



## Chaire « Soudage Multi-Physique »

### Le contexte

Le soudage est un procédé de mise en forme des matériaux relativement ancien. Néanmoins il reste d'actualité et connaît des développements récents. La fabrication additive métallique utilisant des procédés de soudage « classiques » pour la fabrication de pièces métalliques 3D (procédés WAAM : Welding Arc Additive Manufacturing) en est un exemple.

Le soudage est un procédé complexe dit multi-physique. En effet, il fait appel aussi bien à :

- la physique (de l'arc électrique, du plasma, d'interaction particules – matière, ...)
- la chimie (interaction entre gaz de protection et métaux, entre métaux, entre flux et métaux, ...)
- la mécanique des fluides (mouvement au sein des gaz de protection, au sein du métal à l'état liquide)
- la métallurgie (défectologie, perte de propriétés d'usage, ...)
- la mécanique (comportement mécanique des assemblages soudés, ...).

Côté recherche, bien qu'étant indispensable à un grand nombre d'industries (pétrolières, énergie renouvelable, énergie nucléaire, transport aérien, terrestre et aérien, construction métallique, ...), on ne trouve pas en France de laboratoire académique qui couvre la totalité du périmètre de recherche & développement en relation avec le soudage multi-physique.

La plupart des laboratoires travaillant sur le soudage au sens large sont complémentaires. De ce fait, les projets de recherche conduits sont souvent liés à des consortiums de laboratoires académiques et de laboratoires industriels, chacun apportant ses compétences propres.

En raison des clauses de Propriétés Industrielles (PI), les travaux issus de ces consortiums ne peuvent pas bénéficier à la totalité de la communauté.

Côté formation, il est également nécessaire de construire une offre adaptée aux besoins des industriels.

Il existe un certain nombre de certifications internationales régies par l'International Institute of Welding (IIW), institut représenté en France par l'Association Française du Soudage (AFS).

Aujourd'hui, 2 certificats sont de plus en plus demandés dans les domaines industriels liés au soudage :

- technologue international en soudage (International Welding Technologist, IWT)
- ingénieur international en soudage (International Welding Engineer, IWE)

Ces certificats sont à la fois gages de qualité des formations mais également de plus en plus cités dans des normes et codes de fabrication (norme ISO 3834 sur le contrôle de la qualité en soudage, EN 1090 sur la qualité des constructions métalliques, NF EN 15085 pour la construction ferroviaire, ...)

Aujourd'hui, nous ne formons pas, en France, suffisamment de cadres, technologues et ingénieurs, en spécialisation "soudage" (voir annexe) pour répondre à la demande des entreprises industrielles.

Pour répondre à ces enjeux, nous proposons de créer une **Chaire « Soudage Multi-Physique »** abritée par la Fondation de l'Université de Nantes.



## Une formation expert

L'Université de Nantes possède en son sein une école d'ingénieurs ; l'Ecole Polytechnique de l'Université de Nantes ou Polytech Nantes.

Cette école est la seule école d'ingénieurs en France qui propose dans le cursus ingénieur (Bac+5) une formation en soudage. Il s'agit de l'option « Soudage » du Département Matériaux de Polytech Nantes. Cette option, créée en 1994, s'appuie, depuis sa mise en place, sur les référentiels successifs de l'IIW. Ces derniers imposent non seulement le contenu minimum des cours mais aussi le nombre d'heures de cours minimum afin d'acquérir les compétences d'un ingénieur soudeur. Depuis 2005, Polytech Nantes est devenu centre de formation et d'examen pour la certification IWE.

C'est la seule université, via Polytech Nantes, qui propose cette certification à ses ingénieurs directement dans le cursus BAC +5.

Depuis l'ouverture de cette option, près de 400 élèves ingénieurs y ont été formés, dont 22% de femmes. Depuis 2005, plus de 260 élèves ingénieurs se sont vus certifiés IWE par Polytech Nantes.

La reconnaissance de notre formation a conduit à une progression constante des effectifs annuels depuis 1994 (figure 1). Aujourd'hui, à moyens constants, nous ne sommes plus en mesure d'accroître le nombre d'élèves ingénieurs dans l'option « Soudage ».

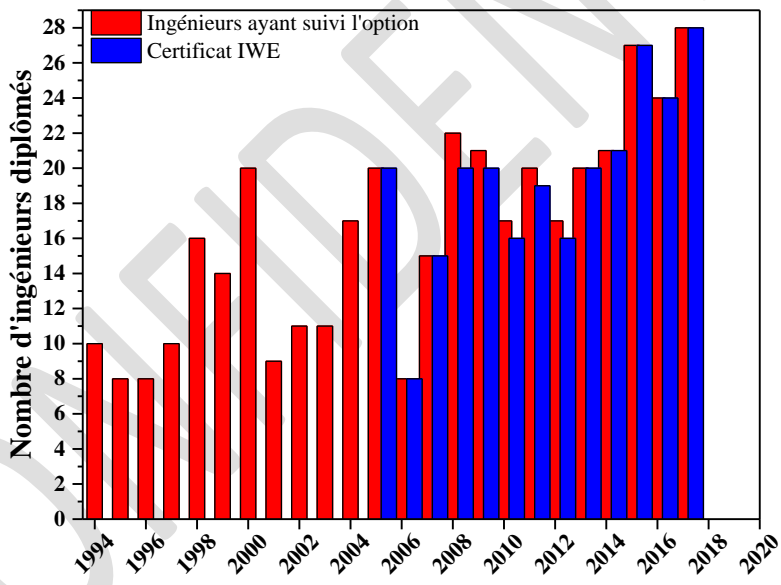


Figure 1 : évolution des ingénieurs formés en option soudage à Polytech Nantes et des certifiés IWE depuis 2005.

Par ailleurs, depuis 2016-2017, cette offre se décline aussi en formation continue dans le cadre d'un Diplôme Universitaire : le DU Ingénierie du Soudage. Ce DU conduit à la certification IWE.

Enfin, une option « Technologie International en Soudage » est proposée dans le cadre de la Licence Professionnelle Innovations-Produits-Process à l'IUT de Nantes. Cette option permet l'obtention de la certification IWT (International Welding Technologist) en partenariat avec l'Institut de Soudure Industrie (Montoir de Bretagne).

Pour parachever ces parcours, Polytech Nantes accompagne également ses diplômés vers la certification IWE dans le cadre des Routes Alternative ou Dérogatoire 98, routes proposées par l'IIW et son représentant en France, l'AFS.





## L'environnement recherche

En matière de recherche, l'Université de Nantes s'appuie sur un grand nombre de laboratoires.

Certains sont impliqués dans des recherches liées au soudage :

- Institut des Matériaux Jean Rouxel, IMN, Unité Mixte de Recherche CNRS – Université de Nantes N° 6502,
  - équipe de recherche Ingénierie Des Matériaux et Métallurgie (ID2M) ;
- Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique, GeM, Unité Mixte CNRS – Université de Nantes – Ecole Centrale de Nantes N° 6183,
  - équipe de recherche Etat Mécanique et Microstructure des Matériaux E3M,
  - équipe de recherche Procédés et Mécanique des Matériaux, PMM ;
- Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes, LS2N, Unité Mixte CNRS – Université de Nantes N°6004,
  - équipe de recherche Robots and Machines for Manufacturing, Society and Services.

Ces laboratoires et équipes collaborent régulièrement avec des industriels.

Le projet de chaire aussi bien pour le côté R&D que pour le côté Formation, pourrait s'appuyer sur la demande de financement d'une plateforme de Soudage (Grande Longueur – Forte Epaisseur) qui serait installée sur le site de Polytech Nantes. Cette demande a été faite dans le cadre de l'Appel à Projet PIA3 pour création d'unités industrielles partagées.

## Porteur du projet



Pascal Paillard est Professeur des Universités, Responsable de la formation initiale, de la formation continue et de la certification internationale en soudage. Il est également responsable de l'équipe Ingénierie des Matériaux et Métallurgie (ID2M) de l'Institut des Matériaux Jean Rouxel UMR6502.

### Objectif : augmenter le nombre de diplômés certifiés

- Constituer une équipe dédiée à l'enseignement et à la formation en soudage
- Augmenter la capacité de recherche des équipes

## Le programme d'activité

Le programme de cette chaire se compose de 4 points.

### P1 – Augmentation des effectifs dans les formations en soudage

Il s'agira d'augmenter les effectifs dans les formations existantes de manière à pallier le manque de personnels certifiés du niveau cadre au sein des entreprises françaises. Pour cela, il faudra augmenter le nombre de groupes au sein de la formation ingénieur. Cette augmentation passera par une augmentation du nombre de place au sein du DU Ingénierie du Soudage. Pour cela la charge d'enseignement augmentera mais aussi la charge administrative. De ce fait le recrutement de personnels enseignants, enseignants-chercheurs et/ou ingénieurs est plus que nécessaire pour atteindre cet objectif.





## P2 – Développement des interactions entreprises – laboratoires dans le cadre de projets de recherche.

En constituant une équipe dédiée à la formation en soudage, les enseignants-chercheurs pourront se consacrer pleinement à leurs activités de recherche en lien avec le soudage et ainsi :

- Augmenter les retombées scientifiques accessibles à l'ensemble de la communauté des métallurgistes, en particulier des métallurgistes du soudage
- Améliorer la réponse aux demandes de R&D des entreprises

## P3 – Une certification IWT au sein de l'Université de Nantes

Actuellement, la Licence Professionnelle I2P option TIS qui aboutit en plus sur la certification IWT est gérée pour ce qui est de la licence par l'IUT de Nantes. Par contre la certification IWT est sous la tutelle de l'Institut de Soudure Industrie (ISI), site de Montoir de Bretagne.

Nous souhaiterions que l'Université de Nantes soit titulaire de la certification. Cela pourrait se faire dans le cadre de l'actuelle Licence Professionnelle, mais en plus dans le cadre d'un Diplôme Universitaire qu'il s'agirait de monter. En gérant la totalité de la formation (le diplôme et la certification), il nous serait possible de mutualiser un certain nombre de cours en Licence et parcours ingénieur et, de plus, de constituer des groupes multi-niveaux de formation pour la gestion des projets.

## P4 – Passage de la formation « Soudage » Polytech Nantes en apprentissage sur 2 années.

Actuellement l'option Soudage du département Matériaux de Polytech Nantes est une option de dernière année qui se fait classiquement soit sous forme de contrat de professionnalisation (entre 5 et 6 contrats par an).

Nous souhaitons établir une nouvelle maquette pédagogique de formation en soudage qui s'étalera sur 2 ans (les deux dernières années du cycle ingénieur). Cela nous permettra de compléter la formation, par rapport à ce qui est exigé dans le référentiel de l'IIW, sur des thématiques émergentes : nouveaux procédés de soudage, fabrication additive métallique, développement de nouveaux matériaux, ...

Il serait possible d'intégrer au sein de la formation une part plus importante de projets qui pourraient en lien avec des préoccupations industrielles.

De plus, en raison d'une demande grandissante de la part des industriels, nous passerions ces deux années en apprentissage.

## Fonctionnement de la chaire

Le fonctionnement de cette chaire se fera en gouvernance partagée entre les laboratoires de recherche (IMN, GeM, LS2N) représentés par l'Université de Nantes via sa Fondation. Les partenaires industriels seront représentés dans un comité de pilotage qui se réunira une fois par an mais aussi dans un comité d'enseignement et de recherche qui se réunira également annuellement.

Le comité de pilotage aura pour mission principale de superviser et de contrôler l'activité de la Chaire et valider toute évolution de la stratégie générale ou du périmètre.

Le comité d'enseignement et recherche aura pour mission d'orienter la chaire sur les besoins des industriels du monde de l'assemblage :





- Nouveaux modules d'enseignement à intégrer au sein d'une formation existante (développement de nouveaux procédés, de nouveaux matériaux, de nouvelles normes ou de nouveaux codes, ...)
- Nouvelle formation à mettre en place ;
- Nouvelles certifications à réaliser ;
- ...

## Le mécénat

La Fondation de l'Université de Nantes crée « **La Chaire Soudage Multi-Physique** » et propose à ses partenaires de soutenir ce projet au titre du mécénat.

Devenir mécène de la Chaire Soudage Multi-Physique, c'est s'engager et contribuer à la production de connaissances au service du plus grand nombre et dans le respect de l'intérêt général.

Le mécénat ouvre également des droits à défiscalisation.

Pour les sociétés, 60% du montant de la somme du don dans la limite de 0,5% du chiffre d'affaires (art.238bis du C.G.I.). Les dépassements du seuil sont reportables sur 5 ans.

### La Fondation de l'Université de Nantes

Créée en 2011, la Fondation partenariale a pour objet de contribuer directement ou indirectement au développement et à la promotion de l'Université de Nantes. La Fondation est un dispositif au service de l'accompagnement et de la "transformation" de l'Université. Elle anime et fait croître une communauté de donateurs et grands mécènes qui partagent les valeurs de l'Université de Nantes.

Centrée sur les valeurs humanistes de l'université, la Fondation engage sa campagne :

#### « **Humanisme2.UN, le numérique au service de l'humain** »

##### Cette campagne repose sur 5 thématiques

- La santé du futur
- La smart city
- Le savoir partagé
- L'usine du futur
- Le citoyen connecté

La Fondation s'appuie sur le mécénat des entreprises et la collecte de dons privés. En défiscalisant, elle contribue à réaliser des projets emblématiques.

##### Elle soutient les missions fondatrices de l'Université de Nantes

- Soutenir et promouvoir l'innovation et la recherche
- Soutenir le développement de partenariats ou de coopérations en France et à l'international
- Contribuer à la formation des étudiants ; améliorer leur qualité de vie et leur accueil
- Encourager et soutenir l'entrepreneuriat
- Valoriser les diplômés issus de l'Université de Nantes, créer et développer le réseau des amis et anciens de l'Université de Nantes, accompagner l'insertion des diplômés
- Favoriser la diffusion des savoirs
- Contribuer à la valorisation du patrimoine scientifique, culturel et immobilier de l'Université de Nantes

