

2010

# DEVELOPPEMENT D'UN NOUVEAUX FIL FOURRE POUR LE SOUDAGE A L'ARC D'ACIERS INOXYDABLES FERRITIQUES DESTINES A LA FABRICATION DE COLLECTEURS D'ECHAPPEMENT AUTOMOBILE

**Vincent Villaret, Frédéric Deschaux-Beaume, Fabien Januard, Jean-Marie Fortain, Gilles Fras, Sébastien Rouquette**

**Abstract :** Dans le contexte actuel de raréfaction des énergies fossiles, les constructeurs automobiles cherchent à optimiser l'efficacité énergétique de leurs véhicules, en particulier par le gain de poids et l'augmentation du rendement moteur, qui se traduit par une augmentation de la température des gaz d'échappement. Cette amélioration globale et continue passe notamment par un changement de conception des collecteurs de gaz d'échappement. Traditionnellement en fontes moulées massives, les collecteurs tendent vers des pièces mécano-soudées adaptées aux nouvelles contraintes, plus légères, résistantes, performantes et peu encombrantes. Ces évolutions passent par le développement et l'utilisation de matériaux résistant à des conditions de service de plus en plus sévères, en termes de tenue à la corrosion à chaud et à la fatigue thermique. Les parties les plus chaudes des collecteurs subissent ainsi en moyenne 1000 cycles par an entre la température ambiante et une température maximale de 900°C environ. Pour répondre à de telles exigences, une nuance d'acier inoxydable ferritique à haute teneur en chrome (19%) avec addition de molybdène (2%) a été développée par Arcelor Mittal. Du point de vue de la fabrication, la géométrie complexe des nouveaux collecteurs de gaz d'échappement impose l'utilisation du soudage robotisé associé aux procédés MIG/MAG ou TIG. L'utilisation de métaux d'apport existants ne répond cependant pas entièrement aux exigences de l'application, entraînant des problèmes d'oxydation et/ou de tenue en fatigue thermique, réduisant considérablement la durée de vie de l'assemblage. Les deux principaux problèmes rencontrés lors du soudage avec des produits d'apport courants sont l'appauvrissement en chrome de la zone fondue due à la formation de carbures de chrome, et le grossissement de grains. Pour remédier à ces problèmes et assurer des caractéristiques en zone fondue proches de celles du métal de base, de nouveaux produits d'apports (fils fourrés) ont été développés dans le cadre de la présente étude, en collaboration étroite entre les centres de recherche et développement d'Air Liquide et d'Arcelor Mittal Stainless Europe. Les fils fourrés sont élaborés à l'aide du procédé Chemetron, à partir d'un feuillard en acier contenant environ 11% de chrome, et d'un flux dans lequel est ajouté le complément d'éléments d'addition. Pour garantir une tenue à la corrosion à haute température équivalente à celle du métal de base, les teneurs massiques en chrome et en molybdène ajoutés au flux sont ajustées pour se rapprocher de celles du métal de base après dépôt. Pour éviter la formation de carbures de chrome, les éléments « stabilisants » Nb et/ou Ti sont également ajoutés au flux [1]. Ces éléments, également présents dans le métal de base, permettent en outre de limiter le grossissement de grain en ZAT, en formant des précipités qui vont « ancrer » les joints de grains [2]. Le titane présente aussi l'avantage d'affiner le grain en zone fondue, en formant à haute température des précipités favorisant la germination de grains de ferrite équiaxes [3]. De part le procédé de soudage employé dans cette étude (MIG/MAG), le taux de transfert (proportion d'élément présent dans le produit d'apport effectivement déposée dans la soudure) est très différent selon les éléments d'addition, et leur teneur a dû être ajustée dans le flux pour obtenir les compositions souhaitées en zone fondue. Les analyses chimiques réalisées par spectrométrie par étincelage et par microsonde électronique ont permis de valider les compositions obtenues. La composition finale de la soudure étant également liée aux paramètres de soudage, qui modifient le taux de dilution (proportion de métal de base présent dans la soudure), deux jeux de paramètres, correspondant à des puissances électriques « faibles » et « élevées »

par rapport aux épaisseurs soudées (1,5 mm), ont été comparés. Les analyses macro et micrographiques des éprouvettes soudées montrent que la finesse du grain en ZAT est limitée, ce qui confirme la bonne tenue du matériau de base vis-à-vis du soudage, quelque soit l'énergie employée. En revanche, (IOWNDT-M110) la zone fondue est très grossière si la teneur en titane de la zone fondue est trop faible. Le grain s'affine cependant lorsque la teneur en titane dépasse environ 0,2%. Les éprouvettes présentant les tailles de grain en zone fondue les plus faibles sont en cours de caractérisation en fatigue thermique, ce qui fournira de premières indications sur la durée de vie des soudures

2010

**Keywords :** Soudage MIG/MAG, Fil fourré, Aciers inoxydables ferritiques, collecteurs d'échappements