



JOURNEE SUR LA METALLURGIE DES ACIERS MAISON INNOVERGNE 15 MAI 2018

Programme

- 9h30 - 9h45** : Introduction : Régis BLONDEAU (CEM)
9h45 - 10h45 : Métallurgie de base : Régis BLONDEAU (CEM)
10h45 – 11h00 : Pause
11h00 - 11h40 : Filières d'élaboration : Jean SALEIL (CEM)
11h40 – 12h00 : Différents types de normes, correspondance entre elles : Robert LEVEQUE (CEM)
12h00 – 12h45 : Aciers plats au carbone ($e < 5\text{mm}$) : Robert LEVEQUE (CEM)
12h45 – 14h15 : Déjeuner
14h15-14h30 : Influence du processus d'élaboration sur la qualité du produit final : Jean SALEIL (CEM)
14h30-15h45 : Aciers pour la mécanique, aciers à outils : Robert LEVEQUE (CEM)
15h45 – 16h00 : Pause
16h00-17h15 : Aciers de construction, aciers pour basses températures, aciers pour appareils à pression : Régis BLONDEAU (CEM)

JOURNEE SUR LA METALLURGIE DES ACIERS MAISON INNOVERGNE 15 MAI 2018

Cette journée organisée sur la métallurgie des aciers, hors aciers inoxydables, par le Cercle d'Etudes des Métaux avec la Maison Innovergne en partenariat avec le CETIM, l'UIMM Auvergne et Viameca a rassemblé près de 70 participants dont la moitié issue du monde industriel et le tiers de représentants de l'Education Nationale et de l'Université.

La première partie de cette journée a été relative à la présentation et aux données métallurgiques de base du matériau acier. C'est un produit largement utilisé dans la construction, les transports, l'industrie lourde et l'alimentaire. Ses qualités principales sont la possibilité de recyclage (c'est le plus recyclé des matériaux avec 45% en moyenne et 62% en Europe) et ses caractéristiques mécaniques. Le handicap du poids a été fortement réduit par les évolutions de ce matériau au cours des deux dernières décennies. L'expansion asiatique a entraîné un décollage de sa production au début des années 2000 avec une production annuelle mondiale de 1400 millions de tonnes par an. Des données métallurgiques de base ont permis de définir les différentes structures obtenues en liaison avec les propriétés mécaniques et les moyens mis en œuvre pour les obtenir, notamment les traitements thermomécaniques, ainsi que les traitements thermiques de trempe et revenu.

La deuxième partie de la journée a été relative aux deux filières principales d'élaboration de cette catégorie de matériaux, la filière haut-fourneau et la filière électrique. La filière haut-fourneau destinée principalement aux aciers peu alliés comprend l'aciérie de conversion de la fonte élaborée à partir du minerai, la métallurgie secondaire et la métallurgie en poche destinées à l'affinage du produit, la coulée continue et le laminage à chaud, cette dernière opération étant suivie dans certains cas par un laminage à froid pour l'obtention de produits plats minces. La filière électrique destinée aux aciers spéciaux comprend la phase de fusion de chutes et ferrailles, la métallurgie secondaire avec désulfuration, désoxydation, dégazage, injection de SiCa et ajout d'éléments d'alliage, avec coulée continue et laminage ou coulée en lingots et forgeage. Les aciers très spéciaux à hautes caractéristiques sont réalisés par des filières particulières comprenant notamment les techniques VIM (vacuum induction melting), VAR (vacuum arc remelting) ou ESR (electroslag remelting), dans le but de désoxyder au maximum et de réduire très fortement les résiduels tels que le soufre et le phosphore notamment.

La troisième partie de la journée a été consacrée à la désignation des aciers selon les normes européennes pour les aciers de qualité non alliés et pour les aciers spéciaux. Différents tableaux ont été présentés avec des critères de désignation liés dans le premier cas, aux caractéristiques mécaniques et à l'emploi, et dans le deuxième cas, à la composition chimique. Cette désignation est complétée par une désignation numérique permettant de séparer les aciers non alliés et les aciers alliés selon les conditions d'utilisation. Des tableaux de correspondances entre normes européennes, américaines et japonaises ont également été donnés pour chacune des classes de matériaux.

La quatrième partie de la journée a été consacrée aux différentes catégories d'aciers : aciers plats au carbone, aciers destinés à la mécanique et aciers à outils, aciers pour la construction, pour l'emploi à basses températures et pour les appareils à pression.

Les aciers plats au carbone obtenus par traitement thermomécanique ont été présentés selon leurs microstructures et les propriétés mécaniques correspondantes : aciers doux de structure ferritique, aciers de structures ferrito-perlitique, ferrito-bainitique et ferrito-martensitique. De nouvelles familles développées dans les deux dernières décennies ont été présentées : aciers TRIP caractérisés par une quantité d'austénite résiduelle contrôlée susceptible de se transformer mécaniquement en martensite, aciers bainitiques à bas carbone caractérisés par une addition contrôlée de bore et de niobium pour éviter le domaine perlitique et le grossissement du grain, aciers à très haute limite d'élasticité au manganèse bore emboutis à chaud et trempés avec les outils d'emboutissage.

Les aciers spéciaux destinés à la mécanique sont caractérisés par des propriétés d'usage très variées en fonction des états structuraux. Ces propriétés vont d'une très bonne ductilité facilitant la mise en œuvre par formage ou frappe à froid à de très hauts niveaux de résistance pour assurer la performance des pièces et la sécurité en service. Les différentes catégories d'aciers ont été présentées en fonction de leur emploi spécifique : aciers pour boulonnerie, aciers pour éléments de suspension, aciers pour roulements, aciers pour cémentation ou nitruration, aciers pour décolletage, aciers pour mise en forme à froid. Une aide au choix des aciers a été présentée pour garantir des niveaux de caractéristiques donnés sur des dimensions de produits données. Une structure de trempe martensitique doit être privilégiée pour obtenir les caractéristiques mécaniques optimales.

Les différentes familles d'aciers à outils ont été présentées avec leurs principales caractéristiques et leurs conditions de traitement. Une aide au choix de nuances les plus appropriées a été présentée pour différentes opérations telles que la plasturgie, le travail des métaux en feuilles, la coulée sous pression des alliages d'aluminium et la coupe des métaux. Il a été évoqué pour les aciers rapides et les aciers d'outillage à froid très résistants à l'usure l'intérêt d'utiliser la métallurgie des poudres pour améliorer les caractéristiques de résistance aux chocs et d'aptitude à la rectification. Pour des sollicitations mécaniques à des températures supérieures à 650°C, les aciers à outils les plus résistants à chaud ne sont plus suffisants, car issus de structure martensitique et il faut passer aux alliages base nickel de structure austénitique.

La présentation des aciers pour la construction a été illustrée par la réalisation du viaduc de Millau et l'utilisation de l'acier S460M issu de la filière Haut Fourneau, coulée continue et laminage de tôles fortes. Le traitement thermomécanique permet d'assurer une très bonne soudabilité de ces aciers, notamment dans leur utilisation pour la marine. Il a été montré pour l'emploi à basse température l'intérêt d'aciers à teneur en nickel comprise entre 1,5 et 9%, cet élément d'alliage donnant des structures aciculaires à bas carbone très résistantes aux chocs, même à des températures inférieures à -150°C. Trois domaines ont été décrits pour les aciers pour appareils à pression, les aciers pour emploi à température élevée, les aciers pour la pétrochimie et les aciers pour gaz acides. Les aciers pour emploi à température élevée se trouvent dans l'industrie nucléaire et la pétrochimie, sous forme de tôles fortes embouties à chaud et de viroles ou de fonds de cuve, avec un choix de nuances relativement vaste d'aciers au C-Mn, Cr-Mo (2,25Cr-0,5Mo, 9Cr-1Mo...), Mn-Mo, Mn-Ni-Mo-V... Les aciers utilisés pour la pétrochimie exigent une bonne tenue en température jusqu'à 600°C, une bonne tenue à la fatigue à chaud, à la corrosion à chaud et une bonne résistance à la fragilisation par l'hydrogène. On rencontre dans ce domaine essentiellement les aciers 2,25Cr-1Mo et 2,25Cr-1Mo-V. Les aciers pour gaz acides utilisés pour le transport et le stockage du gaz sont essentiellement des aciers au C-Mn-Nb-V obtenus par traitement thermomécanique et laminage contrôlé, à l'état normalisé pour une limite d'élasticité de 380 MPa et trempé revenu pour une limite d'élasticité de 560 MPa.