



Matériaux métalliques et procédés de transformation : des évolutions indissociables

L'innovation dans les matériaux : Enjeux

L'innovation dans les matériaux a pour **objectifs** d'une part d'améliorer leurs performances et d'autre part de faciliter leurs transformations et mises en œuvre.

Les performances concernent les propriétés mécaniques, quelles soient statiques ou dynamiques, la tenue à la corrosion, à la chaleur, à l'usure... Elles se traduisent en évolution fonctionnelle comme **la sécurité, l'allègement, les revêtements, la stabilité,...**

L'évolution de ces performances peut être atteinte soit en modifiant le matériau de base, soit le procédé de production (par exemple Le renforcement des propriétés mécaniques est souvent maintenant obtenu par des procédures de laminage particulières faisant intervenir différents phénomènes thermiques, mécaniques et métallurgiques. De ce fait, Les performances obtenues ne se font plus grâce à des taux importants de carbones et d'éléments d'alliage -tels que le chrome, le molybdène, le vanadium - comme auparavant sur les aciers d'élaboration conventionnelle.) **soit les deux à la fois.**

La transformation et la mise en œuvre regroupent l'usinage, les procédés de mise en forme, l'assemblage, les traitements thermiques et de surface, ...

L'enjeu est d'atteindre simultanément ces deux **objectifs**, amélioration des performances et productivité des procédés de réalisation. Il est de toute façon toujours nécessaire de s'assurer de la compatibilité matériau / procédé / techniques d'assemblages.

La page 2 présente les avancées significatives au niveau des matériaux métalliques répondant aux deux objectifs.

Les exemples présentés en page 3 sur la relation entre l'évolution des matériaux et celle des procédés de soudage illustrent la dépendance entre matériaux et procédés de mise en forme.

Sommaire :

- L'INNOVATION DANS LES MATÉRIAUX : ENJEUX
- LES MATÉRIAUX DE DEMAIN
- LA RELATION ENTRE MATÉRIAU ET PROCÉDÉ DE SOUDAGE

Dans ce numéro :

- | | |
|--|----------|
| L'INNOVATION DANS LES MATÉRIAUX : ENJEUX | 1 |
| LES AVANCÉES SUR LES MATÉRIAUX MÉTALLIQUES | 2 |
| LA RELATION ENTRE MATÉRIAU ET PROCÉDÉ DE SOUDAGE | 3 |

LES MATERIAUX METALLIQUES DE DEMAIN

Les avancées sur les matériaux métalliques

De nombreux résultats ont montré que ces matériaux nouveaux doivent présenter des caractéristiques spécifiques notamment en matière de **résistance aux efforts** (Aciers HLE), à des **températures élevées** (aciers TM : thermomécaniques), **être légers** (Métaux composites : assemblage du tantale et de l'acier, de l'aluminium et de l'acier).

Ces nouveaux Métaux s'appliquent d'une façon générale aux secteurs industriels pionniers de la métallurgie: les engins de levage, les travaux publics, les sous marins, l'aérospatial, le transport, la chaudronnerie, les ponts, les charpentes métalliques

Les matériaux métalliques

Les aciers de pointe HLE

Les aciers à haute limite d'élasticité (notamment les aciers de construction obtenus par laminage thermomécanique) et **très haute limite d'élasticité** (comprises entre 355 et 1100 MPa) (notamment les aciers emboutissables tels les nuances Dual Phase, Transformation Induced Plasticity ou les aciers micro-alliés) sont reconnus aujourd'hui pour combiner **une résistance statique élevée, une ténacité importante et une excellente soudabilité**. Les différentes études sur ces Métaux ont montré la nécessité de prendre en considération, lors de la phase de conception la résistance à la fatigue des liaisons soudées pour optimiser le développement de composants et des structures fortement sollicités. A performances égales, l'utilisation de ces nouveaux aciers hautes résistances permet de diminuer les épaisseurs utilisées, d'où des gains de poids, une moindre consommation de produits d'apport lors du soudage. Différents résultats ont montré d'autres avantages liés à l'utilisation de ces aciers : une très bonne capacité d'absorption d'énergie, une meilleure sécurité des structures, des temps de contrôle et de coûts de soudage plus faibles et notamment une productivité de soudage améliorée.

Les aciers superduplex

Ces aciers sont fréquemment utilisés dans des environnements corrosifs sévères, dans les domaines du pétrole et du gaz. Ces nouveaux aciers allient **hautes caractéristiques mécaniques et résistance à la corrosion en milieu agressif**. Ils présentent une **excellente soudabilité**.

Les alliages d'aluminium

Les alliages d'aluminium avec des formes de produits très variés (produits laminés, filés, extrudés et de fonderie), dont le développement fait aujourd'hui l'objet de nombreuses recherches, ont comme avantage majeur **leur légèreté** à laquelle ils associent des **propriétés mécaniques et de mises en œuvre intéressantes**.

Les assemblages de Métaux hétérogènes

Ces assemblages résultent de la combinaison de deux familles de Métaux. L'assemblage hétérogène acier/aluminium est l'un des composites très recherchés car sa faisabilité permettrait de remplacer certains éléments du véhicule (essentiellement la carrosserie) afin de l'alléger. Néanmoins sa soudabilité est très difficile essentiellement à cause des hétérogénéités chimiques qui conduisent à des effondrements de structures. De plus, ces deux Métaux possèdent des coefficients de dilatations thermiques différents qui accentuent les déformations à l'origine de contraintes mécaniques élevées. Un autre assemblage tantale / acier semble prometteur dans le domaine de l'aéronautique.

La relation entre matériau et procédé de soudage

Dans certains cas, les gains de performance (mécanique très souvent) ne sont pas compatibles avec une soudabilité satisfaisante avec des procédés conventionnels ou même très avancés. L'innovation dans les procédés permet alors de prendre le relais.

Par exemple les alliages d'aluminium à haute limite d'élasticité tels que ceux alliés au cuivre et au zinc ont vu leur déploiement industriel limité dû à leur médiocre soudabilité en soudage par fusion. Ces matériaux sont en effet très sensibles aux phénomènes de fissuration de solidification susceptible de se produire lors de l'opération d'assemblage. L'avènement du soudage par friction-malaxage (Friction Stir Welding) faisant intervenir un état pâteux pour assurer une liaison métallurgique a permis de résoudre cette problématique.

Autre cas, l'avènement de matériaux plus résistants mécaniquement répond à la nécessité d'alléger les structures. Le soudage, procédé d'assemblage nécessitant un échauffement et en général une fusion localisée des éléments à assembler, provoque des déformations thermomécaniques intervenant lors du chauffage et du refroidissement. Ces déformations ont tendance à se manifester d'autant plus que les épaisseurs des pièces à assembler sont fines apportant des difficultés opératoires. Certains développements récents sur les procédés de soudage TIG (Tungsten Inert Gas) et MIG/MAG (Metal Inert Gas / Metal Active Gas), les procédés à forte densité d'énergie (laser, faisceau d'électrons, plasma), le soudobrasage (utilisation de métal d'apport à température de fusion inférieure à celle des matériaux à assembler) peuvent répondre à cette exigence.



Image SMT TRICEPT
TIMES

La solution est de minimiser l'apport calorifique au droit du joint soudé

Ce bulletin a été réalisé avec la contribution de:

*Mme Afia Kouadri (INSA Rennes)

*Mr Samuel Cretin (CETIM)

*L'équipe Maupertuis



Institut de recherche appliquée en productique

C/O Ecole Louis De Broglie
Contour A.de St Exupery
Campus de Ker Lann

35170 Bruz

☎ 02 99 05 84 56

✉ contact@institutmaupertuis.fr

L'Institut Maupertuis réalise des études techniques par la mise en œuvre des compétences propres à l'Institut et des compétences des centres techniques et établissements d'enseignement et de recherche régionaux. Nos activités s'organisent en deux pôles :

- **Le Pôle Projets** : Définition, montage et conduite de projets techniques pour accroître la productivité des outils industriels et développer des produits innovants. Les projets mis en œuvre par l'Institut Maupertuis bénéficient d'un soutien des collectivités locales.
- **Le Pôle Assemblage** : centre de compétence en assemblages innovants et en particulier en soudage de tôles minces par laser : études de faisabilité industrielle, études collectives en soudage, transfert de technologie vers les PME-PMI.

L'association s'inscrit dans la politique régionale de soutien à la recherche appliquée et à l'innovation. Son pilotage est assuré par des personnalités industrielles locales en partenariat avec l'UIMM Bretagne, Performance 2010, Plasti-Ouest, le Pôle Productique Bretagne et le CETIM. L'association est soutenue et subventionnée par la Région Bretagne, le Conseil Général d'Ille et Vilaine et Rennes Métropole