les coûts d'assemblage.

L'Usibor® ouvre clairement un nouveau monde de possibilités aux constructeurs automobiles désireux d'alléger leurs véhicules et d'améliorer la sécurité. Utilisé avec la nouvelle technique de soudage laser, l'Usibor® offrira même de plus grandes possibilités conceptuelles ainsi que des réductions significatives du poids et des frais de matériaux.



A propos de l'Usibor® 1500P et du Ductibor® 500P

L'Usibor® 1500P est un acier trempant aux propriétés mécaniques exceptionnelles après emboutissage à chaud. Il est capable de résister à des collisions latérales, même à des vitesses supérieures à celles appliquées par les normes actuelles en matière de sécurité des passagers. Par rapport aux aciers à haute limite d'élasticité, l'Usibor® 1500P offre des réductions pondérales jusqu'à 50%.

Dérivé de l'Usibor®, le Ductibor® 500P est un acier ductile doté d'excellentes caractéristiques en matière d'absorption d'énergie et de réduction de poids. Le Ductibor® 500P possède un pourcentage d'allongement élevé qui lui permet d'absorber une bonne partie de l'énergie produite lors d'un accident. Le Ductibor® utilise également le même revêtement AlSi que l'Usibor®.

Grâce à l'utilisation du nouveau procédé de soudage laser mis au point par ArcelorMittal, l'Usibor® et le Ductibor® peuvent être combinés pour créer des FSL légers. L'Usibor®, qui ne se déformera pas en cas d'accident, peut servir à la protection des occupants du véhicule, tandis que le Ductibor® peut être utilisé dans les zones éloignées des passagers.



Les solutions de demain dès aujourd'hui

Actuellement, la population mondiale avoisine les 7 milliards d'individus. Pour répondre aux critères minimaux d'une vie confortable pour tous, il nous faut déjà l'équivalent de 1,9 fois notre planète. D'ici 2050, celle-ci devrait compter 9 milliards d'âmes et il nous faudra alors l'équivalent de 3 fois notre Terre pour couvrir tous les besoins.

C'est là une statistique qui interpelle la sidérurgie mondiale. A l'heure actuelle, une aciérie intégrée qui produit 4 millions de tonnes d'acier par an consomme la même énergie qu'une ville d'un million d'habitants.

De tous les matériaux utilisés par l'humanité, l'acier est déjà l'un des plus économiques, des plus recyclables et des plus écologiques. Sur l'ensemble de la durée de vie d'une application en acier, les émissions de référence sont extrêmement faibles par rapport à celles d'autres matériaux. De plus, les produits en acier sont abordables.

Cette édition d'*Update* présente quelques-uns des récents produits développés par ArcelorMittal et exploitant les atouts de

l'acier. S-in motion, par exemple, a déjà identifié des solutions à base d'aciers à très haute résistance UHSS et AHSS qui peuvent être déployées dans les véhicules d'aujourd'hui. Le catalogue des solutions S-in motion peut servir à alléger les véhicules sans affecter les normes de sécurité pour les occupants. Une analyse du cycle de vie (ACV) de ce catalogue (voir pages 6 et 7) confirme que l'acier est le bon choix pour les véhicules dès lors que l'on tient compte de l'ensemble du cycle de vie.

Dans le secteur de la construction, ArcelorMittal a récemment annoncé le lancement de *Nature*, une gamme d'aciers prélaqués (voir pages 4 et 5). Les solutions de toiture et de bardage (avec parfois

Les nouveaux aciers électriques pour éoliennes maximisent la quantité d'électricité produite.

l'intégration d'éléments photovoltaïques) contribueront à réduire la consommation d'énergie des bâtiments et à créer un bel environnement bâti, à la fois durable et sain pour les usagers.

Le recours à l'acier pour des applications énergétiques va également croissant. Dans le domaine de la production d'énergie renouvelable, ArcelorMittal a développé de nouveaux aciers électriques pour éoliennes qui maximisent la quantité d'électricité produite. De nouvelles qualités ont en outre été mises au point pour les centrales thermiques. Leur résistance aux températures et aux pressions élevées permet un fonctionnement plus efficace des turbines à vapeur.

Répondre aux besoins des générations futures implique que nous utilisions plus efficacement les ressources et que nous trouvions de nouvelles solutions à d'anciens problèmes. Comme vous aurez pu le lire dans cette édition d'*Update*, l'acier et ArcelorMittal sont idéalement positionnés pour jouer un rôle majeur dans cette approche.



Quand les déchets se muent en énergie : le transport direct des scories granuleuses du haut fourneau vers la cimenterie permet de réduire les émissions de CO₂ et de produire un ciment de première qualité.

Non content d'améliorer ses aciers et ses solutions, ArcelorMittal travaille d'arrache-pied à l'optimisation de ses processus. Notre objectif est de réduire sans cesse notre impact environnemental. La prochaine édition d'*Update* sera davantage consacrée aux améliorations de nos processus.