

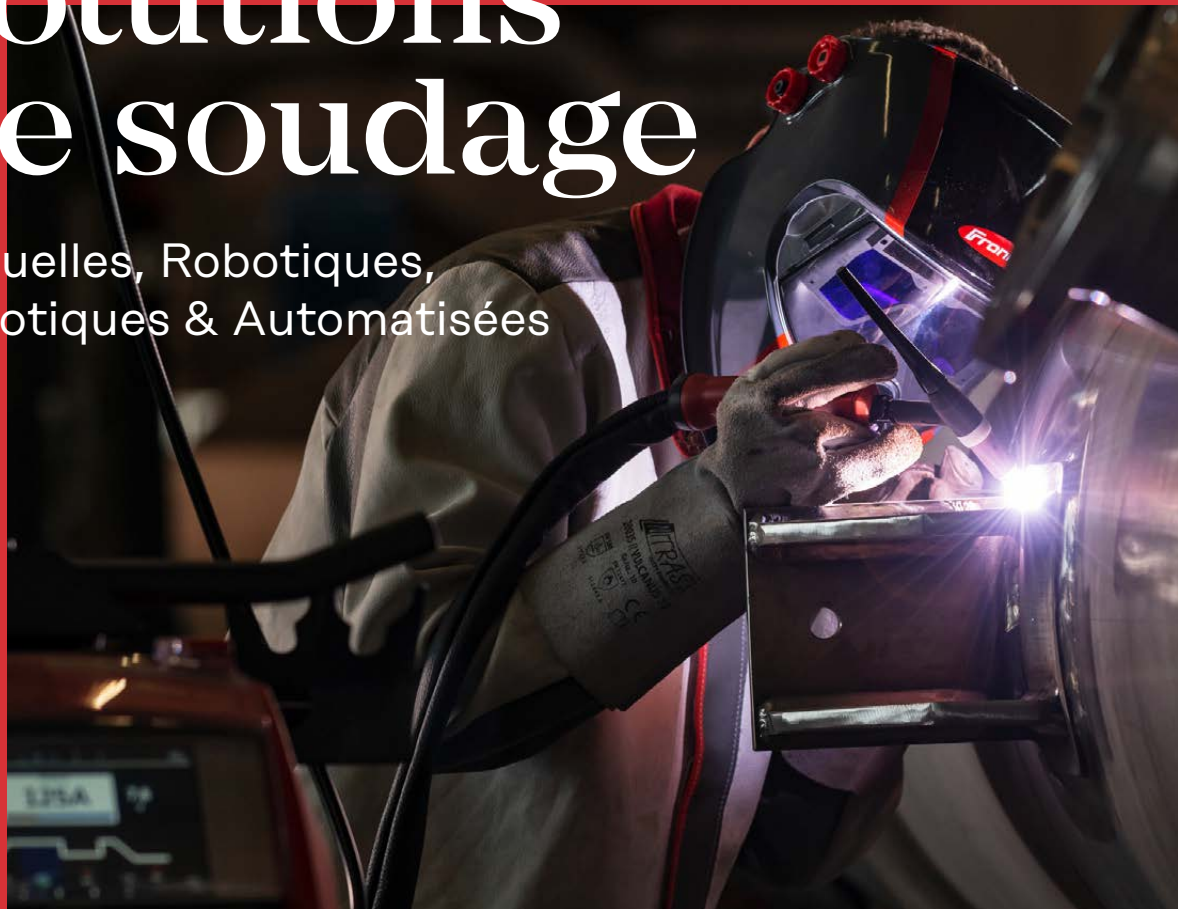
SOUDDAGE

et Techniques Connexes



Solutions de soudage

Manuelles, Robotiques,
Cobotiques & Automatisées



Découvrez nos experts soudage au salon Global
Industrie à Lyon du 7 au 10 mars

Stand 6M109



www.fronius.fr

RENCONTRE AVEC...

Bruno Bouygues,
dirigeant de Gys

TECHNOLOGIES ACTUALITÉS

Révolutionner le soudage
de l'aluminium

ÉTUDES ET RECHERCHE

Liquid Metal
Embrittlement

Tout en un: La solution complète pour le fil et son transport



RoboFeed

étend les limites du transport de fil.



- Compatible avec toutes les installations de soudage
- Un transport de fil stable même sur de très grandes longueurs
- Industrie 4.0: des fonctions de contrôle et de commande étendues

MIGAL.CO GmbH

Tél.: +33 (0) 6 33 84 37 97

Email: liesbeth.fournier@migal.co

www.migal.co

migal.co

Soudage et Techniques Connexes

janvier - février 2023

n° 457

Édité par

Institut de Soudure Association

Z.I. Paris-Nord 2

90, rue des Vanesses

93420 Villepinte

Tél. : +33 1 49 90 36 00

**Directeur de la publication**

Jean-Hugues Duban

Rédaction

Nicolas Gosse (rédacteur en chef)

n.gosse@editocom.com

Tél. : +33 9 77 21 81 21

Ont collaboré à ce numéro :

Frédérique Champigny, Cédric Lardière

Responsable contenu et médias sociaux

Frédérique Champigny

f.champigny@isgroupe.com

Tél. : +33 1 49 90 36 51

Comité éditorial

J.H. Duban, J. Dietsch,

L. Mizrahi, F. Scandella

Impression

Imprimerie Chirat

42540 Saint-Just-la-Pendue

Conception graphique

Anita Smits — info@layouthuis.nl

Photo de couverture

Droits réservés

Abonnements 2023

100 % numérique : 112,31 € TTC - 1 an

Papier + numérique : France 129,67 €

TTC - Étranger 158,26 € TTC - 1 an

(2 numéros)

Vente au numéro : 20,42 € TTC

Abonnement et diffusion

Service abonnements STC

ProPublic CS 70001

59361 Avesnes-sur-Helpe Cedex

abonnements.soudage@gmail.com

Tél. : +33 3 61 99 20 04

Publicité

Editocom

Céline Dewaele

c.dewaele@editocom.com

Tél. : +33 6 07 56 65 02

Tous droits de reproduction et de traduction strictement réservés pour tous pays.

N° ISSN 0246-0963

N° commission paritaire 0724 G 82764

Dépôt légal : à parution

ÉDITO

- « Place à l'info continue ! » 5

RENCONTRE AVEC...

- Bruno Bouygues, Gys 7

**TECHNOLOGIES ACTUALITÉS**

- Révolutionner le soudage de l'aluminium 10
- Voyants verts pour Universal Robots 10
- RS lance une station de soudage intelligente tout-en-un 11
- Yaskawa Europe et Alma concluent un accord de partenariat 12
- Le Deep Learning accessible et facile à utiliser 15
- Corrosia passe dans le giron de l'IS 16
- Institut de Soudure Association et Institut de Soudure Thailand certifiées Great Place To Work 16

DOSSIER

- Assemblages vissés : le projet Fova ambitionne de définir des méthodes d'essais plus simples pour le serrage. 18



- Assemblages visAssemblages vissés : des solutions innovantes se font une place pour la mesure de tension 21

SUCCESS STORIES

- Une avancée majeure réalisée à Sevenans . . . 24

**CALENDRIER**

- Les expositions et manifestations à venir 26

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS

- Les Journées Cofrend dans les starting-blocks 28
- Journée technique "Moyens de contrôles en service" 31



- Accélérer l'inspection des centrales nucléaires grâce à l'IA 32
- En route vers l'automatisation des CND 34

LA VIE DE LA PROFESSION

- L'Ineris et l'IRSN confortent leur partenariat 36
- Consultation sur les fumées de soudage 37

VEILLE TECHNOLOGIQUE

- Normes et règlements, revue de presse, ouvrages 39

ÉTUDES ET RECHERCHE

- Status of Analysis and Countermeasures: Liquid Metal Embrittlement 45

HISTOIRE

- Attention à la gelée 50

ANNONCEURS

Alma, Böhler welding, Cfia, Fronius, Global Industrie, Institut de Soudure, Journées Cofrend, Lincoln Electric, Migal.co, Préventica, Schweissen & Schneiden, Sifer.

UN GROUPE APORTEUR DE SOLUTIONS DEPUIS 1905



L'Institut de Soudure est un groupe entrepreneurial, apporteur de solutions, innovant dans le domaine du soudage, de l'assemblage, des contrôles associés et de la formation tant en France qu'à l'international.



INSTITUT
de SOUDURE
GROUPE

RECHERCHE EXPERTISE | FORMATION | INSPECTION CONTRÔLES | CERTIFICATION

isgroupe.com

Éditorial

« Place à l'info continue ! »



Bienvenue en 2023, une année importante pour votre revue *Soudage et techniques connexes*. Dans ce premier numéro de l'année, vous retrouverez tous les éléments que vous appréciez : le portrait, les actualités, les retours d'expérience, le dossier, les CND, les infos de la profession, les papiers techniques et les outils pratiques comme l'agenda. En somme, rien de nouveau pour ce numéro ! Mais faut-il prendre la parole dans l'édito pour annoncer que rien ne change ? Pas vraiment...

Ce premier numéro reste identique à ceux que vous connaissez depuis un peu plus d'un an. Le suivant ne vous déstabilisera pas non plus, car il rassemblera tous nos "classiques". Mais il comprendra une petite subtilité : une section bilingue (français/anglais) à l'occasion de la tenue du salon *Schweissen & Schneiden*. Alors, pourquoi tant de mystère dans cet éditto ?

Vous l'avez peut-être déjà compris, le prochain numéro de la revue *STC* sera associé à ce grand salon international qui n'a lieu qu'en septembre 2023. Notre prochain numéro ne sortira donc dans sa version papier que pendant l'été 2023. Mais que se passe-t-il entre la sortie de ce numéro et le suivant ? La réponse est simple : la mise en ligne de notre site média. Place à l'info continue !

Nous vous apporterons encore plus d'infos sur ce site qui reprendra les grandes sections de la revue papier. Notre planning rédactionnel ne change pas d'un iota. Le dossier dédié par exemple à la simulation du soudage ou le guide technique consacré aux générateurs de soudage seront bien publiés. Mais en ligne. Avec tous les enrichissements multimédias possibles. Vous continuerez de faire connaissance avec les professionnels du secteur. Vous continuerez de prendre connaissance des dernières actualités. Ce nouveau site internet sera en ligne prochainement et librement accessible. Pour avoir accès au contenu complet, il vous suffira de créer un compte. Nos fidèles abonnés auront évidemment accès aux archives et au contenu premium... Et nous nous permettrons de débarquer dans votre boîte e-mail chaque lundi matin pour que vous preniez connaissance de l'info de la semaine. On ne se quittera plus !

Bonne lecture, papier ici, sur écran un peu plus tard...

Nicolas Gosse
Rédacteur en chef

REJOIGNEZ LES MEMBRES DE L'INSTITUT DE SOUDURE

VEILLE
TECHNOLOGIQUE

SUPPORT
TECHNIQUE



RÉSEAU



En adhérant, vous intégrez un réseau de 270 sociétés partageant un même intérêt pour le soudage, les matériaux, la fabrication additive et les contrôles associés ; vous profitez du support technique de nos experts ; vous prenez une longueur d'avance grâce aux événements techniques et à la veille documentaire.

membres.isgroupe.com



INSTITUT
de SOUDURE
GROUPE

RECHERCHE EXPERTISE | FORMATION | INSPECTION CONTRÔLES | CERTIFICATION

isgroupe.com

Bruno Bouygues

« Gys sera en Europe la deuxième marque de soudage en mécanisation »

Entretien avec Bruno Bouygues, président-directeur général de Gys, un groupe familial français innovant, actif dans la conception et la fabrication de matériel de soudage, que ce soit l'arc ou par point....

VOUS DISPOSEZ D'UNE USINE À LAVAL, EN FRANCE. QU'Y FAIT-ON ?

Bruno Bouygues : C'est une usine qui a grandi avec le temps. Elle a été reprise par mon père, Nicolas Bouygues. Je l'ai rejoint quelques années plus tard. Ensemble, nous avons essayé de construire une base industrielle verticalement intégrée. Dans notre usine de Laval, nous faisons de la conception, mais aussi la fabrication de l'ensemble des semi-ouvrés qui entrent dans la fabrication d'une machine. Notre savoir-faire englobe la tôlerie, la filerie, la câblerie, l'usinage, l'électronique, le développement de logiciels. L'ensemble des éléments qui entrent dans la fabrication de machines est fabriqué ici.

GYS A DÉMARRÉ EN 1964. PEU D'ACTIVITÉS RESTENT COMMUNES AVEC LES DÉBUTS. QUELLE EST L'HISTOIRE DU GROUPE ?

Bruno Bouygues : La société Gys a été fondée par la famille Stéphany, un papa et son fils, Guy et Yves. D'où son nom qui reprend leurs initiales. Le métier original de l'entreprise était la fabrication d'autotransformateurs - 110 volts, 230 volts. Petit à petit, ils se sont diversifiés dans la charge, donc les chargeurs de batterie, puis le matériel de soudage. Le groupe a été revendu. Nous l'avons repris, avec mon père, en 1997, à un moment où il connaissait des difficultés. Il y a une forme de résonance entre les fondateurs et cette deuxième famille d'entrepreneurs, puisque c'est encore un père et son fils qui écrivent le volet actuel de l'entreprise. Il y a 20 ans, Gys était principale-

ment dans la science du transformateur, l'électromécanique. Aujourd'hui, nous sommes plus dans la science de l'électronique, des logiciels, des objets communicants intelligents.

QUAND ON RENTRE DANS L'USINE, ON VOIT DES DRAPEAUX FRANÇAIS, ON VOIT LE PLAN FRANCE RELANCE. C'EST IMPORTANT D'AVOIR UNE USINE DE PRODUCTION EN FRANCE ?

Bruno Bouygues : En tant que Français, c'est pour moi fondamental. Et puis, le plan de relance nous a aidés aussi dans les investissements, donc j'en profite pour les remercier. Mon père et moi sommes ingénieurs de formation. Avec nos collaborateurs, nous sommes passionnés tous les deux par la conception, le développement et puis la fabrication de nos produits. Ainsi, avoir la possibilité de se lever le matin et d'aller dans une usine qui est l'une des plus modernes au monde dans notre industrie, représente, selon moi, une grande chance.

QUAND ON RENTRE, ON VOIT AUSSI VOTRE SLOGAN : « INVEST IN THE FUTURE ». QU'EST-CE QUE CELA SIGNIFIE ?

Bruno Bouygues : L'histoire du slogan est intéressante. Avec l'arrivée des filiales internationales, les patrons des filiales m'ont demandé de développer un *motto* dans lequel l'ensemble des collaborateurs du groupe puisse se retrouver. Nous avons travaillé tous ensemble, et à un moment nous nous sommes dit que finalement, ce qui était le plus important dans l'ADN de Gys, c'était d'investir : investir dans nos collaborateurs, et investir dans nos outils industriels, dans nos outils de commercialisation, dans nos

centres logistiques. Comme nous investissons tout en préparant le futur, nous avons combiné ces concepts et trouvé une phrase en anglais compréhensible : « *Invest in the future* ».

CHEZ VOUS, ON PARLE AUSSI BEAUCOUP D'INNOVATION. QU'EN EST-IL ?

Bruno Bouygues : L'innovation chez Gys a plusieurs sources, mais intellectuellement, nous la définissons selon deux axes : l'innovation produit et l'innovation processus. Le fait d'être verticalement intégré nous permet d'avoir une innovation processus exceptionnelle - peut-être l'une des plus riches dans notre secteur. L'innovation produit, quant à elle, se fait beaucoup en collaboration avec d'autres entités. Nous sommes par exemple à l'écoute de nos clients qui ont des besoins

qui n'arrêtent pas d'évoluer. Nous travaillons par ailleurs avec un écosystème de laboratoires, de startups, de fournisseurs, avec lesquels nous développons, de façon collaborative, soit des technologies, soit de nouveaux produits.



Bruno Bouygues, dirigeant de Gys.



Les locaux de l'usine de Laval (Saint-Berthevin) sont gigantesques. Le groupe a décidé de s'appuyer sur une production verticalisée.

VOUS PARLEZ D'USINE VERTICALEMENT INTÉGRÉE. EST-CE UNE PARTICULARITÉ ?

Bruno Bouygues : Oui. Ce n'était pas le cas lorsque nous avons repris l'entreprise, lorsqu'elle était concentrée sur la conception et l'assemblage final des produits. Mais lorsque nous avons commencé à voyager avec mon père et que nous sommes allés en Inde, en Chine, nous avons vu que nos grands concurrents asiatiques étaient verticalement intégrés ; c'est aussi le cas aux États-Unis. Donc, nous nous sommes dit que si un jour, nous voulions réussir - c'était il y a 20 ans - il fallait adopter la même stratégie. Nous nous sommes ainsi inspirés des meilleurs de la classe, qui étaient verticalement intégrés. Quelque 20 ans plus tard, nous avons constaté que cette stratégie nous avait été favorable. Pourquoi ? Parce que l'innovation et la bascule du monde de l'électromécanique vers l'électronique - d'abord simple, puis complexe, puis avec des écrans, puis connectée, et puis devant faire face maintenant à l'arrivée de l'intelligence artificielle -, permet d'accélérer lorsque vous êtes verticalement intégré. Cela offre la possibilité d'innover à tous les niveaux.

DANS CETTE INTÉGRATION VERTICALE, VOUS DISEZ DE TOUT SAUF DE LA PLASTURGIE. C'EST UNE QUESTION DE TEMPS OU BIEN EST-CE UN CHOIX ?

Bruno Bouygues : C'est une question de temps et de montée en compétences. Aujourd'hui, nous disposons de beaucoup d'imprimantes 3D pour faire soit du

prototypage, soit des gabarits, soit des petites séries, mais nous fabriquons des pièces qui se positionnent plutôt à l'intérieur des produits. Nous pouvons aussi, avec notre atelier de mécanique, usiner des plastiques durs. Pour autant, en ce moment, nous recrutons des ingénieurs en plasturgie pour, demain, préparer l'arrivée de ce dernier département qui nous manque, la plasturgie.

GYS COMPTE ENVIRON 1 000 SALARIÉS. DES QUESTIONS RELATIVES À LA RSE (RESPONSABILITÉ SOCIALE ET ENVIRONNEMENTALE DES ENTREPRISES) SE POSENT DONC. CE SONT DES SUJETS QUI VOUS TOUCHENT ?

Bruno Bouygues : Ce sont des sujets qui sont importants. Disons que c'est important de bien comprendre comment intégrer cela. Chez Gys, dans la réflexion sur la RSE, les premiers sujets sur lesquels nous nous sommes attelés

sont l'amélioration de nos processus et la documentation de ces processus. C'est pour cela que nous avons travaillé sur la norme ISO 14001. Nous sommes désormais certifiés, ce qui nous permet d'avoir un niveau assez élevé en qualité sécurité environnement (QSE). Le deuxième point, c'est l'innovation : l'innovation pour concevoir des produits qui consomment moins, qui sont plus frugaux pour la même application. C'est aussi le développement de charges à réinjection réseau pour moins consommer aussi dans l'usine. Nous fabriquons 2 à 3 000 produits par jour, qu'il faut tester à pleine puissance. Aujourd'hui, cette puissance est, après tests, dissipée dans des radiateurs ; demain, elle sera réinjectée dans le réseau électrique pour consommer moins dans l'usine. Ainsi, l'innovation produit, l'innovation processus et surtout la certification par des tiers de confiance participent à notre démarche RSE.

QU'EN EST-IL DU CÔTÉ SOCIAL, SOCIÉTAL ?

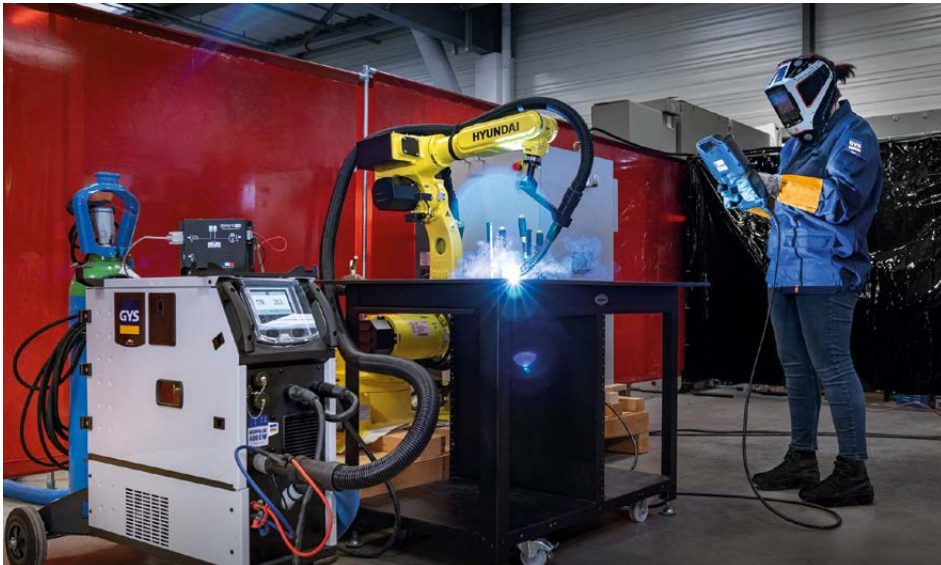
Bruno Bouygues : Nous avons collectivement la volonté de faire monter notre écosystème en compétences et toujours essayer d'emmener l'ensemble de nos collaborateurs vers ce qui se fait de mieux au monde. Cela représente de la formation, de l'incorporation de nouvelles compétences et aussi un dialogue fort. Et puis nous essayons d'être exemplaires pour pouvoir tirer tout le monde vers le haut.

QUELLE EST VOTRE FEUILLE DE ROUTE AUJOURD'HUI ? COMMENT VOYEZ-VOUS L'AVENIR, NOTAMMENT SUR LA ROBOTISATION ?

Bruno Bouygues : Historiquement, Gys faisait plutôt du matériel manuel ; c'est



Toutes les étapes de la production sont assurées en local.



La robotisation du soudage, un enjeu majeur pour Gys et son concept Sam...

un chemin que nous allons continuer d'emprunter. Nous avons beaucoup de nouveaux produits qui sont sortis cette année, notamment dans le domaine du process de soudage MIG. Toutefois, depuis 18 mois, nous avons décidé de commercialiser des produits autour de la robotique. Nous arrivons avec une innovation assez forte qui s'appelle Sam (pour *Smart Automation Module*). Ce dispositif nous permet d'interconnecter rapidement des robots et nos postes de soudage. Je pense que la mécanisation du monde est obligatoire, parce qu'il y a une perte de compétences dans beaucoup de domaines industriels. Cette mécanisation, et l'intelligence qui y est associée va permettre de compenser cette perte de compétences. Cela fait 18 mois que nous commercialisons cette innovation, mais cela fait sept ans que nous y travaillons. Les premiers résultats sont extraordinaires, et je pense qu'en 2023, Gys sera la deuxième marque de soudage en mécanisation en Europe.



De technologie numérique, le Neopulse 400 G est un générateur MIG/MAG pulsé à dévidoir séparé. Intuitive et fonctionnelle, son interface numérique permet d'agir sur les paramètres de soudage en toute simplicité.

VOTRE AMBITION AVEC SAM, C'EST DE PASSER DE LA SEMAINE À LA MINUTE ?

Bruno Bouygues : Aujourd'hui, les protocoles de communication et les bases de données ne sont pas compatibles. L'intégration robotique consomme donc un temps fou, surtout quand on n'est pas habitué. L'objectif de Sam, c'est exactement ça : c'est de passer d'une semaine à quelques minutes. L'inspiration vient de la connexion d'un ordinateur à une imprimante. Il y a 20 ans de cela, lorsque l'on perdait la disquette permettant de connecter l'un à l'autre, c'était compliqué. Aujourd'hui, c'est complètement automatique. Eh bien, aujourd'hui, l'objectif est de travailler sur des standards. D'abord, les dispositifs seront propriétaires, puis ils seront peut-être à terme, partagés pour, justement, faciliter la montée en compétences de la robotisation un peu partout dans le monde.

CLOUD ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE SONT-ILS DES CONCEPTS QUE L'ON PEUT LIER AU MONDE DU SOUDAGE ?

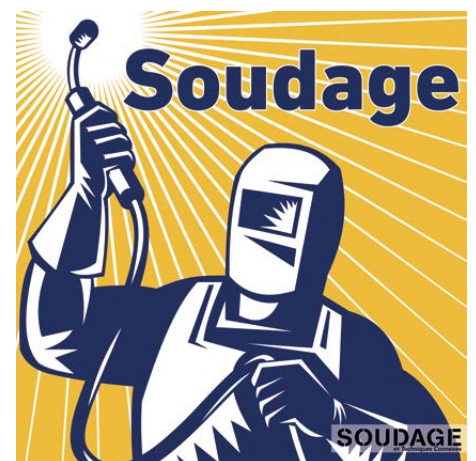
Bruno Bouygues : Oui. C'est peu connu, mais par exemple, une gamme de MIG pulsé implique une plateforme logicielle composée de plus de deux millions de lignes de code. Les MIG pulsés font partie des machines les plus sophistiquées au monde. Cette sophistication permet de tout souder. Aujourd'hui, nous avons de plus en plus de demandes pour transférer les résultats dans des tableaux. Ces tableaux pouvant être partagés via le cloud. Dans une problématique de traçabilité,

cela nécessite une communication entre les machines et le cloud. Or, comme les machines sont très rapides, puisqu'elles utilisent des microprocesseurs de dernière génération, cela sort énormément de données. Toutes ces données, il va falloir les traiter, et c'est là où l'intelligence artificielle devient intéressante.

COMMENT VOYEZ-VOUS L'AVENIR DE L'ENTREPRISE ET L'AVENIR DE SON DIRIGEANT AUJOURD'HUI ?

Bruno Bouygues : Gys est une entreprise familiale. Dans la mesure où j'ai un peu moins de 50 ans, je vais y rester encore une quinzaine d'années. Dans la famille, il y aura peut-être des enfants, des neveux qui seront intéressés à venir travailler dans l'entreprise, je ne sais pas. La question se posera dans une dizaine d'années. Au niveau de la structure familiale et capitalistique, comme tout est familial pour l'instant, nous regarderons ce qui se passe. Au niveau commercial et au niveau développement, Gys vend ses produits dans 132 pays. Toutefois, nous ne sommes implantés, aujourd'hui, que dans six pays. Nous disposons de deux usines : en France, l'usine de Laval, qui est très grande, et une usine en Chine. Mon objectif est d'avoir quatre ou cinq usines et peut-être une trentaine de filiales avant de prendre ma retraite.

Propos recueillis par Nicolas Gosse



Vous souhaitez entendre Bruno Bouygues et profiter de l'intégralité de l'interview ? Rendez-vous sur notre podcast.



<https://link.editocom.com/soudage>

Équipements

Révolutionner le soudage de l'aluminium

Le Titan XQ 400 AC puls refroidi par eau détient le procédé de soudage alternatif acArc puls XQ qui selon le fabricant, « révolutionne le soudage de l'aluminium. Que ce soit pour des tôles fines ou pour des applications manuelles ou automatisées, le cordon de soudure est aussi brillant qu'un diamant ». Il garantit une grande stabilité de l'arc électrique et une durée de vie plus longue. Ainsi les utilisateurs bénéficient d'une manipulation plus simple et l'émission de fumée de soudage est

réduite, celle-ci ne laisse pratiquement pas de trace de soudage. Le Titan XQ 400 AC est l'un des produits phares d'EWM, car il comprend tous les processus de soudage DC éprouvés et optimisés. Il est adapté dans le soudage MIG là où qualité et sécurité sont présentes.

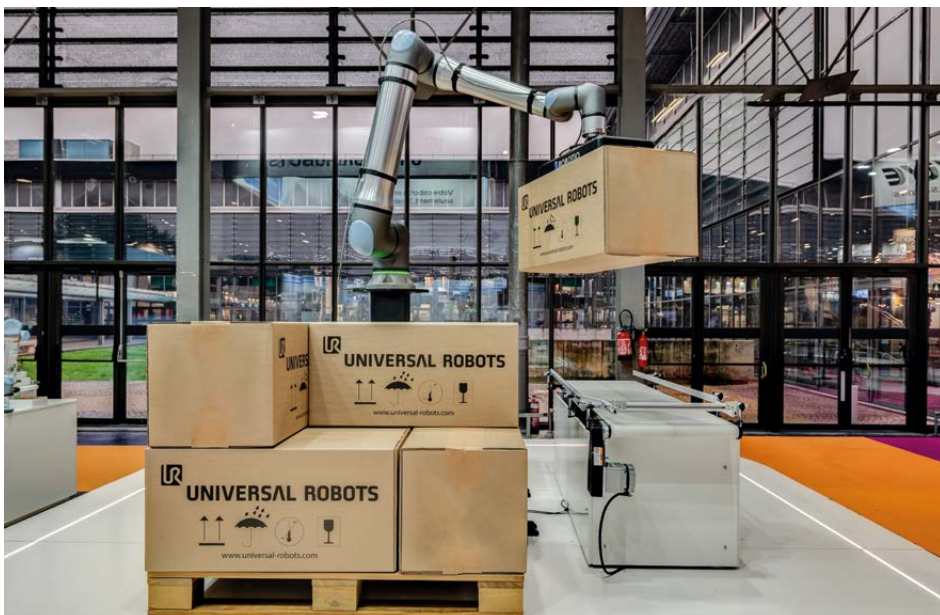
De plus, les utilisateurs peuvent facilement configurer le poste suivant leurs besoins et leur tâche grâce aux nombreuses options.



Robotisation

Voyants verts pour Universal Robots

Universal Robots, fabricant danois de robots légers et pionnier du secteur de la robotique collaborative au niveau mondial, a annoncé un chiffre d'affaires de 85 millions de dollars au quatrième trimestre, portant ainsi le chiffre d'affaires annuel de 2022 à 326 millions de dollars, en hausse de 5 % par rapport à 2021. Sur la base d'un taux de change constant, la croissance sur l'année aurait été de 12 %.



Malgré les changements sur le marché mondial, la demande globale d'automatisation devrait continuer à croître en 2023 et au-delà, sous l'effet de la pénurie crois-

sante de main-d'œuvre et des attentes des salariés quant à l'évolution des conditions de travail.

Universal Robots s'est préparée l'année dernière pour répondre à cette demande croissante. Le président de la société, Kim Povlsen, explique : « Nous avons initié en 2022 le développement d'une expertise de pointe dans les domaines du soudage, de la palettisation et du chargement de machines. Nous avons également travaillé avec notre écosystème de partenaires pour rendre l'automatisation encore plus accessible à toutes les entreprises. Globalement, cette année a été essentielle pour l'entreprise avec la construction de son nouveau siège social, le passage du cap des 1 000 employés et le lancement d'un nouveau cobot révolutionnaire. »

Ce cobot dont est si fier le président de l'entreprise est le UR20 qui présente aussi un nouveau design. Avec sa conception d'articulations entièrement nouvelles, son utilisation permettra des temps de cycle encore plus rapides ainsi que la capacité de gérer des charges plus lourdes. Sa portée de 1 750 mm a été conçue pour travailler sur toute la hauteur de l'europalette standard. Outre la palettisation, l'UR20 est idéal pour des tâches de soudage, de manutention, de chargement/déchargement et de supervision des machines, ainsi que pour les solutions innovantes créées par son écosystème de partenaires.

Équipements

RS lance une station de soudage intelligente tout-en-un

Les nouvelles pannes de soudage équipées de puces électroniques permettent de contrôler complètement le processus de soudage assurant ainsi la traçabilité de toutes les applications ainsi que de tous les appareils.

RS complète son offre avec la nouvelle plateforme de soudage manuel de 300 W de la gamme WXsmart de Weller. Cette plateforme prend en charge toutes les applications de soudage dans une seule et même station. Associée à une nouvelle gamme de fers à souder dotés de pannes intelligentes, la station WXsmart permet de contrôler entièrement l'ensemble des opérations durant le processus de soudage.

WXsmart est une unité centralisée qui prend en charge plusieurs utilisateurs - des opérateurs et superviseurs aux départements de R&D et de réparation - et toutes les applications de soudage, y compris le pico-soudage de haute précision, le micro-soudage traditionnel, l'ultra-soudage intensif, les opérations de reprise, le dessoudage et le soudage à l'air chaud. Elle peut contrôler simultanément plusieurs dispositifs et processus, notamment l'extraction des fumées, la plaque de préchauffage et le bain de soudure.

Elle prend également en charge le nouveau module de reprise deux en un de la gamme WXair de Weller qui dispose d'un conduit d'air et d'un conduit d'aspiration.

L'ensemble du processus est contrôlé de bout en bout, depuis le fer à souder jusqu'à la station de soudage. Les nouvelles pannes intelligentes avec puce intégrée accélèrent significativement le processus de chauffage qui s'effectue en général en environ 3 secondes. Elles permettent également l'identification



automatique de la panne, le stockage de données et des numéros de série individuels afin de garantir la traçabilité complète des opérations de soudage. Elles disposent aussi de fonctions de mise en veille et de verrouillage de la température. La nouvelle gamme de fer à souder comprend les modèles WXMPS MS et WXUPS MS (T0052923599) conformes aux spécifications de la norme militaire MIL-SPEC.

Une large gamme d'options de connexion rapide est proposée via les interfaces WiFi, LAN, USB et une paire de ports RS232. La prise en charge des normes IoT et de l'industrie 4.0 facilite le contrôle à distance depuis un appareil mobile, garantit une traçabilité totale et assure l'intégration aux systèmes ERP existants.

L'application Smart Control de Weller affiche en temps réel un tableau de bord sur l'écran d'un PC, un smartphone et une tablette.

L'autocalibrage rigoureux de la station WXsmart s'effectue en moins de 10 secondes via le dispositif de mesure de température de haute précision de Weller. Cette solution présente l'avantage d'intégrer des capacités d'extraction de données numériques pour assurer la gestion de la qualité et réaliser des audits, garantir la complète traçabilité du processus d'étalonnage et le décalage automatique des pointes.

WXsmart est compatible avec les outils et les pannes de soudage, de dessoudage et de soudage à air chaud utilisés précédemment. Son écran résistant à la chaleur, son système breveté de protection contre les décharges électrostatiques et des indicateurs lumineux annulaires à Led sécurisent l'utilisation de cette station de soudage.

La station de soudage WXsmart de Weller est commercialisée dès à présent par RS dans la région EMEA.

PHL des robots de soudage

Yaskawa Europe et Alma concluent un accord de partenariat

Yaskawa Europe et Alma annoncent la signature d'un contrat de partenariat. Dans le cadre de cet accord qui s'inscrit dans le droit fil d'une collaboration historique entre les deux acteurs, le logiciel Almacam Weld d'Alma devient la solution de PHL (programmation hors-ligne) de référence au catalogue de Yaskawa Europe et sera activement promu par le constructeur auprès de ses clients avec le support d'Alma.

LA PHL, UN LEVIER ESSENTIEL POUR LA PRODUCTIVITÉ DES INSTALLATIONS DE SOUDAGE ROBOTISÉ

La programmation hors-ligne, qui permet de programmer graphiquement un robot à partir d'une scène virtuelle et de simuler ses mouvements, est plus qu'une alternative à la programmation classique par apprentissage. C'est une approche de

plus en plus courante chez les industriels, d'autant plus intéressante que les produits fabriqués sont variés, modulables ou soumis à de fréquentes adaptations, et que les séries à produire sont petites.

En Europe, ce sont plusieurs dizaines d'entreprises de toutes tailles qui utilisent la solution de PHL Almacam Weld pour programmer leurs robots de soudage Yaskawa ou Motoman. L'accord officialisé entre les deux acteurs concrétise ainsi une coopération de longue date sur le terrain, les équipes d'Alma et de Yaskawa Europe ou leur revendeurs locaux (Espagne, Portugal, Pays-Bas...) travaillant déjà de concert pour fournir une solution robotique hautement performante à leurs clients.

Les capacités du logiciel Almacam Weld, en particulier en matière d'automatisa-

tion réduisant drastiquement les temps de programmation de pièces, ont été particulièrement appréciées.

UN CADRE FLEXIBLE QUI PRÉFIGURE UN VÉRITABLE PARTENARIAT STRATÉGIQUE

Ce partenariat permet de compléter l'offre de Yaskawa Europe pour le soudage robotisé avec une solution logicielle experte et reconnue sur le marché, 100 % propriétaire, développée par un pionnier de la PHL qui est par ailleurs un groupe indépendant. « Grâce à Alma nous allons pouvoir augmenter la valeur ajoutée de nos solutions et fournir une solution clé en main à nos clients », annonce Richard Tontsch, directeur marketing de Yaskawa Europe. D'autre part le partenariat a été élaboré pour offrir un maximum de flexibilité, de l'avant-vente de la solution au support technique, afin de permettre à nos équipes ou à nos revendeurs locaux de s'adapter à toutes les situations ». Pour cela, Yaskawa Europe pourra s'appuyer sur la présence d'Alma dans différents pays européens et sur ses équipes locales d'experts pour la localisation du service aux clients finaux. L'objectif à terme pour le constructeur est de gagner en autonomie de manière à pouvoir assurer directement la mise en route et le support du logiciel auprès des clients.

« Nous nous réjouissons de cet accord avec un acteur majeur de la robotique et qui officialise les liens forts tissés avec Yaskawa en Europe », explique Christelle Savorgnani, responsable commerciale et marketing de la division logiciels CFAO d'Alma. C'est la concrétisation de notre expertise de plus de 25 ans en PHL et de notre capacité à innover sans cesse pour améliorer la productivité des installations de soudage robotisé, apporter de la flexibilité à la production et réduire les coûts d'exploitation de nos clients. C'est aussi le fruit d'une vision partagée de l'industrie, de la collaboration comme facteur clé de succès pour toutes les parties prenantes et des valeurs humaines, essentielles pour inscrire la relation partenariale dans la durée. »



De gauche à droite : Florent Hodiesne (directeur de la BU Système chez Yaskawa France), Nolwenn Ista (responsable des achats chez Yaskawa France), Emmanuel Jeantet (Channel Manager chez Alma), Christelle Savorgnani (responsable commerciale et marketing chez Alma), Bruno Schneckeburger (PDG de Yaskawa Europe), Laurence Ruffin (PDG d'Alma) et Pascal Jeangirard (directeur général de Yaskawa France).

INTERNATIONAL TRADE FAIR
JOINING ▴ CUTTING ▴ SURFACING

SCHWEISSEN
& SCHNEIDEN



No. 1
IN THE WORLD



LET'S JOIN
THE WORLD!

September 11 - 15, 2023

VISIT US!

www.schweissen-schneiden.com



GERMAN WELDING
SOCIETY

MESSE
ESSEN

SOUDAGE

et Techniques Connexes

La revue française des métiers du soudage éditée depuis 1909 par l'Institut de Soudure

Soudage et Techniques Connexes, également connue comme *STC*, est la seule revue francophone entièrement consacrée au soudage, au coupage, aux traitements thermiques et aux contrôles non destructifs (CND) et à leurs applications.

STC, c'est aujourd'hui :

• une revue papier semestrielle • un site internet d'informations hebdomadaire



• une page LinkedIn



RETROUVEZ DANS CHAQUE NUMÉRO ET SUR NOTRE SITE **NOUVEAU !**

Soudage et Techniques Connexes, c'est :

- ✓ Le dossier
- ✓ Le focus technique
- ✓ Les avant-premières et les compte rendus de salons et de manifestations
- ✓ Les actualités entreprises, produits, technologies, QHSE et EPI
- ✓ La rubrique "Rencontre avec..." pour échanger avec les principaux acteurs et les dirigeants du monde du soudage
- ✓ La vie de la profession
- ✓ La veille technologique et stratégique
- ✓ Les articles Études & Recherches.

NOS FORMULES D'ABONNEMENT

- Deux offres : 100 % numérique ou Papier + numérique
- Recevez, deux fois par an, la version numérique ou la revue papier chez vous.
- Accédez à l'intégralité de nos contenus exclusifs sur le site : reportages, interview, archive des articles Études & Recherches, newsletter hebdomadaire et bien plus encore.

VOTRE CONTACT

Institut de Soudure - STC
Service Abonnements : CS 70001
59361 Avesnes-sur-Helpe Cedex
Tél. +33 3 61 99 20 04
abonnements.soudage@gmail.com

ABONNEZ-VOUS EN LIGNE sur membres.isgroupe.com/magazine/soudage-techniques-connexes



Détection des anomalies

Le Deep Learning accessible et facile à utiliser

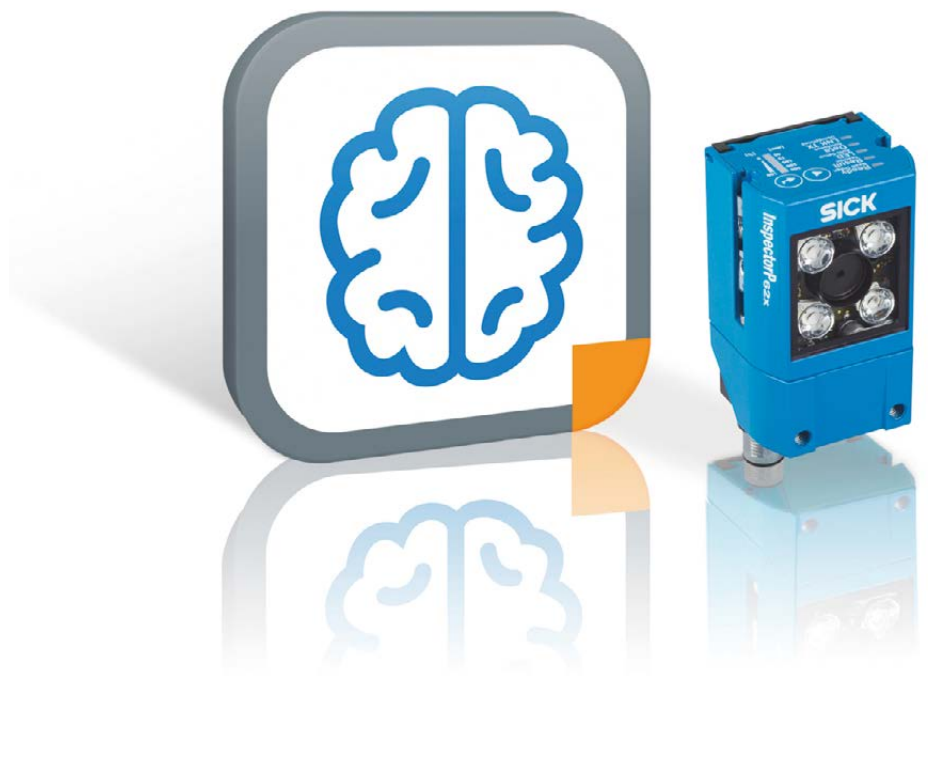
Compatible avec toute la gamme de capteurs de vision 2D InspectorP6xx, un nouvel outil de Sick permet aux utilisateurs de maîtriser facilement les applications complexes avec des défauts imprévisibles telles que l'inspection des surfaces, des jointures, des colles, des soudures et des outils de moulage par injection.

Sick annonce l'activation de son outil de détection d'anomalies, facile d'utilisation, au sein de l'ensemble d'outils « *Intelligent Inspection* », qui fait partie de la Sick Nova SensorApp. Compatible avec toute la gamme de capteurs de vision 2D InspectorP6xx, cela permet aux utilisateurs de maîtriser facilement les applications complexes avec des défauts imprévisibles telles que : l'inspection des surfaces, des jointures, des colles, des soudures et des outils de moulage par injection. En particulier là où elles pouvaient auparavant défier l'automatisation en utilisant des systèmes de vision basés sur des règles.

Grâce à l'avantage de former une solution basée sur des exemples réels au lieu d'établir des règles, l'utilisateur est maintenant en mesure de maîtriser de nouvelles applications qu'il n'était pas possible de résoudre auparavant. Il peut également utiliser des outils de vision traditionnels basés sur des règles et le deep learning pour résoudre l'application, et ainsi bénéficier des avantages de deux mondes en même temps.

PROCESSUS INTUITIF DE RÉOLUTION DES DEMANDES SUR LE DISPOSITIF

Grâce à l'outil de détection des anomalies, les utilisateurs peuvent effectuer toutes les étapes, telles que la collecte d'images,



l'étiquetage, l'entraînement, l'évaluation et, enfin et surtout, l'exécution, directement sur l'appareil, ce qui permet de résoudre rapidement et facilement les applications.

« *Comme le processus complet se fait uniquement sur les capteurs de vision Sick InspectorP6xx, l'utilisateur économise du temps et des efforts dans le processus de résolution de l'application*, explique Anders Gibeck, chef de produit vision industrielle 2D chez Sick. *Vous êtes guidé jusqu'à une solution simple grâce à l'approche de formation d'image basée sur des exemples et à l'interface facile à utiliser* »

MOINS D'IMAGES NÉCESSAIRES ET CARTE THERMIQUE

Grâce à l'outil de détection des anomalies, les utilisateurs peuvent entraîner leur solution en se basant uniquement sur de bonnes images de référence. Cela est particulièrement avantageux lorsque

seuls quelques mauvais échantillons sont disponibles pendant le processus de résolution de l'application. En outre, l'outil de détection des anomalies indique à l'aide d'une carte thermique où se trouve le défaut dans l'image, ce qui fait gagner du temps à l'ingénieur qualité.

EXTENSION SANS FAILLE À L'INSPECTION DE LA QUALITÉ

L'ensemble d'outils Intelligent Inspection de Sick est disponible comme une extension transparente de l'ensemble d'outils d'inspection de la qualité dans Sick Nova SensorApp, préinstallé sur toutes les caméras InspectorP6xx. En combinant la vision artificielle traditionnelle pour l'inspection de la qualité avec une puissante capacité étendue de Deep Learning, Intelligent Inspection ouvre aux utilisateurs des possibilités d'automatiser des inspections difficiles qui n'étaient pas possibles auparavant.

Inspection et assistance technique

Corrosia passe dans le giron de l'IS

La société Corrosia a rejoint le groupe Institut de Soudure le 1^{er} janvier 2023. Cette acquisition a été signée le 22 décembre 2022 par Antoine Legros, président du groupe Institut de Soudure et Victor Rodriguez, président de Corrosia.

Créée à l'origine en 2014 pour l'inspection et l'expertise de revêtements anticorrosion, notamment pour répondre aux besoins du secteur de l'énergie, Corrosia s'est ensuite diversifiée dans le contrôle métal et soudure des structures métalliques. La nouvelle filiale du groupe intervient aujourd'hui pour le compte de donneurs d'ordres dans les secteurs de la construction, de l'industrie, de l'énergie en leur proposant diverses solutions d'as-

sistance technique, d'inspection et d'expertise sur leurs structures métalliques. Elle intervient sur tout le territoire français, le Royaume-Uni, mais aussi dans différents pays européens comme la Belgique, l'Espagne ou les Pays-Bas.

L'acquisition de Corrosia permet au groupe Institut de Soudure de compléter son offre sur le marché de la recherche de corrosion avec un effectif d'une dizaine de salariés. Les deux entités qui coopèrent déjà sur des projets depuis plus de deux ans, ont pu noter leur culture commune sur le plan technique et humain ainsi que leur complémentarité.

L'ambition du groupe Institut de Soudure est de poursuivre le développement de sa nouvelle filiale en s'appuyant sur son réseau riche de 28 sites en France

et de 35 au total dans le monde et sur Victor Rodriguez qui en reste le manager opérationnel. Il explique : « *c'est une belle opportunité pour l'équipe Corrosia d'intégrer un groupe qui offre des perspectives d'évolution de carrière, mais aussi de développement de l'activité de sa nouvelle filiale* ». Côté acheteur, Antoine Legros détaille : « *cet accord s'inscrit dans la stratégie de croissance du groupe, qui passe par des gains de part de marché, en s'appuyant sur la qualité de ses équipes, mais aussi par de la croissance externe en recherchant des entreprises innovantes partageant une forte culture technique* ».

Pour 2022, le groupe annoncera une croissance de son chiffre d'affaires supérieure à 5 % sur l'année et de l'ordre de 15 % depuis 2019. Les perspectives 2023 sont du même ordre hors acquisition.

Ressources humaines

Institut de Soudure Association et Institut de Soudure Thailand certifiées Great Place To Work

Deux entités du groupe Institut de Soudure obtiennent la labellisation *Great Place to Work*. Un label qui atteste du bien-être au travail des collaborateurs et qui récompense les entreprises où il fait bon travailler.



Cette performance est le résultat d'une démarche d'amélioration constante des pratiques du groupe Institut de Soudure pour favoriser le bien-être au travail. Cette certification résulte d'une progression constante évaluée par l'organisme

tiers, et ce, dans toutes les dimensions analysées et avec une vraie participation des salariés. Les deux tiers d'entre eux répondent aux enquêtes... Pour Antoine Legros, président de l'Institut de Soudure : « *l'obtention de ces premiers labels est une grande satisfaction, mais non un aboutissement. Le groupe a l'ambition de continuer à s'améliorer pour renforcer encore la cohésion interne et favoriser l'engagement. La qualité de vie au travail est un des axes majeurs de la politique RSE du groupe Institut de Soudure* ».

L'obtention de ce label GPTW constitue un atout pour le groupe qui a une politique ambitieuse de croissance de son chiffre d'affaires, avec la volonté de fidéliser ses équipes et de recruter de nouveaux talents (300 personnes en 2023). Un cercle vertueux qui permet d'apporter la satisfaction à ses clients avec l'ambition affichée d'être apporteur de solutions pour une industrie plus sûre et durable.





VRTEX®
weld green

VRTEX® 360 COMPACT

REND LA FORMATION VIRTUELLE
AU SOUDAGE PLUS INTUITIVE,
PLUS RAPIDE ET PLUS EFFICACE

Venez nous rencontrer sur notre stand 6N77

GLOBAL | **07-10 MARS**
INDUSTRIE | **2023** **EUREXPO**
LYON
L'INDUSTRIE DE DEMAIN S'INVENTE ICI

LINCOLN®
ELECTRIC

www.lincolnelectric.fr

Par Cédric Lardière

Assemblages vissés

Le projet Fova ambitionne de définir des méthodes d'essais plus simples pour le serrage



C'est une chose de pouvoir mettre en œuvre de nouvelles méthodes de serrage, mais c'en est une autre de pouvoir les contrôler, et ce d'une manière industrielle.

Le Cetim a profité d'une journée technique organisée en novembre 2022, notamment sur les assemblages vissés, pour présenter les avancées du projet Fova (fiabilisez et optimisez vos assemblages). Ce dernier porte sur la mise en œuvre du serrage, la fiabilité en service des assemblages et la conception du dimensionnement.

À l'instar des assemblages soudés, la qualité des assemblages vissés, destinés aux équipements et structures industrielles requérant des assemblages démontables, revêt une importance tout aussi importante, du fait notamment de leur fonction de sécurité. S'il existe un large éventail de normes et de méthodes d'essais garantis-

sant la qualité des serrages, et donc celle des assemblages, ce n'est pas forcément le cas dans certains secteurs industriels ou pour certaines techniques de serrage.

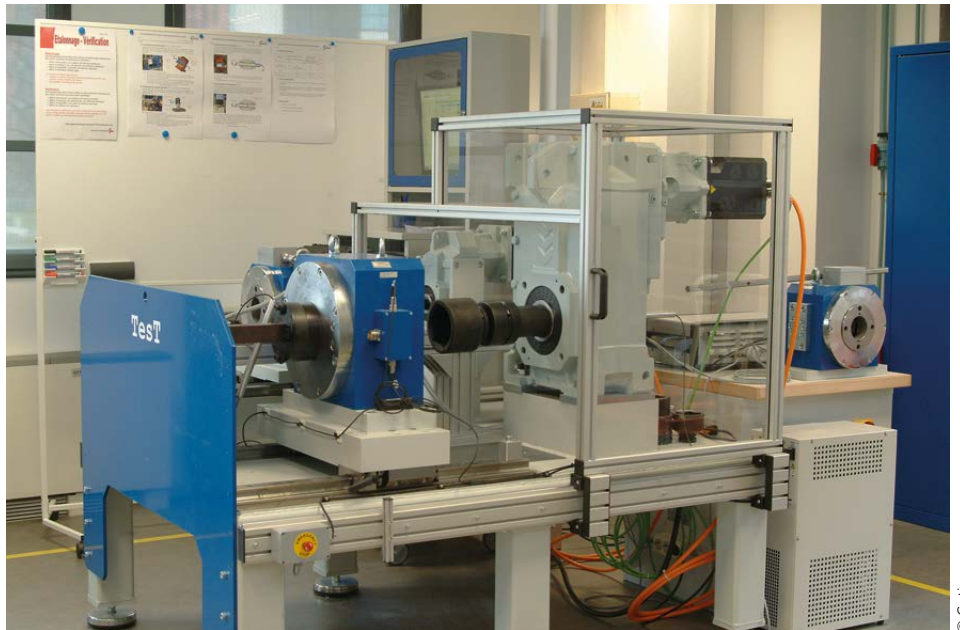
« Par exemple, le serrage au précouple à angle fait partie des techniques connues et même couramment utilisées dans certains domaines tels que l'automobile. Mais nous ne trouvons pas de normes sur ce sujet et nous ne disposons ni de guides ni de référentiels, contrairement au serrage au couple », constate Christophe Delcher, expert en vissage au Centre technique des industries mécaniques (Cetim), lors de la journée technique intitulée "Les assemblages, de la R&D à l'industrialisation" (voir STC n°456), qui s'est tenue le 9 novembre 2022 au Cetim de Saint-Étienne (Loire).

Au cours de cette journée, les intervenants du centre technique ont levé un coin du voile sur Fova, le projet stratégique sectoriel de R&D. Après une phase bibliographique et d'évaluation de l'existant, qui s'est déroulée en 2021, il se concentre depuis 2022 sur le cœur du sujet, à savoir les études et les caractérisations expérimentales, la définition de méthodes d'essais et le développement de modèles, d'approches analytiques, pour les calculs, et d'outils. « L'objectif à terme, c'est-à-dire en 2025, est de réaliser des guides reprenant les résultats des différentes campagnes de mesures et les règles de l'art, de définir des méthodes d'essais et de permettre de rédiger des projets de normes françaises », résume Christophe Delcher.

RÉDIGER DES GUIDES DE L'ÉTAT ET DES RÈGLES DE L'ART

Le projet Fova s'articule autour de trois axes : la mise en œuvre du serrage, la fiabilité en service des assemblages et la conception du dimensionnement. Les objectifs de l'axe 1 (la mise en œuvre du serrage) sont donc de rédiger un guide de l'état et des règles de l'art, ainsi que de réaliser un comparatif des méthodes et des solutions pour le serrage au précouple à angle, le serrage à la tension et le contrôle du serrage.

« Pour le serrage au précouple à angle, cela passe par la définition de méthodes d'essais, l'étude et la validation de modèles de calcul, ainsi que la prise en compte d'une approche de serrage "plastique". Au-delà des guides, il s'agira, par la suite, de définir des normes



Le Cetim utilise ce banc de serrage pour valider les configurations retenues pour les études expérimentales dans la mise en œuvre du serrage au précouple à angle.

afin de pouvoir mettre en œuvre un serrage au précouple à angle de manière fiable industriellement », insiste Christophe Delcher. Le Cetim finalise d'ailleurs une campagne d'essais, qui va permettre de valider les configurations retenues pour les études expérimentales en ce qui concerne la mise en œuvre du serrage au précouple à angle. Les résultats obtenus devraient également permettre d'alimenter des modèles de calcul mathématique simplifiés, précis et prédictifs, ce qui éviterait de nombreux essais pour mettre en œuvre une gamme de serrage à angle.

Pour le serrage à la tension, le Cetim porte son attention surtout sur l'évaluation de solutions apparues sur le marché ces dernières années. C'est une chose de pouvoir mettre en œuvre de nouvelles méthodes de serrage, mais c'est une autre de pouvoir les contrôler, et ce d'une manière industrielle. Pour la mesure de tension, par exemple, tout le monde connaît depuis des décennies la mesure dimensionnelle, la technique par ultrasons ou les jauges de contraintes (ou jauges extensométriques).

Mais on voit arriver sur le marché, ces dernières années, de nouvelles solutions innovantes (voir notre article page 21), bien souvent connectées, qui viennent en complément des méthodes traditionnelles. L'étude menée dans le cadre du projet Fova permet d'identifier et de tester les méthodologies simplifiées

- c'est essentiel pour un déploiement industriel - pour un serrage au couple et les méthodes adaptées au serrage au précouple à angle (comportements élastique et élastoplastique).

DES TRAVAUX ISSUS D'UN PARTENARIAT AVEC STELLANTIS

L'axe 2 du projet Fova, la fiabilité en service des assemblages, a pour objectifs de rédiger un guide pour la caractérisation du coefficient d'adhérence aux interfaces, ainsi que de méthodes d'essais, là encore en vue d'une normalisation. « Aujourd'hui, on s'intéresse beaucoup au coefficient de frottement dans les assemblages vissés pour le serrage de couple, un sujet très bien renseigné dans les normes et les méthodes d'essais. Mais les choses sont beaucoup moins bien connues lorsque l'on explore les frottements entre pièces », constate Christophe Delcher.

Certes, il existe des essais de tribologie classiques, mais la spécificité des assemblages vissés fait que ces essais ne répondent pas exactement à ce que les acteurs du projet recherchent. Dans la construction métallique, il existe également des essais normalisés selon la norme NF EN 1090-2 pour la maîtrise des frottements aux interfaces. « Mais dès que l'on s'écarte des géométries d'assemblage classiques de la construction, les résultats sont plus délicats à interpréter, parce que les zones de frottement peuvent intervenir à différents endroits, et ils ne sont forcément plus

JOIN! THE FULL WELDING SOLUTIONS!

for your Lasting Connections

Savoir-faire métallurgique

Services sur site/hors site

Machines de soudage

Produits d'apport de soudage

Accessoires

Nombreux sont les facteurs susceptibles de contribuer à l'obtention de soudures parfaites : les matériaux de base, la machine de soudage, les produits d'apport, et bien plus encore. Il n'en reste pas moins qu'une Full Welding Solution de Böhler Welding offre bien plus que l'ensemble des pièces qui la composent. Nous faisons autorité dans le domaine de la métallurgie du soudage, et c'est sur cette base que nous élaborons nos solutions. Nos spécialistes compétents et dévoués sont là pour vous accompagner tout au long du processus et resteront à vos côtés jusqu'au terme des travaux.

JOIN! Your Full Welding Solution.

voestalpine Böhler Welding
www.voestalpine.com/welding

voestalpine
ONE STEP AHEAD.



Scan for
more infos

cohérents. Et ce sont des essais relativement coûteux », souligne Christophe Delcher.

Pour la caractérisation des frottements aux interfaces, notamment en présence de sollicitations transversales, le Cetim peut s'appuyer sur des travaux qu'il avait déjà menés, en partenariat avec le groupe Stellantis (PSA à l'époque), sur un moyen d'essais ressemblant à un étau instrumenté. On vient exercer une pression, représentative d'un effort de serrage, sur des plaquettes percées dans des dimensions proches de ce que l'on peut trouver en utilisation et elles aussi, représentatives des interfaces des assemblages. On provoque ensuite un glissement et on mesure l'effort de glissement pour déterminer le coefficient de frottement entre les pièces.

« Nous voulons ainsi proposer une méthode d'essais normalisée, plus simple et moins coûteuse que ce qui existe aujourd'hui pour déterminer, d'une manière fiable, le coefficient de frottement entre pièces, et qui s'adapterait plus facilement à des cas d'application particuliers de par la simplicité des éprouvettes. Nous envisageons également de créer une base de données sur des configurations de matériaux classiques que l'on retrouve dans les assemblages vissés », ajoute Christophe Delcher.

Dans le cas de l'axe 2, le Cetim s'intéresse également à la tenue au dévissage. Il s'agit, là, d'enrichir les guides déjà disponibles en apportant des éléments supplémentaires pour aider au choix d'une solution de sécurisation contre le dévissage en fonction des modes de sollicitations qui peuvent influencer le dévissage (déplacements transversaux alternés, chocs transversaux, flexion alternée). « Certains tests sont plus souvent utilisés

dans l'aéronautique, d'autres dans le ferroviaire, mais personne ne peut dire quel test est le mieux adapté à un cas d'application donné. Un bilan comparatif des différents modes de sollicitation vis-à-vis du dévissage permettrait d'orienter le choix », précise Christophe Delcher.

APPROCHES ANALYTIQUES POUR ASSEMBLAGES À MULTIFIXATIONS

Avec le troisième et dernier axe, le projet Fova vise à développer une ou des approches analytiques simples à mettre en œuvre permettant d'estimer une distribution fiable des sollicitations externes sur les fixations en prenant en compte leur nombre et leur répartition, le niveau de serrage, les types de chargement et la rigidité des pièces assemblées. « Lors de la conception et du dimensionnement d'un assemblage doté d'une trentaine de fixations, par exemple, il est important de connaître la répartition des charges et le niveau de sollicitation sur chacune des fixations. Des modèles à éléments finis existent dans la littérature, mais ils sont lourds et souvent peu précis. Ces approches ne sont donc pas suffisamment fiables : soit elles sous-estiment les efforts pour certains points, soit elles surestiment pour d'autres points », explique Christophe Delcher.

La démarche menée par le Cetim est, d'une part, de développer des modèles analytiques, des méthodologies simplifiées plus précises et des outils et, d'autre part, de valider ces modèles et méthodologies par une étude numérique, via des méthodes des éléments finis, et une étude expérimentale. « Le projet stratégique de R&D Fova est ouvert à toutes les entreprises mécaniciennes françaises, qui souhaitent suivre les travaux relatifs aux assemblages vissés », encourage Christophe Delcher.

Par Cédric Lardière

Assemblages vissés

Des solutions innovantes se font une place pour la mesure de tension

A côté des techniques traditionnelles (mesure dimensionnelle, ultrasons et jauges de contraintes), des jeunes pousses ont développé des solutions, souvent basées sur une mesure optique. Le Cetim en a identifié et testé quatre : les solutions de TensionCam, de Sedwell, de Strainlabs et de Cathelain Bolt.

c'est qu'un boulon M8 x 30 avec une longueur serrée à trois fois le diamètre (24 mm) et à 75 % de la limite d'élasticité génère un allongement de 30 à 40 µm. Il faut donc disposer d'un moyen capable de mesurer ces allongements avec une précision suffisante, une précision qui dépend de la mesure elle-même », explique Thibault Royer.



La solution de TensionCam s'appuie sur l'usinage de motifs dans la tête de vis. Une fois cette dernière sous tension, un capteur, installé sur la tête de vis, va prendre des images des motifs et, selon leur déformation, une application web va permettre d'analyser la déformation de la tête.

L'un des aspects abordés par le projet stratégique de R&D Fova (fiabilisez et optimisez vos assemblages), qui s'inscrit dans l'axe 1, à savoir la mise en œuvre du serrage, porte sur le contrôle du serrage. « Dans le cadre de l'industrialisation de cette opération, c'est-à-dire la mise au point des gammes de serrage, nous devons disposer des moyens nous permettant de contrôler la tension », rappelle Thibault Royer, responsable de projets en technologie de vissage

au Centre technique des industries mécaniques (Cetim).

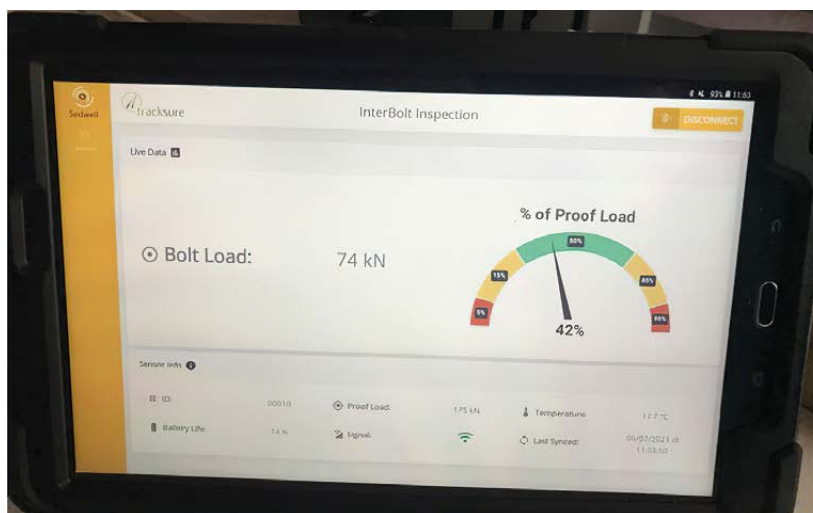
Comme l'effort subi par un boulon, par exemple, est directement proportionnel à sa déformation, ici l'allongement, la mesure de ce dernier, avant serrage et après serrage - le boulon s'allonge quand on serre -, permet de déterminer la tension. « Il s'agit donc toujours d'une mesure différentielle. Mais là où cela se complique,

LA GRANDE PRÉCISION DES JAUGES DE CONTRAINTES

Parmi les solutions de mesure traditionnelles, on retrouve évidemment la mesure dimensionnelle, la méthode par ultrasons et les jauges de contraintes. S'il est possible d'effectuer des mesures dimensionnelles assez fiables avec des pignes, des micromètres ou autres, ces techniques montrent, avec des petits boulons (M8, par exemple), assez vite leurs limites en termes de précision et de répétabilité. En particulier si les utilisateurs doivent faire de nombreuses mesures. « Et, surtout, il faut avoir accès aux deux côtés de la vis. Avec un assemblage taraudé, la mesure dimensionnelle n'est donc pas possible », rappelle Thibault Royer.

La méthode par ultrasons, elle, est très répandue de par son coût relativement peu élevé - la préparation d'une vis est assez rapide -, même si elle peut requérir une mise en œuvre compliquée, contrairement aux jauges de contraintes. Ces dernières nécessitent tout un ensemble d'opérations (collage, étalonnage, etc.), mais l'un de leurs principaux avantages réside dans leur grande précision.

À côté de ces techniques de mesure traditionnelles, on trouve aujourd'hui un large éventail de solutions innovantes pour la mesure de la tension. « Dans le cadre du projet Fova, nous en avons sélectionné quatre reposant sur des technologies différentes de la méthode par ultrasons et des jauges de



Le capteur développé par Sedwell est, une vis dans le fût de laquelle après usinage, une pige a été installée. Le déplacement de la pige est obtenu par mesure optique, au moyen d'une électronique installée sur la tête de vis et communiquant sur un réseau privé LoRa.

contraintes, et identifiées comme ayant un potentiel à explorer. Il s'agit des solutions de TensionCam, de Sedwell, de Strainlabs et de Cathelain », rappelle Thibault Royer.

DES SOLUTIONS CONNECTÉES

La solution du Suédois TensionCam s'appuie sur l'usinage de motifs dans la tête de vis. Une fois cette dernière sous tension, un capteur, installé sur la tête de vis et connecté en USB à un smartphone ou une tablette numérique, va prendre des images des motifs et, selon leur déformation, une application web va permettre d'analyser la déformation de la tête. L'application reconnaît la vis - la vis a été au préalable étalonnée sur une machine de traction - d'après le motif propre à chaque vis, puis permet de remonter à l'état de contrainte dans la vis et de surveiller le niveau de tension.

Pour Thibault Royer, « c'est une solution intéressante parce qu'elle repose sur l'usinage et la mesure de déformation de tête de vis. Il suffit de poser le capteur, sans avoir besoin ni d'électronique, ni de batterie, ni de câble. L'enregistrement des mesures est très également utile lorsque l'on fait une gamme de serrage. » Par contre, il regrette que « la solution ne fonctionne que si elle dispose d'une bonne connexion à un réseau de communication. Ce qui peut être embêtant lors de campagnes de mesure sur des éoliennes en rase campagne, ou même sur le site d'une entreprise. Cela pose également la question de la sécurité des données. »

Le principe de fonctionnement de la solution du Britannique Sedwell est tota-

lement différent de celui du système précédent. Le capteur est, ici, une vis dans le fût de laquelle, après usinage, une pige a été installée. Le déplacement de la pige, donc de la vis, est obtenu par mesure optique, au moyen d'une électronique installée sur la tête de vis, communiquant sur un réseau privé LoRa et intégrant la batterie. « Les données étant envoyées en direct sous forme d'un bargraphe, l'utilisateur voit immédiatement l'évolution de la tension, contrairement à d'autres solutions avec lesquelles on est obligé, par exemple, de prendre des clichés, d'interroger une base de données, etc. », explique Thibault Royer.

La solution de Sedwell est toutefois pénalisée par son électronique, qui est aujourd'hui difficilement miniaturisable. Elle est bien adaptée aux vis à partir de M16, mais pas à des vis plus petites. Un autre inconvénient peut être la durée de vie relativement courte de la batte-



rie avec un fonctionnement en continu. Mais rien n'empêche de mettre en œuvre une stratégie de mise en sommeil/réveil pour n'activer la scrutation que selon une périodicité définie par l'industriel (une fois par mois, par exemple). Cela permet de disposer d'une autonomie de plusieurs années, au lieu d'un ou deux mois.

La solution de Strainlabs intègre des stratégies de mise en sommeil/réveil pour rallonger la durée de vie du capteur, ainsi qu'une interface web à partir de laquelle les utilisateurs peuvent cartographier un produit pour surveiller les tensions.

rie avec un fonctionnement en continu. Mais rien n'empêche de mettre en œuvre une stratégie de mise en sommeil/réveil pour n'activer la scrutation que selon une périodicité définie par l'industriel (une fois par mois, par exemple). Cela permet de disposer d'une autonomie de plusieurs années, au lieu d'un ou deux mois.

LES MESURES OPTIQUES SE DÉCLINENT

Strainlabs est un autre fabricant suédois, dont la solution ressemble assez à celle de Sedwell. On retrouve un boulon instrumenté, dans lequel, cette fois, un petit trou est percé avec précision le long de son axe pour créer une cavité. Lorsque le boulon est serré, la cavité s'allonge en même temps et le changement d'intensité lumineuse issue de Led permet de déterminer la précharge. Plusieurs tailles de boulon sont disponibles, de M10 à M20. Les mesures sont ensuite envoyées par radio ISM (fréquence de 868 MHz) à un routeur qui les transmet, à son tour, à une base de données, via Internet, pour une exploitation en direct.

« Les utilisateurs disposent, là aussi, de stratégies de mise en sommeil/réveil pour rallonger la durée de vie du capteur [jusqu'à cinq ans, à température ambiante, NDLR], ainsi que d'une interface web à partir de laquelle ils peuvent cartographier tout un produit, voire toute une usine pour surveiller les tensions. En plus d'être réactive, la solution de Strainlabs permet de connecter simultanément de nombreux boulons, ce qui est très intéressant pour le secteur de l'énergie (éoliennes, pétrole et gaz) », indique Thibault Royer.

La quatrième et dernière technologie identifiée et testée par le Cetim est celle développée par le Français Cathelain. Le système C-Bolt repose sur une technologie de capteur d'allongement à fibre optique utilisant un procédé breveté basé sur l'interférométrie polarimétrique en lumière blanche. De très faibles variations de longueur sont mesurées via l'émission d'une lumière blanche projetée dans un interféromètre à miroirs diélectriques, dont la longueur de cavité varie en fonction de l'allongement de la vis ou du boulon.

« Avec ces jauges de contraintes optiques, on peut travailler sur de grandes distances, parce que les fibres optiques n'ont pas les problèmes de précision de mesure, de perte d'informations, de compatibilité aux températures extrêmes que peuvent avoir les câbles électriques », constate Thibault Royer. Le capteur de Cathelain est connecté à un interrogateur, portable ou déporté jusqu'à une distance de 3,5 km, et qui peut gérer jusqu'à 1 300 sondes en même temps.

RESTER VIGILANT SUR LES PARAMÈTRES INFLUENTS

En conclusion, les techniques classiques de mesure de la tension ne sont pas mortes, loin de là. Elles sont précises, robustes, plus ou moins complexes à mettre en œuvre - la technique par ultrasons requiert des compétences pour avoir confiance dans les mesures obtenues -, etc. Mais il existe aujourd'hui des solutions innovantes, en complément des produits « traditionnels ». « Il s'agit de solutions moins coûteuses que les jauges de contraintes, moins difficiles à mettre en œuvre également. Il faut toutefois rester vigilant sur les paramètres influents », insiste Thibault Royer.

Dans le cadre du projet stratégique de R&D Fova, le Cetim teste notamment l'influence de la mesure sur le ratio longueur/diamètre, le taux de flexion dans les boulons, la température, etc. « Le choix de la bonne solution nécessite de bien analyser son besoin. Si l'on n'a pas besoin de connectivité, cela ne sert à rien de se tourner

vers une solution connectée. C'est l'inconvénient majeur des nouvelles solutions qui ont tendance à être ultra-connectées », constate Thibault Royer.



Le boulon connecté C-Bolt de Cathelain repose sur une technologie de capteur d'allongement à fibre optique utilisant un procédé basé sur l'interférométrie polarimétrique en lumière blanche.

Optimisation du temps productif des robots
Diminution du temps et du coût de la programmation
Anticipation sur la production
Simulation garantissant la faisabilité du soudage
Reproduction automatique de programmes

almacam

WELD

Maximisez la productivité de vos robots de soudage grâce à la programmation hors-ligne !



Depuis 40 ans, Alma conçoit des logiciels pour optimiser le potentiel des machines et des robots.



alma
www.almacam.fr

Fabrication additive

Une avancée majeure réalisée à Sevenans

C'est une première dans le domaine prometteur de la fabrication additive. La production d'une pièce complexe par projection à froid suivant une technique inédite de programmation du robot manipulateur ouvre des perspectives industrielles majeures. Une innovation portée par Sihao Deng, enseignant-chercheur à l'UTBM (UMR CNRS ICB-LERMPS).

Il s'agit d'une main produite par projection à froid de microscopiques particules d'alliage de cuivre de 0,003 mm de diamètre. Projetées à plus de 1 500 mètres par seconde par un gaz neutre comprimé à 50 bars et détendu dans une buse, elles viennent s'écraser et se conglo­mérer.

Le concept de projection thermique est né de l'ingénieur suisse Max Ulrich Schoop, dont on raconte qu'il observait ses enfants tirant à la carabine sur le mur de son jardin où les balles de plomb formaient des impacts écrasés. Nous sommes en 1909, il a alors l'idée de revêtements adhérents à partir d'une poudre chauffée.

Quelques milliers de kilomètres plus à l'est, c'est dans les années 1960 que la technique de projection est rendue possible à froid - autrement appelée Cold Spray.

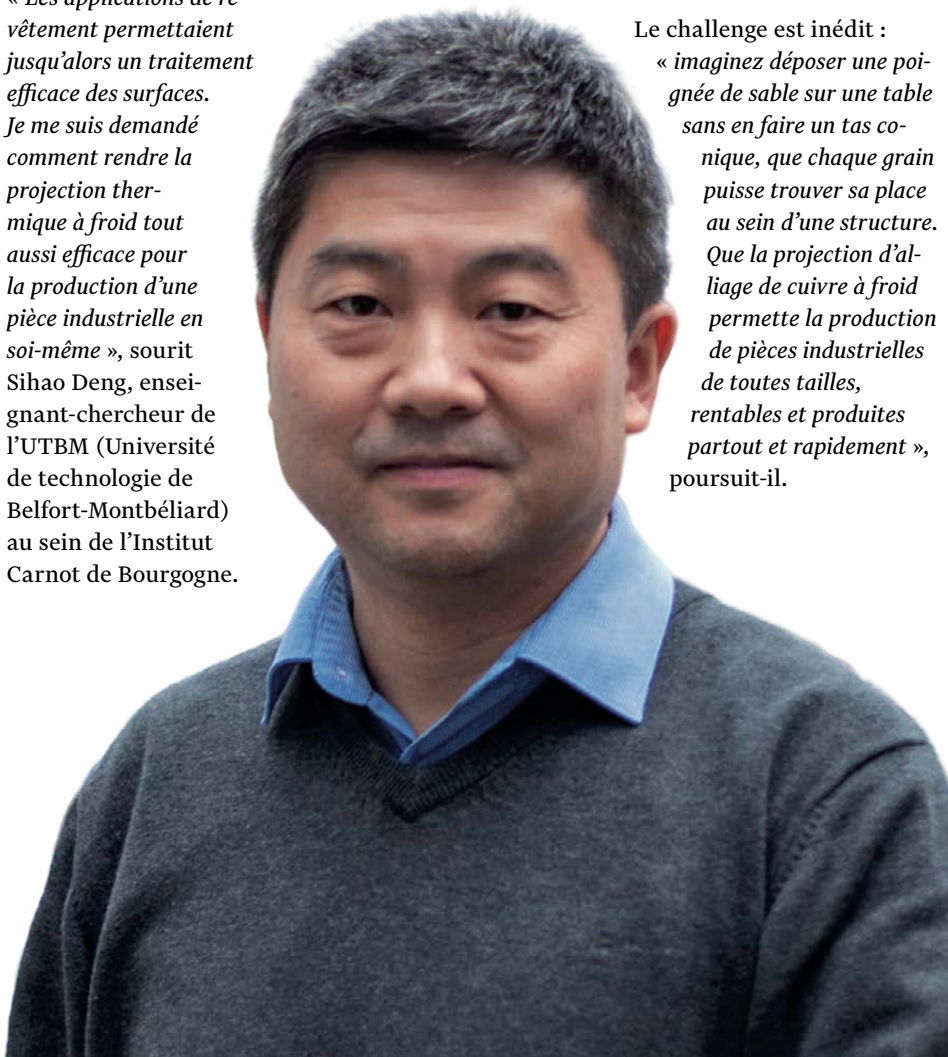
Jusqu'alors utilisée pour le revêtement de pièces industrielles dans des domaines comme l'aéronautique, le médical, les transports, etc., la projection thermique permet d'élaborer un dépôt de matière présentant des propriétés singulières de résistance à l'usure, à la corrosion, au flux thermique, etc. ou d'amélioration mécanique de pièces neuves ou à réparer. Projetée à froid, les applications se développent : les innovations réalisées sur les alliages de cuivre permettent par exemple l'amélioration de la conductivité électrique et thermique. Des enjeux ma-

jeux au regard d'un moteur automobile ou d'une turbine à combustion.

« Les applications de revêtement permettaient jusqu'alors un traitement efficace des surfaces. Je me suis demandé comment rendre la projection thermique à froid tout aussi efficace pour la production d'une pièce industrielle en soi-même », sourit Sihao Deng, enseignant-chercheur de l'UTBM (Université de technologie de Belfort-Montbéliard) au sein de l'Institut Carnot de Bourgogne.

« La projection thermique permet d'élaborer un dépôt de matière présentant des propriétés singulières. »

Le challenge est inédit : *« imaginez déposer une poignée de sable sur une table sans en faire un tas conique, que chaque grain puisse trouver sa place au sein d'une structure. Que la projection d'alliage de cuivre à froid permette la production de pièces industrielles de toutes tailles, rentables et produites partout et rapidement »,* poursuit-il.



Sihao Deng, enseignant-chercheur à l'UTBM (Université de technologie de Belfort-montbéliard).

Au sein d'une équipe académique mondialement reconnue depuis les années 1990 dans le domaine de la fabrication additive basée sur ces procédés et pour des pièces à géométrie complexe et à forte valeur ajoutée, un programme de recherche est mis en œuvre.

Le bras qui produira cette première sera celui d'un robot : les gestes doivent être précis, fonctions d'une stratégie et d'une technicité ultimes dans la maîtrise des paramètres cinématiques : maîtrise de la distance entre le robot et le support, angle de projection optimal pour ne pas dégrader la compacité de la matière déposée, vitesse de balayage, trajectoire fidèle à la stratégie de dépôt, couche par couche, millimètre par millimètre. D'abord le centre, puis les bords, enfin les trajectoires de transition entre les zones.

« *Le bras qui produira cette première sera celui d'un robot.* »

La chaîne numérique permettant cette production est totalement innovante. Au bout du bras robotisé, à l'image du cerveau, une programmation sur les bases d'un logiciel de conception et fabrication assistée par ordinateur.

« *Nous avons travaillé sur des extensions logicielles spécifiques à la projection thermique, permettant la programmation du robot et la définition automatique de trajectoire par le biais de génération d'algorithmes propres à chaque couche déposée. Aujourd'hui, la production de la pièce est possible à partir d'un simple fichier de CAO, sans étape complexe et longue intermédiaire. Nous poursuivons le développement de nouveaux modules dédiés à la projection thermique* », souligne Sihao Deng.

« *Imaginez déposer une poignée de sable sur une table sans en faire un tas conique.* »

Si la main a vu le jour en un peu plus d'une heure, l'histoire ne fait que commencer pour cet ancien doctorant de l'UTBM en robotique industrielle dédiée à la projection thermique. « *Le rendement de matière de plus de 90 %, la rapidité et le coût de production de pièces ouvrent aux industriels des champs de développements*

majeurs pour la production ou la réparation de pièces industrielles, sans limite de dimension et sans recours à des atmosphères protectrices.

Pour voir en vidéo cette fabrication :



« *Je me suis demandé comment rendre la projection thermique à froid tout aussi efficace pour la production d'une pièce industrielle.* »

Les expositions et manifestations à venir

FÉVRIER 2023

Salon international de l'agriculture

Mettre le vivant à l'honneur

Du 25 février au 5 mars 2023 à Paris Porte de Versailles (France)

E-learning Expo

Le salon de la formation et du digital learning

Du 21 au 23 mars 2023 à Paris Porte de Versailles (France)

www.e-learning-expo.com/

MARS 2023

Asiamold

The premier platform for mould, additive manufacturing and forming technologies

Du 1^{er} au 3 mars 2023, à Guangzhou (Chine)

asiamold-china.cn.messefrankfurt.com

Global Industrie

L'industrie se mobilise

Du 7 au 10 mars 2023 à Eurexpo Lyon (France)

www.global-industrie.com

Nextech Edge

Améliorer ses performances et aider à rester au fait des dernières évolutions du secteur de l'industrie et de la réglementation

Du 9 au 11 mars 2023 à Disney's Coronado Springs Resort, Orlando (USA)

edge2023.nextech.com

Tess

Le salon de la mode industrielle et des EPI

Du 22 au 23 mars à Telenor Arena, Oslo (Norvège)

26th international boat show 2023

L'exposition phare axée sur la chaîne de valeur complète de l'industrie nautique en Asie.

Du 28 au 31 mars 2023, Shanghai New International Expo Centre (Chine)

www.boatshowchina.com

AVRIL 2023

International Industry Fair

Le salon international de l'industrie de Celje est devenu le plus grand et le plus important salon dans les domaines de la fabrication de machines et d'outils, du soudage et du découpage en Europe du Sud-Est.

Du 18 au 21 avril 2023, Celje Exhibition Center (Slovénie)


ce-sejem.si/en/fairs/international-industry-fair



MAI 2023


Advanced Laser Applications Conference (Alac 2023)

Du 3 au 4 mai 2023 à Troy, MI (USA)

 gamcinc.com/conferences/advance-laser-applications-conference/


2023 Spring Management Conference*Favoriser les rencontres orientées process et business*

Du 6 au 8 mai 2023 au Philadelphia Downtown Marriott (USA)

 www.gawda.org/spring-management-conference/


Metalshow & Tib*Le meilleur lieu de rencontre pour l'industrie métallurgique, les technologies industrielles et les équipements*

Du 9 au 12 mai, Romexpo, Bucarest (Roumanie)

 www.metalshow-tib.ro

Kazakhstan Machinery Fair*L'exposition numéro un dans le secteur de l'industrie et du travail des métaux au Kazakhstan*


Du 10 au 12 mai 2023, International Exhibition Center Expo, Astana (Kazakhstan)

 www.showsbee.com/fairs/Kazakhstan-Machinery-Fair.html

JUN 2023

Laser World of photonics*La plus grande foire commerciale du monde avec congrès pour les composants, systèmes et applications photoniques*

Du 27 au 30 juin 2023 à Messe München (Allemagne)

 world-of-photonics.com

Automatica*Le salon phare de l'automatisation et de la robotique intelligentes*

Du 27 au 30 juin 2023 à Messe München (Allemagne)

 automatica-munich.com

Webinaires, petits déjeuners experts et journées techniques de l'association Institut de Soudure

Contact : Laurence Mizrahi + 33 1 49 90 36 69

Journée technique "Moyens de contrôles en service"

CND

Présentation de solutions CND pour la surveillance des équipements en service et retours d'expériences.

Le 16 mars 2023 à Villepinte (France)

Webinaire "Exposition aux CEM : révision de la norme pour les matériels de soudage résistifs"*Hygiène/sécurité/environnement*

Présentation de la révision de la norme IEC 62822-3 Ed2 qui concerne aussi bien les fabricants de matériels que les utilisateurs.

Le 30 mars 2023

Journée technique "construction navale"*Procédés de soudage/fabrication additive/CND*

Tour d'horizon des évolutions technologiques en termes de procédés d'assemblage, de fabrication ou de contrôles dans le domaine des applications navales civiles ou militaires.

Le 6 avril 2023 sur le Technocampus Ocean à Bouguenais (France)

Webinaire : "Réparation par soudage Temper-Bead"*Procédés de soudage/procédés et domaines connexes*

Réparation par soudage Temper-Bead : codification, applications et développement en France et à l'international

Le 13 avril 2023

Webinaire "Développements en matière de simulation"*Matériaux/procédés et domaines connexes*

Retour d'expériences sur la mise en oeuvre de solutions de simulation numérique en soudage et en CND.

Le 11 mai 2023

Journée technique "Évaluation de l'aptitude au service des équipements (fitness for service)"*Matériaux/CND/mécanique et fatigue/corrosion*

Présentation des solutions les plus pertinentes pour le suivi des défauts, l'évaluation de leur novité, et la détermination de l'aptitude au service des équipements affectés.

Le 15 juin 2023 à Villepinte (France)

Webinaire "Quelles solutions de remplacement à la radiographie ?"

CND

Présentation des différentes solutions de contrôles non destructifs en mesure de se substituer à la radiographie. Point sur l'acceptation de ces méthodes par les donneurs d'ordres.

Le 27 juin 2023

Événement

Les Journées Cofrend dans les starting-blocks

Six longues années que la “famille” CND n'avait pu se réunir et célébrer l'innovation. Ce sera chose faite du 6 au 8 juin au Parc Chanot à Marseille pour la dixième édition des Journées Cofrend.

« *Les END, voir et prévoir* ». C'est sous ce thème central que la Cofrend réunit toute la communauté des CND. Les scientifiques, les industriels, les institutionnels, les partenaires, les étudiants, etc. Tous sont conviés à ce grand rassemblement qui n'avait pu avoir lieu depuis l'édition de Strasbourg en 2017. La communauté s'impatientait, tant les innovations et les développements techniques sur le terrain ont été nombreux ces dernières années. « *Nous avons reçu cette année un nombre record de résumés, 230, parmi lesquels nous avons dû sélectionner les 186 communications qui constitueront le programme des Journées. Cinq sessions de conférences scientifiques auront lieu en parallèle sur les trois jours de congrès, le maximum que nous pouvions faire* », relève Pierre Calmon, président du comité scientifique composé d'experts académiques et industriels. Ce contenu technique et scientifique constitue la grande richesse des Journées Cofrend qui reste l'évènement au cours



Plus de 2 500 visiteurs

5 000 m² d'exposition pour offrir un aperçu des dernières innovations et nouvelles technologies

90 exposants

duquel ingénieurs et chercheur présentent à leurs pairs les avancées et résultats obtenus les plus récents. Et pour bien démarrer le programme technique et scientifique, la Cofrend organise une grande conférence plénière.

« *La Cofrend est très heureuse d'annoncer que Pietro Barabaschi, directeur général d'Iter, nous a fait l'honneur d'accepter de donner la conférence inaugurale des Journées, le mardi 6 juin. Iter est actuellement le projet énergétique le plus ambitieux au monde, il relève de très nombreux défis technologiques, dont celui des contrôles non destructifs à la fabrication de ses composants et lors de leur montage sur site. Il contribue de façon majeure au rayonnement*

Les Journées Cofrend 2023 en chiffres

- Du 6 au 8 juin 2023 à Marseille (Parc Chanot) sur 5 000 m²
- Dîner de gala le 7 juin à Marseille (Palais du Pharo)
- 3 jours de conférences scientifiques et d'exposition technique
- 186 conférences
- 85 exposants
- 11 sponsors
- 5 partenaires
- 1 application pour disposer de la dernière mise à jour du programme et pour se connecter aux autres participants.



Une journée Portes Ouvertes aux étudiants pour découvrir les END et ses métiers

international de la France et de la région Sud Paca et l'ouverture des Journées Cofrend par M. Barabaschi renforce encore l'impact de la manifestation », se réjouit Mireille Rapin, présidente du pôle événementiel et communication de la Cofrend. Signe que les END participent pleinement de l'innovation, le programme scientifique de l'édition 2023 se fait l'écho des mutations technologiques en cours dans de nombreux secteurs industriels.

Les conférences à ne pas manquer

En plénière d'ouverture, interviendra Pietro Barabaschi, directeur général d'Iter.

Deux autres conférences plénières, l'une portant sur l'imagerie terrestre (Université Grenoble Alpes), l'autre sur la gestion de la problématique de la corrosion sous contrainte à laquelle a été confrontée EDF en fin d'année 2021, offriront l'opportunité d'élargir les débats.

« Traditionnellement, le programme s'articulait autour de thématiques centrées sur les différentes techniques. Cette année, nous avons été amenés à présenter un programme scientifique organisé autour des sujets transverses qui animent aujourd'hui la communauté. Par exemple, des sessions porteront sur le contrôle et la fabrication additive, la numérisation des END, l'apprentissage statistique et l'intelligence artificielle, ou encore les END robotisés », indique Pierre Calmon.

DES ÉVÉNEMENTS SIMULTANÉS

Le programme technique et scientifique n'oublie pas les doctorants. Les participants des journées Cofrend pourront ainsi découvrir les posters d'une vingtaine de jeunes chercheurs à l'occasion de la 6^e édition des Doctoriales - une compétition organisée tous les 18 mois afin de promouvoir leurs travaux de recherche. Particularité de l'édition 2023 : une mise en lumière préalable des projets grâce à une session de présentations intitulée "ma thèse en 180 secondes", session qui se tiendra dès le premier soir du congrès.

Le Prix Cofrend-Claude Birac sera remis à l'issue des présentations des doctorants



Le résumé des temps forts des Journées Cofrend

- 1 conférence plénière d'ouverture
- 2 conférences plénières scientifiques
- 6^e édition des Doctoriales de la Cofrend
- 6^e Journée SHM@Cofrend
- Journée Open Day
- Dîner de gala
- Visites d'entreprises

et du temps d'échange lors de l'exposition des posters.

Le 7 juin aura par ailleurs lieu la journée SHM@Cofrend, le rendez-vous annuel de la communauté du SHM (*Structural Health Monitoring*).

La journée du 7 juin sera ouverte aux jeunes. Véritable opération de séduction, cet "Open Day", mis en place avec le soutien du rectorat de l'académie Aix-Marseille, s'adresse aux étudiants de la région, afin de mieux leur faire connaître les différents métiers du CND, les forma-

tions et les nombreuses entreprises qui recrutent.

PASSER DU TEMPS ENSEMBLE

Comment réunir plus de 2 500 personnes attendues pendant 3 jours à Marseille ? En proposant un riche programme de conférences, certes, mais aussi en leur proposant de passer du temps ensemble. Notamment dans la zone d'exposition.

« Les 5 000 m² disponibles pour le Village exposants sont alloués pour accueillir 80 stands. Les fabricants, les prestataires de services, les organismes de formation, bénéficieront de la visite régulière des participants aux Journées, car nous organiserons les pauses café et les déjeuners au centre de ce Village. De plus, pour bien différencier le programme scientifique des conférences marché, nous organisons dans cet espace des présentations ouvertes aux exposants », détaille Mireille Rapin. Ce succès commercial concrétise le besoin de la communauté de

Les membres du comité d'organisation

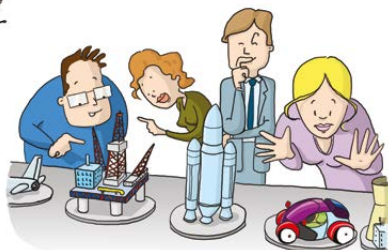
Pour organiser un tel événement, la Cofrend compte sur son comité d'organisation. Il est composé de : Étienne Martin, président de la Cofrend ; Pierre Husarek, vice-président de la Cofrend ; Pascal Champ, trésorier de la Cofrend ; Christian Venture, président du comité régional Sud-Est de la Cofrend ; Pierre Calmon, président du pôle scientifique de la Cofrend ; Mireille Rapin, présidente du pôle communication & événementiel ; Florence Giraud, directeur communication & événementiel.





► POUR DES PROFILS VARIÉS

Ingénieurs / Experts / Chercheurs
Formateurs / Managers opérationnels
Contrôleurs / Inspecteurs
Fonctions commerciales, RH, Gestion



► POUR DES SECTEURS INDUSTRIELS EN POINTE ET DES MÉTIERS D'AVENIR

Pétrole & Gaz / Chimie / Nucléaire
Construction & Infrastructures / Transports



► POUR PLUS DE MOBILITÉ ET D'OPPORTUNITÉS

1 200 collaborateurs
28 implantations en France
3 centres de R&D
Présence sur les 5 continents
45 pays d'intervention

crédit : www.sagame-graph.com

► POUR UNE ENTREPRISE QUI FAIT GRANDIR

Investissement important en formation
Une organisation qui génère de la compétence
Des évolutions professionnelles



► POUR SES ÉCOLES : ESSA (BAC +6) EAPS (BAC +3)

Vous voulez devenir un spécialiste de haut niveau en soudage ?

Rejoignez nos écoles !

www.isgroupe.com / recrutement@isgroupe.com

se retrouver et de partager. Afin de favoriser encore les moments d'échanges, la Cofrend ne déroge pas à la règle et organise sa soirée de gala le mercredi soir. « *Nous serons accueillis au palais du Pharo pour un dîner avec vue intégrale sur le Vieux-Port de Marseille illuminé toute la soirée...* », souligne Mireille Rapin.



Enfin, pour le dernier jour, le vendredi matin, les participants pourront s'inscrire à des visites des industries et centres de recherche emblématiques de la région.

« *Le programme des Journées Cofrend 2023 est le reflet des mutations aujourd'hui à l'œuvre dans le domaine du contrôle et des essais non destructifs* », conclut Pierre Calmon.

Yaël Zajac et Nicolas Gosse

Toutes les modalités pratiques (programme, informations, horaires, tarifs, inscriptions) sont disponibles sur le site www.cofrend2023.com

Sponsors et partenaires

Soutenues par la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, les journées Cofrend 2023 sont organisées avec le soutien de onze sponsors : Actemium, Bergeret Jeannet, CEA-List, Contrôle Mesure Systèmes, EDF, Ekoscan, Evident-Olympus, Framatome Intercontrôle, Groupe Luziesa & Exceldef, Groupe Sofranel, Volume Graphics.



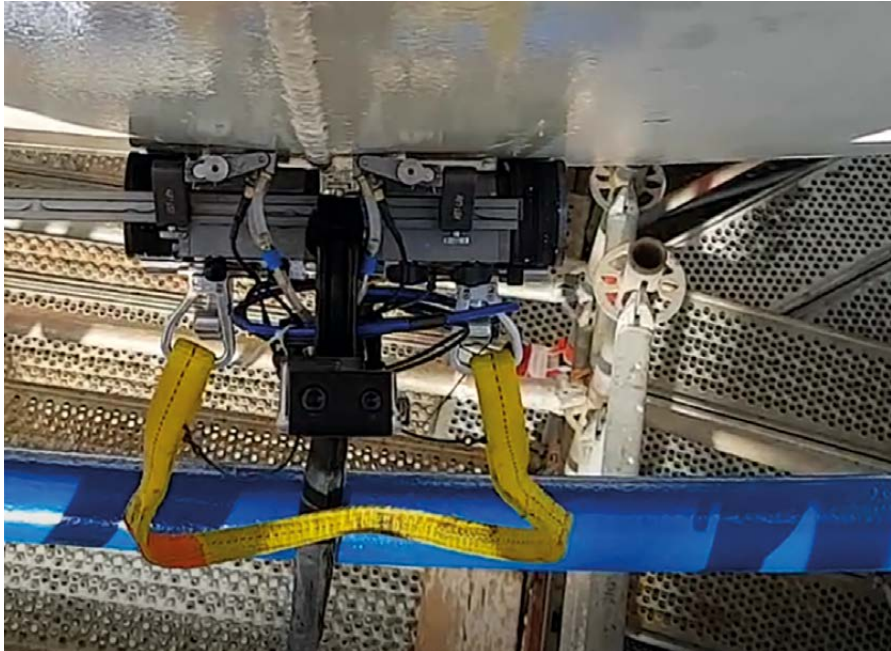
5 partenaires participent également à la réussite de ces Journées : Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur ; Académie d'Aix Marseille ; Contrôles Essais Mesures; ndt.net ; Soudage et techniques connexes.



Journée technique

Moyens de contrôles en service

Le 16 mars 2023 de 9 heures à 16 h 15



La mise en œuvre d'examens non destructifs et de systèmes de surveillance (monitoring) contribue au maintien de la sûreté des installations et de composants industriels.

Ces opérations doivent permettre la détection d'endommagements susceptibles d'apparaître : le diagnostic de la santé des équipements doit être fiable. Les durées d'immobilisation ou d'arrêt de production doivent par ailleurs être limitées : de ce fait, une optimisation

de la préparation en termes notamment d'accessibilité et de conditions d'exploitations, ainsi que la rapidité d'exécution des opérations d'examens, sont requises. Seront présentés et discutés, au cours de cette journée, les moyens permettant d'atteindre ces objectifs.

Cette journée proposée exclusivement en présentiel à Villepinte, a été préparée avec l'appui technique de Serge Demonte, expert CND méthode ultrason.



Serge Demonte, expert CND méthode ultrason.



Nicolas Nourrit, responsable de la plateforme technologique CND et IS Expert.

Le programme

8:45 Accueil - café

9:20 Introduction de la journée
Par Serge Demonte, expert CND méthode ultrason.

9:30 Panorama des solutions END et de surveillance des équipements en service
Par l'Institut de Soudure – Nicolas Nourrit

10:15 REX sur la variabilité des conclusions d'END et de CND : méthodes, techniques et facteurs humains
Par GRT GAZ – Ahmed Amziane et Aymeric Anne

11:00 La numérisation 3D, une solution multi-applications pour l'analyse du réel
Par Leximpact – Frédéric Caze

11:45 Potentiel des capteurs à fibre optique pour la surveillance de la corrosion sous isolation
Par Fluves – Thomas Van Hoestenbergh

12:30 Buffet déjeunatoire

13:45 Techniques électromagnétiques pour l'examen d'endommagements par corrosion sur équipements métalliques
Par Eddyfi Technologies – Larbi Hallal

14:30 L'emploi de la méthode TFM au Minarm
Par la DGA - Jean-Christophe Sirgue

15:15 Pause

15:30 Exemple de mise en œuvre des ondes guidées et des ultrasons multi-éléments sur composants à haute température
Par Institut de Soudure – Gaele Porot

16:15 Visite des installations IS PEM (plateforme essais matériaux), Laboratoire CND IS Expert, Laboratoire Expertises E3C (dans la limite des places disponibles).

Inscriptions sur <https://membres.isgroupe.com/journee-technique/evnement/JT16032023>

Autend

Accélérer l'inspection des centrales nucléaires grâce à l'IA



© A / Adobe Stock

Aleia, startup spécialisée dans l'IA, et Omexom NDT Engineering & Services, filiale de Vinci Énergies, en collaboration avec le Laboratoire d'acoustique de l'Université du Mans (Laum) UMR CNRS, ont annoncé le déploiement du projet Autend, destiné à accélérer par l'IA l'inspection des centrales nucléaires.

Le projet Autend a pour objectif de faciliter et accélérer le travail des analystes sur le terrain, avec l'identification automatique, grâce à l'IA, des zones à inspecter. Le projet se concentre aujourd'hui sur les END par courants de Foucault ou ultrasons des infrastructures nucléaires. Dans les faits, l'algorithme développé par le projet Autend identifie et élimine des inspections les zones saines pour concentrer le travail des analystes sur les zones problématiques.

Le recours à l'IA pour ces inspections permet d'accroître la capacité d'analyse tout en conservant la fiabilité d'interprétation des résultats. Au global, la détection de ces zones permet de réduire le temps de ces analyses, et donc de favoriser le respect du planning de redémarrage des tranches nucléaires. À terme, l'IA permettra des apports significatifs en fiabilité théorique des examens, notamment grâce à la construction progressive d'une base de données évolutive.

Le projet Autend est construit sur la plateforme d'Aleia et alimenté par des jeux de test adaptés (en qualité et quantité) et anonymisés. L'hébergement est sécurisé sur un cloud souverain et garantit ainsi la pleine maîtrise du processus de traitement de l'information par les utilisateurs.

« Les cadences d'acquisition augmentent grâce à la robotisation, de même que la complexité des signaux à analyser. Mais le temps alloué pour l'analyse reste toujours le même. Face à cette augmentation du flux de données à analyser, il est essentiel que nos analystes se concentrent sur les quelques zones inspectées sur lesquelles leur expertise est requise. », déclare Jean-François Herr, pour Omexom NDT E&S.

Ce projet, d'une durée de 2,5 ans (2022–2024) est soutenu par le ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance et par Bpifrance dans le cadre du Plan de Relance.



Preventica

Pour un monde [du travail] meilleur

SANTÉ, SÉCURITÉ ET QUALITÉ DE VIE AU TRAVAIL

SE RENCONTRER

PARIS

23 > 25 MAI

TOULOUSE

19 > 21 SEPT.

SE CONNECTER

**Webinars, Magazine
Annuaire, Podcasts**

[ECHANGES] ET [INSPIRATIONS]

Depuis 25 ans, Preventica vous offre toutes les ressources pour l'amélioration de la qualité de vie et des conditions de travail dans votre entreprise.

Nous vous accompagnons au quotidien grâce à une offre exceptionnelle de contenus en ligne, et par l'organisation de deux événements chaque année.

www.preventica.com

Code invitation : **PTM24**

Journée régionale

En route vers l'automatisation des CND

L'application des concepts de l'industrie du futur impose d'automatiser davantage les processus de production. Cela concerne également les opérations de contrôles non destructifs (CND). La mise en place de solutions de CND robotisés procure des gains de temps significatifs. Les contrôles gagnent également en fiabilité et en reproductibilité. Ce qui conduit au final à une réduction des coûts. Le déploiement d'un tel projet nécessite la prise en compte d'une multitude de paramètres. Afin de guider les industriels dans le choix de la solution de CND automatisé la plus appropriée, le Comité régional Est de la Cofrend a organisé le 8 décembre dernier une journée d'informations sur cette thématique.



Que ce soit en cours de fabrication ou en phase de parachèvement, l'automatisation des contrôles n'est pas évidente à intégrer dans le processus. De nombreux obstacles doivent être souvent surmontés et diverses problématiques doivent être résolues. Ces difficultés peuvent être liées au développement du système robotisé proprement dit, à des contraintes d'accessibilité ou à l'intégration du dispositif de contrôle en ligne de production. De plus,

une autre question se pose : est-il possible d'automatiser complètement un processus de contrôle depuis sa réalisation jusqu'à l'interprétation et la décision finale ?

L'automatisation des contrôles non destructifs est donc loin d'être une sinécure. C'est une affaire de spécialistes. Un tel projet nécessite la prise en compte d'une multitude de paramètres et une analyse exhaustive de l'application afin de dé-

ployer et de mettre en œuvre une solution de CND automatisé appropriée.

Cette journée s'est déroulée le 8 décembre 2022 à l'IUT de Thionville-Yutz. « Elle a été l'occasion de présenter des solutions prêtes à l'emploi et des applications d'automatisation concrètement mises en pratique par des industriels », explique Dominique Dalle-Fratte, président du comité régional Est de la Cofrend.

DES SOLUTIONS PRÊTES À L'EMPLOI

Simon Béliier s'est attaché à démontrer comment les solutions automatisées développées par Omexom NDT permettent de mettre la robotique au service de la mesure. Julie Batigne d'Eddyfi Technologies a quant à elle mis l'accent sur les solutions CND avancées dont la robotisation permet l'accès à des endroits difficiles. De son côté, Olivier Cassier du groupe Sofranel a présenté une solution d'automatisation des contrôles par ultrasons dans des cuves d'immersion standard qui peuvent également être personnalisées en fonction des spécificités de l'application. Benoît Cabirol d'Evident a pour sa part exposé comment les solutions automatisées assurent l'inspection de l'intégrité des rails de chemins de fer. La technologie des essais non destructifs, par ultrasons conventionnels et phased array, rend possible le contrôle des rails tant pendant leur fabrication que dans le cadre d'un programme régulier d'inspection en service.

Dans certaines situations, une inspection visuelle peut suffire à valider l'intégrité de certaines pièces. L'Institut de Soudure a, pour ce faire, développé son propre système de contrôle optique automatisé. Morgan Ferrari, Bruno Grzeskowiak et Antoine Bastien ont détaillé le fonctionnement et les atouts de cette solution baptisée Caméléon qui reprend les principes de mesure de la norme ISO 5817 et les critères associés. Des briques technologiques ont en outre été développées de manière à fournir les paramètres influents à mesurer (géométrie de chanfrein avant soudage, géométrie en fabrication additive, etc.) pour son utilisation dans d'autres contextes, comme le monitoring de process ou des contrôles intermédiaires.

Les technologies THz sont encore peu connues dans le secteur des CND. Elles ont la particularité d'exploiter des ondes électromagnétiques, situées entre deux mondes, celui des radiofréquences et celui de l'optique : elles empruntent au premier le caractère pénétrant dans les matériaux diélectriques et au deuxième, la capacité de focalisation et d'accès à une certaine résolution spatiale submillimétrique. Emmanuel Hidalgo de Terakalis a détaillé leur potentiel et leur capacité d'automatisation dans l'industrie. Ces systèmes relativement compacts peuvent s'intégrer sur une ligne de fabrication pour le contrôle de pièces défilant sur un convoyeur ou



pour être embarqués sur un bras de robot lorsqu'il s'agit de l'inspection d'objets 3D de plus grandes dimensions comme un radôme d'avion.

DES APPLICATIONS CONCRÈTES

Parmi l'ensemble des intervenants à cette journée, l'un d'eux s'est particulièrement distingué. Michael Majchrzak n'est en effet pas un fournisseur de solutions, mais un utilisateur industriel. Il a donc exposé comment son entreprise Ascométal a mis en place des solutions de CND automatisés (*ultrasons phased array et courants de Foucault*) sur son site de Hagondange. Il a ainsi développé ses choix techniques ainsi que les contraintes qui ont été surmontées pour déployer des systèmes de contrôle automatisé en production qui sont désormais opérationnels pour l'inspection de pièces forgées destinées à l'industrie automobile.

« Cette présentation d'une mise en pratique concrète de solutions de CND automatisé était très instructive. Cependant, le clou de la journée reste sans conteste la visite de l'usine Saarlouis Rail qui s'est révélée très impressionnante. Les participants à la journée ont ainsi pu découvrir l'ensemble du processus de fabrication de rails depuis l'enfournage des blooms en acier d'environ huit mètres de long jusqu'à leur laminage à chaud afin d'obtenir un rail de 110 m de long dont les opérations de contrôle par ultrasons et par courants de Foucault sont totalement automatisées », rapporte Dominique Dalle-Fratte.

Cette visite a été précédée par celle des plateformes recherche et développement de l'Institut de Soudure à Yutz dédiées aux procédés d'assemblage de dernière génération (fabrication additive, soudage laser et soudage robotisé), aux techniques CND innovantes telles que celles mettant en œuvre des ondes guidées pour détecter des défauts sur des conduites enfouies, et aux essais d'assemblages soumis à la fatigue et à la corrosion. Le public a été impressionné et intéressé par les nombreuses solutions développées et mise en application par les techniciens et ingénieurs recherche du groupe Institut de Soudure. De nombreux contacts professionnels se sont en outre noués lors de cette visite.

Youssef Belgnaoui

Les exposants de la journée



Risques et santé environnementale

L'Ineris et l'IRSN confortent leur partenariat

Forts de leurs complémentarités, l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) renforcent leur collaboration avec la signature d'un accord-cadre. Signé en janvier 2023 pour une durée de 5 ans, il vise à coordonner les actions menées par les deux établissements en réponse aux défis sociétaux majeurs que constituent la maîtrise des risques technologiques et la préservation de la biodiversité et de la santé.



Acteurs de référence au niveau français et européen pour l'expertise scientifique en matière, respectivement, de risques chimiques et industriels et de risques radiologiques et nucléaires, l'Ineris et l'IRSN s'engagent dans une coopération renforcée afin de :

- partager une réflexion stratégique et prospective dans des domaines thématiques et méthodologiques d'intérêt commun ;
- mutualiser des moyens d'études et recherche et des travaux de développement d'outils d'évaluation, combiner leurs compétences respectives pour renforcer l'efficacité de l'appui qu'ils apportent aux pouvoirs publics.

Le partenariat se traduira par des travaux communs autour de quatre thèmes :

- 1) le développement d'outils de modélisation simulant à différentes échelles la dispersion de substances chimiques et/ou radiologiques en situation accidentelle ;

- 2) l'évaluation des impacts sanitaires et environnementaux de ces substances ;
- 3) la gestion et l'exploitation des données de surveillance environnementale ;
- 4) le développement d'outils d'aide à la décision et la mobilisation des sciences humaines et sociales pour la gouvernance des risques.

Les travaux pourront notamment prendre la forme d'actions d'études et recherche et conduire au développement d'outils, de bases de données et de connaissances communes. Ils permettront également aux deux instituts de partager leurs réflexions sur des sujets tels que la mise en œuvre d'une politique de données ouvertes ou l'appui aux pouvoirs publics dans le contexte de la gestion des situations d'urgence et post-accidentelles. La collaboration s'étendra aussi aux enjeux d'ouverture à la société en application de la charte de l'ouverture à la société des organismes de recherche, d'expertise et d'évaluation des risques

sanitaires et environnementaux dont les deux instituts sont signataires.

Au travers de leur partenariat, l'Ineris et l'IRSN marquent leur volonté de coordonner leurs moyens pour répondre à deux défis majeurs situés au cœur de leurs missions respectives :

- la montée des risques de diverses natures, qu'ils soient sanitaires, environnementaux, cyber ou liés aux changements climatiques, aux menaces géopolitiques et terroristes,
- le progrès des connaissances et le développement de dispositifs de prévention en matière de santé environnementale.

Raymond Cointe, directeur général de l'Ineris, explique : « *Au-delà de notre évidente complémentarité sur les questions scientifiques et techniques, je me réjouis que cette collaboration soit aussi l'occasion de mutualiser nos visions sur des sujets liés à la l'ouverture de la recherche et de l'expertise à la société, à la place de l'humain dans la maîtrise des systèmes à risques, dans un contexte où les nombreuses dimensions du risque doivent être intégrées.* »

De son côté, Jean-Christophe Niel, directeur général de l'IRSN, abonde : « *L'IRSN collabore avec l'Ineris depuis sa création il y a plus de vingt ans. Avec la signature de ce nouvel accord-cadre, l'IRSN entend donner une nouvelle dimension à son partenariat. Il ne s'agit plus seulement de mener des actions communes ponctuelles, mais de combiner les moyens de nos deux instituts pour répondre à des enjeux sociétaux transverses à leurs missions.* »

Santé

Consultation sur les fumées de soudage



© NDABCREATIVITY / Adobe Stock

EWF (*European Federation for Welding, Joining and Cutting*) et IIF (*International Institute of Welding*) sollicitent la participation de leurs membres, partenaires et experts à la consultation de la Commission européenne sur l'impact des nouvelles limites d'exposition professionnelle (LEP) pour les travailleurs exposés à des substances dangereuses, notamment les fumées de soudage. Votre contribution est précieuse et permettra d'orienter les résultats de la consultation. Si vous êtes membre, partenaire ou expert de l'EWF et de l'IIF, veuillez envisager de participer activement à l'enquête afin de contribuer au processus de consultation.

La Commission européenne lance une consultation sur l'impact de l'introduction de nouvelles limites d'exposition professionnelle (LEP) pour les travailleurs exposés à des substances cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques au travail, y compris les fumées de soudage.

La modification de la directive 2004/37/CE (CMRD) vise à protéger les travailleurs contre l'exposition à ces substances dangereuses et pourrait éventuellement inclure les fumées de soudage (c'est-à-dire les fumées générées pendant le soudage et les procédés connexes) dans l'annexe I de la "liste des substances cancérigènes" de la CMRD à l'avenir.

Le résultat de cette consultation pourrait avoir un impact significatif sur l'industrie du soudage, ses professionnels et ses entreprises. L'introduction de nouvelles limites d'exposition professionnelle (LEP) et de valeurs limites pour les travailleurs exposés à des substances cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques, y compris les fumées de soudage, pourrait avoir des conséquences considérables pour l'industrie et l'ensemble du secteur du soudage. C'est pourquoi il est important que les membres, les partenaires et les experts de l'EWF et de l'IIF participent activement à la consultation et apportent

leur contribution, afin que leur voix soit entendue dans le processus décisionnel, mais aussi pour que cette consultation soit diffusée à travers un large réseau.

Il est important d'impliquer autant d'entreprises que possible dans la consultation afin de s'assurer que la voix de la communauté des soudeurs est adéquatement représentée. Plus la participation et les contributions des entreprises seront nombreuses, plus l'évaluation de l'impact des nouvelles limites d'exposition professionnelle (LEP) et des valeurs limites sera complète. Encourager une large participation permettra de s'assurer que le résultat de la consultation reflète fidèlement les besoins et les préoccupations de la communauté des soudeurs.

La date limite pour remplir le questionnaire est le vendredi 3 mars 2023.

Lien pour répondre à la consultation : www.rpaltd.co.uk/oels6



**L'INNOVATION
AGROALIMENTAIRE
S'INVENTE ICI !**

**CRÉEZ VOTRE
BADGE
GRATUIT**
www.cfiaexpo.com



HYGIÈNE ET SÉCURITÉ

CONSULTATION PUBLIQUE DE LA COMMISSION EUROPÉENNE→ *Participez sur rpaltd.co.uk/oels6***Enquête de la Commission européenne sur de nouvelles VLEP encadrant les activités de soudage**

La Commission européenne a lancé une série de consultations publiques sur l'impact de nouvelles valeurs limites d'exposition professionnelles (VLEP) pour les travailleurs exposés à des substances dangereuses ; cette notion inclut notamment les fumées de soudage. Il va de soi que toute réponse à cette consultation est d'une importance capitale, puisqu'elle contribuera à déterminer les conclusions qui en seront tirées. Elle pourrait avoir un impact considérable, non seulement sur le plan de la santé et de la sécurité au travail, mais également sur le plan économique, et ce, pour toutes les entreprises et organisations mettant en œuvre les procédés de soudage, y compris les plus courants. Il appartient donc à toute partie intéressée de faire entendre sa voix en prenant part à cette consultation, et de relayer autant que faire se peut son lancement auprès de ses contacts et réseaux professionnels.

Fin de l'enquête : 03/03/2023

MATÉRIEL DE SOUDAGE

NF EN IEC 60974-1 (A85-009-1) : Matériel de soudage à l'arc - Partie 1 : sources de courant de soudage

Remplace NF EN IEC 60974-1 de septembre 2018 et NF EN IEC 60974-1/A1 d'avril 2019. Cette norme s'applique aux sources de courant de soudage à l'arc et aux procédés connexes conçus pour un usage industriel et professionnel qui sont alimentés sous une tension ne dépassant pas 1000 V, alimentés par batterie ou entraînés par des moyens

mécaniques. Elle spécifie les exigences de sécurité et de fonctionnement des sources de courant de soudage et des systèmes de coupage par plasma. Cette nouvelle édition inclut notamment les modifications techniques suivantes :

- ajout du tableau 1 avec la liste des termes par référence croisée dans l'ordre alphabétique de la langue source ;
- la prise en compte de l'IEC 60664-1:2020 comme document de référence des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite ;
- la modification des articles 6.1.2 et du 6.1.3 afin de respecter le dimensionnement de l'isolation principale spécifié dans l'IEC 60664-1 pour le réseau d'alimentation avec des tensions rationalisées ;
- le déplacement de l'essai de condensateur anormal de l'article 6.2.2 à un nouvel article 9.5 ;
- la modification des articles 6.2.5 et 6.3.6 afin d'utiliser le réseau de mesure du courant de contact pondéré pour une opération de non-lâcher/immobilisation et l'ajout d'une exigence de tolérance pour la tension d'alimentation ;
- une nouvelle structure de l'article 16.3 et une nouvelle exigence d'exactitude pour la valeur de tension affichée ;
- la modification de l'annexe A, qui devient une annexe normative, et l'ajout des tableaux A.2 et A.3 ;
- la mise à jour rédactionnelle de l'annexe L pour l'utilisation des symboles normalisés ;
- la nouvelle rédaction du mesurage du rendement et de la puissance en état au ralenti (annexe M sur la base de l'IEC 62301:2011) ;
- l'ajout d'un réseau de mesure pondéré pour une opération de non-lâcher/immobilisation (annexe N).

Publié par AFNOR le 02/12/2022

PROJET DE NORME EN ENQUÊTE PUBLIQUE→ *Participez sur norminfo.afnor.org***PR NF EN 17942**

Matériel de soudage aux gaz - Prescriptions de sécurité pour les équipements thermiques avec matériel de soudage oxygaz à flamme nue

Fin de l'enquête : 10/03/2023

PRODUITS CONSOMMABLES

NF EN ISO 12153 (A81-328) : Produits consommables pour le soudage - Fils-électrodes fourrés pour soudage à l'arc avec ou sans gaz de protection du nickel et des alliages de nickel - Classification

Remplace NF EN ISO 12153 d'août 2012.

Ce document spécifie les exigences pour la classification des fils-électrodes fourrés pour le soudage à l'arc avec ou sans protection de gaz du nickel et des alliages de nickel. Par rapport à l'édition précédente, les principales modifications apportées par cette nouvelle édition sont les suivantes :

- dans le tableau 1, donnant les symboles et exigences sur la composition chimique du métal fondu hors dilution, l'ajout des nuances Ni 6023, Ni 6059, Ni 6617R, et la spécification d'une teneur en molybdène pour la nuance Ni 6082 ;
- dans le tableau 2, donnant les caractéristiques mécaniques du métal fondu hors dilution, l'ajout de la nuance Ni 6023 et la modification du Ni 1013 ;
- la mise à jour de l'article 8 donnant la procédure d'arrondissement et de l'article 9 sur les contre-essais.

Publié par AFNOR le 16/11/2022

NF EN 14700 (A81-327) : Produits consommables de soudage - Produits consommables pour le rechargement dur

Remplace NF EN 14700 de mai 2014.

Ce document s'applique aux produits consommables de soudage pour rechargement dur. La gamme d'application inclut les surfaces des éléments de construction neufs, les produits semi-finis ainsi que la réparation des surfaces des éléments de construction ayant à résister à des sollicitations mécaniques, chimiques, thermiques ainsi qu'à des sollicitations combinées. Il spécifie les exigences relatives à la classification des produits consommables sur la base de la composition chimique du métal fondu hors dilution obtenue avec des électrodes enrobées, des fils fourrés, des baguettes fourrées, des feuillards fourrés, des feuillards frittés, des baguettes frittées et des poudres métalliques et sur la composition chimique des fils pleins, des baguettes pleines, des feuillards pleins et des baguettes moulées.

Publié par AFNOR le 30/11/2022

Normes

SOUDAGE PAR RÉSISTANCE

NF EN ISO 10447 (A89-580) : Soudage par résistance - Essais des soudures - Essais de pelage et de déboutonnage au burin appliqués aux soudures par résistance par points et par bossages

Remplace NF EN ISO 10447 d'avril 2015.

Ce document prescrit les modes opératoires et l'outillage qu'il est recommandé d'utiliser pour les essais de pelage et de déboutonnage au burin appliqués aux soudures par résistance par points et par bossages. Il s'applique aux soudures exécutées sur au moins deux tôles, d'une épaisseur comprise entre 0,5 mm et 3,0 mm. Cette nouvelle édition inclut notamment les modifications suivantes :

- la mise à jour de l'Article 3, avec la suppression des termes et définitions qui sont intégrés dans l'ISO 17677-1 ;
- la suppression des figures sur le type de rupture, intégrées dans l'ISO 17677-1 ;
- la mise à jour des exigences sur l'essai au burin (paragraphe 5.1) et des exigences sur l'essai de pelage (paragraphe 5.2) ;
- la mise à jour des exigences sur le mesurage des dimensions des soudures et la consignation des types de ruptures.

Publié par AFNOR le 07/12/2022

BRASAGE

PROJET DE NORME EN ENQUÊTE PUBLIQUE

→ Participez sur norminfo.afnor.org

PR NF EN ISO 5179

Étude de l'aptitude au brasage au moyen d'un essai de mouillage et de capillarité
Fin de l'enquête : 15/03/2023

PROJECTION THERMIQUE

PROJETS DE NORMES EN ENQUÊTE PUBLIQUE

→ Participez sur norminfo.afnor.org

PR NF EN 15520

Projection thermique - Recommandations relatives à la conception des éléments de construction comportant un revêtement déposé par projection thermique
Fin de l'enquête : 14/03/2023

PR NF EN ISO 14919

Projection thermique - Fils, baguettes et cordons pour projection thermique à l'arc et au pistolet dans une flamme - Classification - Conditions techniques d'approvisionnement
Fin de l'enquête : 13/03/2023

CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS

PROJET DE NORME EN ENQUÊTE PUBLIQUE

→ Participez sur norminfo.afnor.org

PR NF EN ISO 5580

Essais non destructifs - Négatoscopes utilisés en radiographie industrielle - Exigences minimales
Fin de l'enquête : 14/04/2023

LES NORMES, C'EST VOUS QUI LES FAITES !

Devenir acteur des travaux de normalisation, c'est savoir anticiper et influencer l'évolution de vos marchés. Dans le domaine du soudage et des techniques connexes, sept commissions vous sont accessibles pour tous les aspects relatifs à la qualification des soudeurs et des modes opératoires de soudage, à la qualité des assemblages soudés, aux essais destructifs et non destructifs, aux matériels et aux produits consommables, ou bien encore au brasage.

Vous ne souhaitez plus subir les normes, mais au contraire tirer la quintessence du système de normalisation ? Trois interlocuteurs sont à votre service. N'attendez plus et contactez-nous :



ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION

Madame Laurie Jardel
Département Génie Industriel et Environnement
11 rue Francis de Pressensé
93571 LA PLAINE SAINT-DENIS CEDEX
Tél. : 01 41 62 80 64
e-mail : laurie.jardel@afnor.org



INSTITUT DE SOUDURE

Monsieur Jérôme Dietsch
Espace Cormontaigne
4 boulevard Henri Becquerel
57970 YUTZ
Tél. : 03 82 59 86 44
e-mail : j.dietsch@isgroupe.com



UNION DE NORMALISATION DE LA MECANIQUE

Madame Elisabeth Guérin
Maison de la Mécanique
45 rue Louis Blanc
92400 COURBEVOIE
Tél. : 01 47 17 67 80
e-mail : e.guerin@unm.fr

Soudage robotisé

Mettre en œuvre un robot à 7 axes pour réaliser des soudures d'alésage.

Alors que la plupart des robots de soudage sont principalement destinés au soudage par résistance ou à la mise en œuvre des procédés MIG/MAG,

de nombreuses opérations d'assemblage et de rechargement automatisées conviennent davantage au procédé TIG, bien qu'il soit réputé être trop lent et trop peu productif. La vitesse de soudage ou la productivité sont mesurées en fonction de la quantité de métal déposé par unité de temps. Rendre le pro-



Rechargement par soudage TIG de l'alésage d'un tube.

cedé de soudage TIG aussi productif que les procédés MIG/MAG nécessite donc l'emploi de procédés dits "fils-chauds", qui consistent à préchauffer le métal d'apport au moyen d'une source d'énergie supplémentaire. Cette approche permet d'améliorer le rendement et de réduire le phénomène de dilution, qui sont des paramètres particulièrement prépondérants pour les opérations de rechargement.

Auteur(s) : DAN ALLFORD, D. MARTIN, J. FREEMAN, Z.

Titre original : Controlling a 7-axis robot for continuous internal bore welding

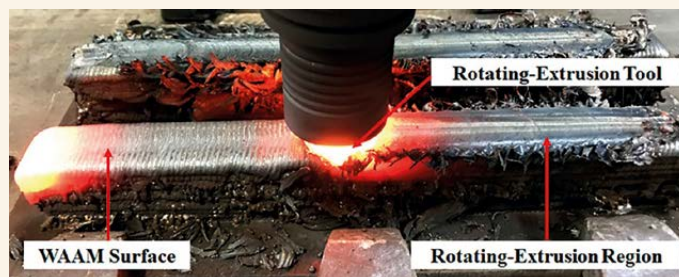
Source : *Welding Journal*, n°8, 2022, pp. 34-36 (6 pages, en anglais)

Fabrication additive

Fabrication additive arc-fil de composants en acier inoxydable duplex à l'aide d'un trainard agissant par rotation et extrusion.

Une méthode de fabrication additive arc-fil disposant d'un trainard agissant par rotation et extrusion fait l'objet de cette étude visant à la présenter et à l'évaluer. Elle se base sur des méthodes qui ont fait la preuve de leur aptitude à réaliser des composants complexes de grandes dimensions est avérée, et sur la présomption que les performances de tels composants peuvent être améliorées. L'idée était de démontrer que de telles fabrications peuvent tirer profit d'un traitement par rotation et extrusion appliqué aux différentes couches de matière déposées successivement. Ce traitement permet de modifier la morphologie des différentes couches en passant de surfaces présentant typiquement des renflements prononcés à des surfaces lisses caractérisées par

un refoulement sur les côtés de la structure en cours de fabrication. Ce traitement se traduit par un affinage de la structure cristalline de la matière déposée et par un accroissement significatif de la teneur en austénite. Durant la phase expérimentale de l'étude, la dureté moyenne des zones traitées était de l'ordre de 317,7 HV0,5, soit de 19% supérieure à celle d'une zone équivalente non traitée. La



Vue en temps réel du procédé de fabrication additive arc-fil proposé, basé sur l'utilisation d'un trainard agissant par rotation et extrusion sur la matière déposée.

résistance en traction des pièces réalisées au moyen de cette méthode innovante fut également améliorée.

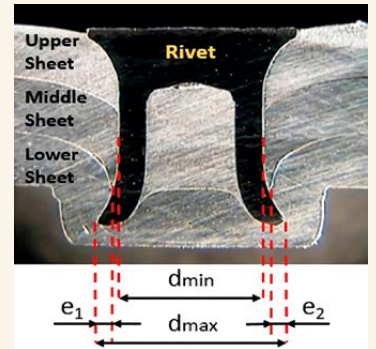
Auteur(s) : YU.C, ZHAO.Y, XU.W, DONG.C, GUO.C, DENG.J, LI.Z, MIAO.S

Titre original : Trailing rotating-extrusion-assisted wire arc additive manufacturing of duplex stainless steel

Source : *Science and Technology of Welding and Joining*, vol.27, n°8, 2022, pp. 629-637 (8 pages, en anglais)

Assemblages mécaniques

Assemblage de trois couches de tôles fines dissemblables au moyen de rivets auto-perçants.



Vue en coupe d'un assemblage ; la manière dont l'extrémité du rivet rebrique dans la tôle inférieure est un important indicateur de qualité.

Le rivetage avec rivets auto-perçants est une méthode d'assemblage mécanique pouvant être envisagé pour les tôles fines. Durant cette étude, les caractéristiques mécaniques d'assemblages constitués de différentes combinaisons de tôles en acier DC04 et en alliage d'aluminium 5182 ont été évaluées au moyen d'analyses de la macrostructure et d'essai de traction-cisaillement. Les résultats ont indiqué que les forces de cisaillement les plus élevées ont été relevées sur les éprouvettes de type DC04/DC04/5182 et 5182/DC04/DC04. En outre, il a été constaté que plus le nombre de couches d'aluminium est important, plus le risque de trous de l'assemblage est important. Enfin, on a également remarqué une meilleure répartition des rivets lorsque les matériaux les plus durs sont positionnés dans les couches les plus hautes des assemblages.

Titre original : Triple joining of different sheets with self-pierce riveting method

Auteur(s) : CAVUSOGLU O. BAKIRCI A. DINKCI H. YILMAZOGLU A.G.

Source : *Science and Technology of Welding and Joining*, vol.27, n°7, 2022, pp. 579-585 (7 pages, en anglais)

Revue de presse

Contrôles non destructifs

Contrôle par courants de Foucault multiéléments de fissurations par corrosion sous contrainte.

La fissuration par corrosion sous contrainte de certains équipements critiques peut mener à des ruptures pouvant avoir des conséquences terribles sur l'environnement, sur la réputation d'une entreprise et des pertes considérables de temps et d'argent. Ce phénomène est principalement enclenqué à se produire dans le matériau de base constituant les équipements sous pression, les tuyauteries industrielles et les réservoirs de stockage. Le ressuage et la magnétoscopie sont les méthodes de contrôles non destructifs les plus communes pour dé-

tecter la fissuration par corrosion sous contrainte et d'autres défauts débouchants, car elles sont fiables, simples et peu coûteuses. Toutefois, le contrôle par courants de Foucault multiéléments offre divers avantages, notamment celui de permettre à l'utilisateur de relever et d'archiver numériquement les indications relevées lors des campagnes d'inspection, ou encore celui de permettre une mesure de la longueur et de la profondeur des fissures même en présence de peinture ou de revêtements non conducteurs.

Classification binaire des défauts de soudage basée sur l'apprentissage profond.

Cette étude a cherché à évaluer les effets de l'augmentation des quantités de données, de la profondeur des couches de convolution et de la vitesse d'apprentissage sur la fiabilité d'un modèle numérique à apprentissage profond visant à détecter des défauts de soudage. Les résultats de travaux expérimentaux montrent que l'utilisation d'une approche binaire simultanée permet d'amé-

liorer les performances du modèle au-delà de la somme obtenue en utilisant de manière successive les deux méthodes séparément. Lorsque le nombre de couches de convolution dépasse 10, le réseau ne peut pas extraire avec fiabilité les caractéristiques des défauts, entraînant une diminution de la fiabilité du modèle. La vitesse d'apprentissage pourrait quant à elle influencer de manière signifi-

Soudage par résistance

Influence du temps de maintien sur la soudabilité des assemblages aluminium/acier réalisés par résistance par points.

Les effets du temps de maintien sur la qualité des soudures réalisées par résistance par points entre un alliage d'aluminium et un acier dual phase ont été étudiés. Les résultats permettent de conclure qu'avec un temps de maintien optimal (approximativement compris entre 350 et 500 ms), on parvient à obtenir des points de soudures d'un diamètre maximal de 7,6 mm, ne disposant que d'une couche très fine de composés intermé-

talliques (approximativement 1 à 5 μm) et une résistance à la traction maximale de 4,7 kN. Des temps de maintien trop courts se traduisent par des retassures, des points de soudure de diamètre insuffisant et des couches épaisses de composés intermétalliques dues à une moins bonne dissipation de la chaleur après le retrait des électrodes ; l'ensemble conduit à une faible résistance à la traction et à des ruptures de

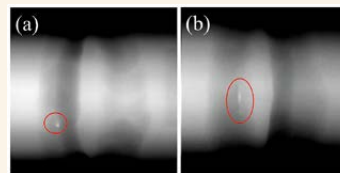


La fissuration par corrosion sous contrainte se produit lorsque des fissures rejoignent des piqûres de corrosion, générant des fissurations multiples dans des directions aléatoires au sein des matériaux de base constituant les installations.

Titre original : Eddy current array examination of stress corrosion cracking

Auteur(s) : MORAIS.G

Source : *Inspection Trends*, vol. 25, n°1, février 2022, pp. 16–17 (2 pages, en anglais)



8 400 images radiographiques comme celles-ci, obtenues lors du contrôle de soudures circulaires sur des tubes en acier T91 de 55 mm de diamètre, ont été utilisées pour l'entraînement du modèle.

cative la fiabilité et la vitesse de convergence, et le recours à une vitesse d'apprentissage initiale

de $1e-4$ ramenée à l'époque 250 permettrait de réduire la fonction objectif et d'améliorer la fiabilité du modèle.

Titre original : Binary classification of welding defect based on deep learning

Auteur(s) : WANG X.P. WANG X. ZHANG B.X. CUI J.H. LU X.P. REN C. CAI W.J. YU X.H.

Source : *Science and Technology of Welding and Joining*, vol.27, n°6, 2022, pp. 407-417

(11 pages, en anglais)

Soudage par résistance

Influence du temps de maintien sur la soudabilité des assemblages aluminium/acier réalisés par résistance par points.

Les effets du temps de maintien sur la qualité des soudures réalisées par résistance par points entre un alliage d'aluminium et un acier dual phase ont été étudiés. Les résultats permettent de conclure qu'avec un temps de maintien optimal (approximativement compris entre 350 et 500 ms), on parvient à obtenir des points de soudures d'un diamètre maximal de 7,6 mm, ne disposant que d'une couche très fine de composés intermé-

talliques (approximativement 1 à 5 μm) et une résistance à la traction maximale de 4,7 kN. Des temps de maintien trop courts se traduisent par des retassures, des points de soudure de diamètre insuffisant et des couches épaisses de composés intermétalliques dues à une moins bonne dissipation de la chaleur après le retrait des électrodes ; l'ensemble conduit à une faible résistance à la traction et à des ruptures de

type fragile le long des couches de composés intermétalliques. Un temps de maintien trop long, de l'ordre de 750 ms, produit quant à lui des soudures de diamètre réduit, en raison d'une dissipation de la chaleur plus rapide.

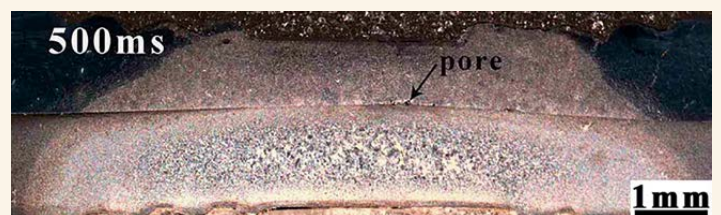
Titre original : Effect of hold time

on resistance spot weldability of aluminium to steel

Auteur(s) : MENG X.M., LI S.W., SHI L.T., ZHANG Y.Q., CHEN Y.J., ZHANG S. et WU H.

Source : *Science and Technology of Welding and Joining*, vol.27, n°7, 2022, pp. 522–532

(11 pages, en anglais)



Vue en coupe d'un point de soudure réalisé avec un temps de maintien de 500 ms.

Formulaire de la construction métallique – Méthodes et règles de dimensionnement, conception des structures et dispositions constructives – 5^e édition 2022

Les principes ainsi que les règles de conception et de calcul des structures en acier des bâtiments et des ouvrages de génie civil sont fixés par l'Eurocode 3. Cet ouvrage explicite l'ensemble des exigences et des formules de dimensionnement prévues par cette série de normes et par les annexes nationales associées qui en précisent les conditions d'utilisation dans le contexte français. Il intègre également les différentes recommandations d'application élaborées par la CNC2M (Commission française de normalisation de la construction métallique). Cette cinquième édition s'inscrit dans le contexte particulier où une expérience significative a été acquise dans l'application du corpus des Eurocodes et où des travaux ont été engagés à l'échelon européen pour en tirer les enseignements en vue d'une future révision. Ainsi, la mise à jour propre à cet ouvrage porte sur l'ensemble des chapitres : leur rédaction a été systématiquement revue, améliorée et précisée. Toutes les références normatives ont été actualisées. Des compléments ont également été apportés sur la justification de la sécurité des structures dans le cadre de l'Eurocode 0, la détermination des actions du vent, la prévention de la mise en vibration des planchers, le calcul des assemblages. Quelques développements



ont été par ailleurs introduits sur la méthode d'analyse sismique, dite "en poussée progressive", prévue par l'Eurocode 8 et sur la normalisation visant l'exécution des structures métalliques. Véritable guide de conception, le Formulaire de la construction métallique :

- rassemble les données d'entrée nécessaires aux calculs de dimensionnement : évaluation des actions et des charges suivant l'Eurocode 1 et l'Eurocode 8, règles de formation des combinaisons suivant l'Eurocode 0, caractéristiques des aciers et des produits sidérurgiques ;
- précise les modalités de mise en œuvre de l'analyse des structures et les vérifications d'états-limites de service ;
- décrit les critères de résistance

et de stabilité auxquels les éléments doivent satisfaire ;

- détaille les dispositions visant la conception et le calcul des assemblages ;
- expose les principes fondamentaux d'organisation des structures et explique le fonctionnement de leurs principaux composants et les dispositions constructives des ossatures courantes.

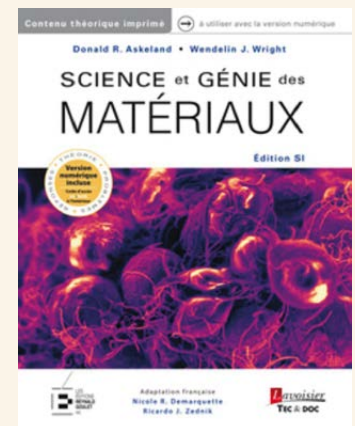
Des annexes pratiques fournissent en outre les valeurs numériques les plus utiles au calcul courant des structures métalliques et présentent des canevas de synthèse permettant la vérification de la stabilité des barres. Cet ouvrage s'adresse aussi bien aux ingénieurs et techniciens de bureaux d'études ou de sociétés d'ingénierie, responsables du dimensionnement de structures en acier, qu'aux projecteurs qui désirent approfondir leurs connaissances. Il permet aussi aux étudiants, ingénieurs et techniciens en formation de comprendre les bases du calcul des structures métalliques et les approches parfois complexes de la normalisation.

Auteurs : MAITRE P.

Éditeur : Éditions du Moniteur
Collection : Expertise Technique
ISBN : 978-2-28114-433-8
Format : 560 pages, 17 x 23 cm
Prix : 69,00 €

Science et génie des matériaux

S'appuyant sur le succès des éditions précédentes, la nouvelle mouture de cet ouvrage met l'accent sur une solide compréhension de la structure, des caractéristiques et des propriétés des trois principaux types de matériaux (métaux, céramiques et polymères) ainsi que des composites. L'auteur explique leur comportement ainsi que la meilleure façon de les utiliser dans l'exercice du métier d'ingénieur. Il multiplie les exemples pratiques et établit clairement les liens avec la réalité quotidienne. Le contenu en quadrichromie reflète les dernières avancées dans le domaine, met en lien les technologies et produits importants et motive l'étudiant à maîtriser une compréhension des matériaux actuellement utilisés en ingénierie.



Auteurs : ASKELAND D.R., WRIGHT W.J.
Éditeur : Lavoisier
Collection : Tec & Doc
ISBN : 978-2-74302-556-4
Format : 493 pages
Prix : 99,00 €

42. Assistentenseminar Fügetechnik



Ce recueil rassemble l'ensemble des 23 conférences présentées lors de la 42^e édition de cette manifestation qui réunit chaque année des experts issus des pôles technologiques des principales universités allemandes. Les sujets suivants ont notamment été évoqués :

- défis et opportunités en matière de soudage par décharge de condensateur de feuillards ;
- caractérisation physico-chimique des émissions issues du soudage par ultrasons de connecteurs électroniques ;
- évaluation de la résistance à la

fatigue d'assemblages soudés par friction ;

- caractéristiques mécaniques des composants obtenus par fabrication additive arc-fil avec des produits d'apport à haute résistance ;
- soudage laser d'assemblages dissemblables aluminium/cuivre ;
- modification d'alliages CoCr pour la fabrication additive arc-fil ;
- soudage par faisceau d'électrons de composants en Inconel 939 obtenus par fabrication additive ;
- analyse expérimentale et par simulation numérique du rechargement avec arc non transféré bifil

assisté par faisceau laser ;

- qualification et comparaison de procédés de soudage MIG/MAG avec fils de forts diamètres ;
- influence des champs électromagnétiques sur le bain de fusion lors du soudage hybride laser-arc de tôles de fortes épaisseurs.

Éditeur : DVS Media

Collection : DVS-Berichte (Band 385)
ISBN : 978-3-96144-210-2 (version papier) 978-3-96144-211-9 (e-book)
Format : 21 x 29,7 cm, 186 pages
Prix : 38 €



13^e Salon International de l'Industrie Ferroviaire

28 – 30 mars 2023
Lille Grand Palais

LE RENDEZ-VOUS DE LA FILIÈRE FERROVIAIRE EN FRANCE

- Une aire d'exposition pour découvrir les dernières innovations en matière de produits et technologies
- Un programme complet d'activités pour étendre votre réseautage
- Des conférences sur les sujets clés actuels et les futures tendances de l'industrie
- Des voies de démonstration exposant des véhicules montés sur rail
- **NOUVEAU:** Le Hub Innovation SIFER présentant des start-ups aux solutions innovantes et créatives

PLUS D'INFOS SUR:

www.sifer-expo.com

Organisateur:
MACKBROOKS Part of
exhibitions **RX**

Status of Analysis and Countermeasures

Liquid Metal Embrittlement

LES AUTEURS : D. Cornette, ArcelorMittal Global R&D (France); T. Dupuy, ArcelorMittal Global R&D ; S. Sriram, ArcelorMittal Global R&D (USA)

ABSTRACT

During spot welding, some zinc coated Advanced High-strength steels (AHSS) are prone to suffer from Liquid Metal Embrittlement (LME). The zinc present at the surface of the steel melts due to its low melting point (420 °C). Under certain conditions (temperature, stress, time, etc.), a rapid penetration of the liquid zinc along the grain boundaries may cause embrittlement. Cracks are then observed at different locations of the spot welds. Avoiding LME or, at least, quantifying its impact on the behavior of the assembly becomes one of the main objectives of steel manufacturers and carmakers.

LME cracking depends on the material and the welding conditions. One material which could be considered as sensitive to LME in certain conditions could also be considered as non-sensitive in other conditions. Furthermore, LME is a scattered phenomenon, the presence, occurrence and size of the cracks could vary from one spot weld to another. The current paper gives an overview of analysis and countermeasures particularly on:

- Some testing conditions during welding processes that produce LME cracks with increasing severity of certain parameters (such as welding current, gap between sheets, misalignment, electrodes shape/diameter).
- Mitigation of cracking sensitivity by the type of stack-up (2 and 3 sheets in homogeneous and heterogeneous configurations) and thus allowing access to certain part designs where the most severe configurations can be ruled out.
- Effect of such cracks on the mechanical performances of spot-welds. When these cracks occur on the surface of the spot-welds, they are not on a transfer path of force and therefore do not show a decrease in performance during static, dynamic and fatigue loading.

INTRODUCTION

In this paper, the LME sensitivity of a Fortiform®1180 CFB (Carbide Free Bainite) EG steel will first be discussed through the influence of the different combinations of two and three sheets connections with other steels, but also through the influence of its thickness for the most severe combination. This grade is known to have a high LME sensitivity which allows to differentiate welding stacks-up conditions regarding LME crack occurrence.

This grade is not more available in ArcelorMittal Europe, the current development is based on a Quenching & Partitioning (Q&P) Hot Dip Galvanised (GI) version. Following this, the effect of aggravating factors on sensitive configurations such as misalignment of the electrodes (lateral or angular) or the clearance between the welding electrode and the sheet will be discussed. Additionally, the welding parameters that could reduce crack sizes, such as electrode diameters & shape or welding currents, will be discussed.

It will also be shown that if the crack sizes are controlled, the impact on mechanical strength in quasi-static, fatigue or crash is negligible.

Finally, we will show by means of the metallurgical design improvements that our latest product development can result in reduction in LME behavior of our Fortiform® steels.

STACK-UP INFLUENCE ON LME

Fortiform 1180 CFB EG was welded in two and three sheet homogeneous and heterogeneous configurations. Different steel grades (Fortiform 1180 EG, CR3, Usibor 1500 AS 150, DP 980 GI) and thicknesses were used as accompanying sheets.

For each stack-up, ten spot welds were made on plates of 50 × 300 mm at the maximum current level (200A under splashing limit). The welding parameters are given by the ISO 18278-2 standard, whatever the stack up:

- Welding machine: 50 Hz pedestal
- Electrode: F1-16-6 mm
- Welding force, welding time and holding time according to ISO 18278-2 are determined by:
 - the thinner sheet when welding two sheets of unequal thickness,
 - the thinner of the two thicker sheets when welding three sheets stack-up,
 - the highest Ultimate Tensile Strength (UTS) when sheets with differing UTS are welded together.

All spot welds were first evaluated by dye penetrant and then by cross-section observations. Stack-ups were ranked based on the maximum crack depth in each spot weld (Figures 1.a et 1.b).

Fortiform®1180 shows very low LME sensitivity when welded in homogeneous or in heterogeneous configurations with other conventional AHSS (Dual Phase or Press Hardened Steel Usibor). Only small cracks (<100 µm) were observed for almost all of these configurations. However, deeper cracks were observed when the Fortiform 1180 was welded with Mild or HSLA steel grades.

To study the impact of the sheet thickness on LME, it was necessary to use a substrate of same chemistry and microstructure. Thus, a 2.0 mm Fortiform®1180 steel sheet was progressively grinded to 1.8, 1.6, 1.4, 1.2, 1.0 and 0.8 mm, electrogalvanized and then welded in a very severe three sheet heterogeneous configuration (Fortiform®1180 / Mild Steel / Mild Steel) for LME evaluation (Figure.2).

LME cracks deeper than 200µm were observed for almost all the thicknesses, except for 2.0 mm. This could be explained by the fact that sheets of 1.8 and 2.0 mm produced smaller nuggets than those having thicknesses varying

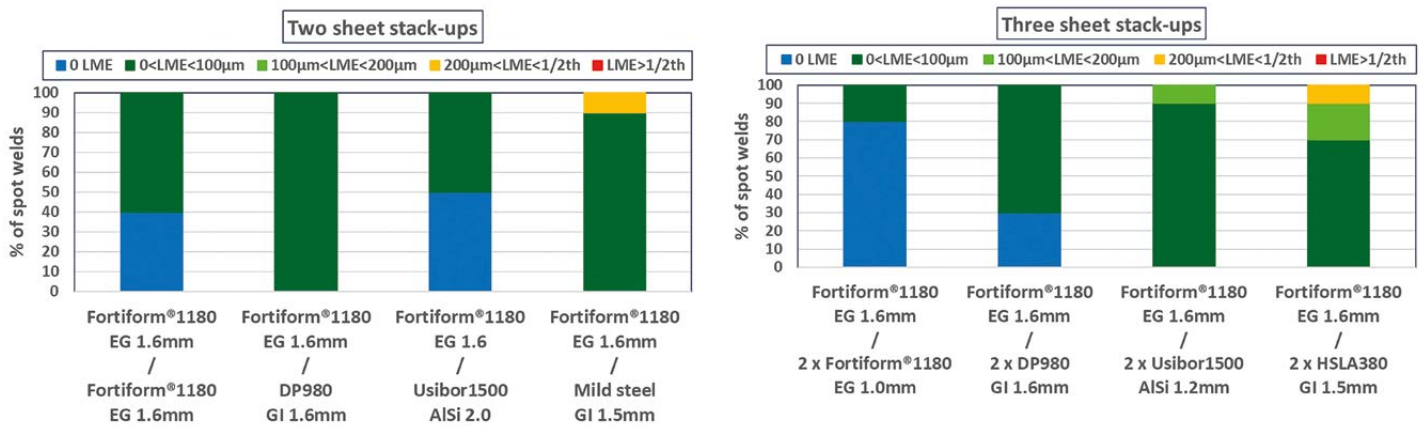


Figure 1.a and figure 1.b show LME sensitivity levels of Fortiform 1180 1.6mm welded in two and three sheet stack-ups respectively

between 0.8 and 1.6 mm. These results revealed that the sheet thickness has no significant impact on the LME sensitivity level of Fortiform 1180 grade.

NOISE FACTORS TO REPRESENT INDUSTRIAL WELDING CONDITIONS

The objective of this section is to show the influence of industrial welding conditions on LME occurrence. These conditions were simulated by aggravating laboratory process parameters. These may certainly worsen the appearance of LME by increasing the local stresses during welding, but there is a need to provide recommendations in terms of limits not to be exceeded for each of these so-called noise factors. Indeed, these disturbance factors are sometimes used by some car-makers in their LME evaluation protocol. To quantify the impact, a medium sensitive configuration combining a 1.5 mm Fortiform®1180 EG with a 0.8 mm Drawing Quality has been used.

Figure 3 shows the impact of lateral misalignment of the welding electrodes on the occurrence of LME cracks. The

results clearly show that a 1,5 mm distance between electrodes should not be exceeded to not considerably increase the crack sizes.

Figure 4 shows the impact of an angular misalignment on the appearance of LME cracks, and it is recommended to not exceed an angle of 5 ° which will considerably increase considerably crack size. Finally, the influence of the clearance between the sheet and the electrode on LME is evaluated, and must not exceed a thickness corresponding to the accompanying sheet of thinner thickness, here 0.8 mm (Figure 5). A very large clearance between the sheets (>3 mm) tends to reverse the local stresses and close the cracks.

SOME WELDING PROCESS MODIFICATIONS TO PREVENT LME

LME cracks in spot welding mainly appear at the top of the weldability range, i.e. for the highest welding current, close to expulsion. This is mainly explained by a higher heat input and higher stresses linked to the indentation caused by the

electrodes. In this paragraph, we will illustrate two most promising process parameters for reducing crack sizes on several sensitive configurations, notably combining mild steels. Indeed, these mild steels require the use of higher welding currents due to their lower electrical resistivity (leaner chemistry than AHSS).

The two levers to reduce the size of the LME cracks that we present here are:

- Reducing welding intensities and consequently the size of the welds, while remaining above the minimum required size
- Modifying the electrode shape to minimize LME cracks. [1]

On figure 6, we show LME cracks sizes of two configurations with three sheets stack-up when they are welded at the maximum current (I_{max}) level. These cracks can be considerably reduced by a limitation of welding current (<10%). The weld diameters are certainly slightly reduced as well but remain perfectly acceptable (<10%) and far above the minimum weld size for such combinations.

Thomas Dupuy [1] proposed a novel electrode tip geometry to mitigate Liquid Metal Embrittlement during resistance spot welding. The reference electrode tip geometry has been chosen to be the standard F1-20-8 [6]. Another reference electrode has been considered, F1-20-10, which is supposed to be better for LME according to literature studies. Beside these references, the novel tip geometry is characterized by a central protrusion and an external sloping shoulder [7].

Figure 7 displays all these geometries, together with their main dimensions. All electrodes were made of Cu-Cr-Zr alloy.

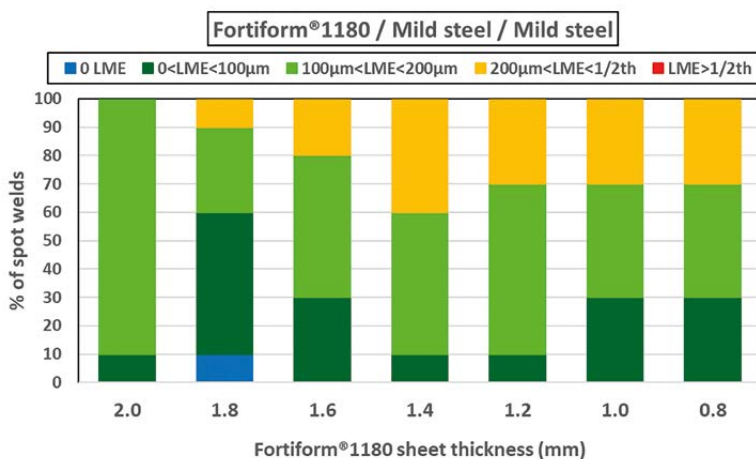


Figure 2. Impact of the thickness on LME.

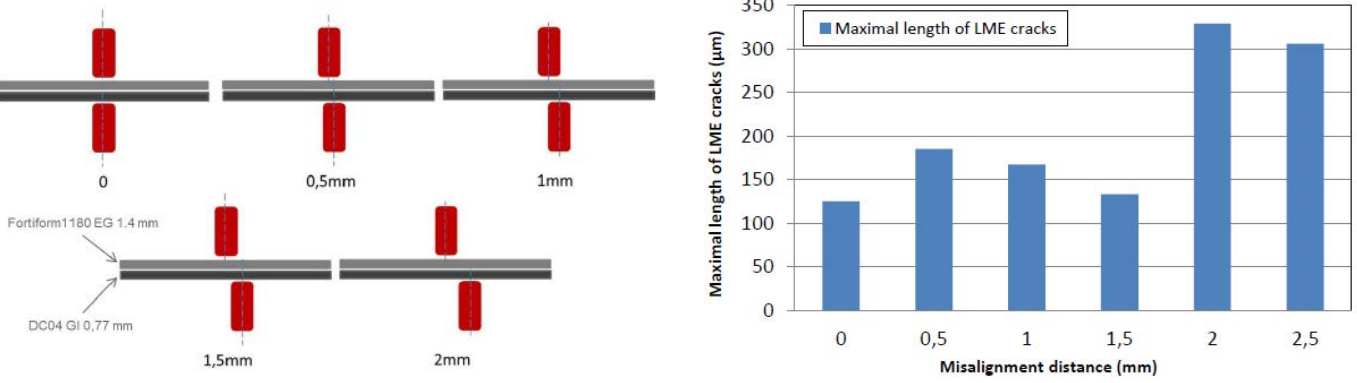


Figure 3. Impact of the lateral misalignment of the welding electrode on LME crack sizes occurrence.

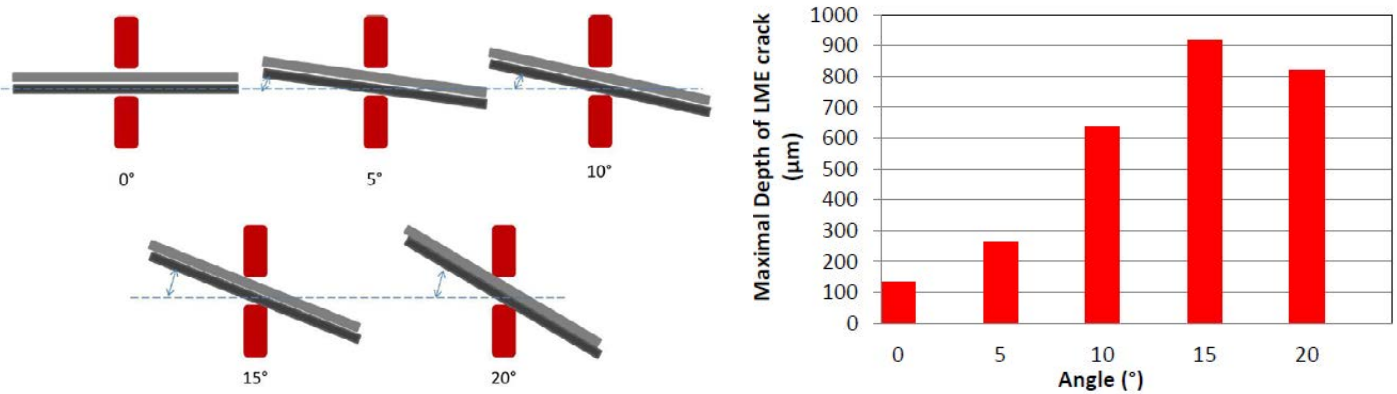


Figure 4 Impact of the angular misalignment of the welding electrode on LME crack sizes occurrence.

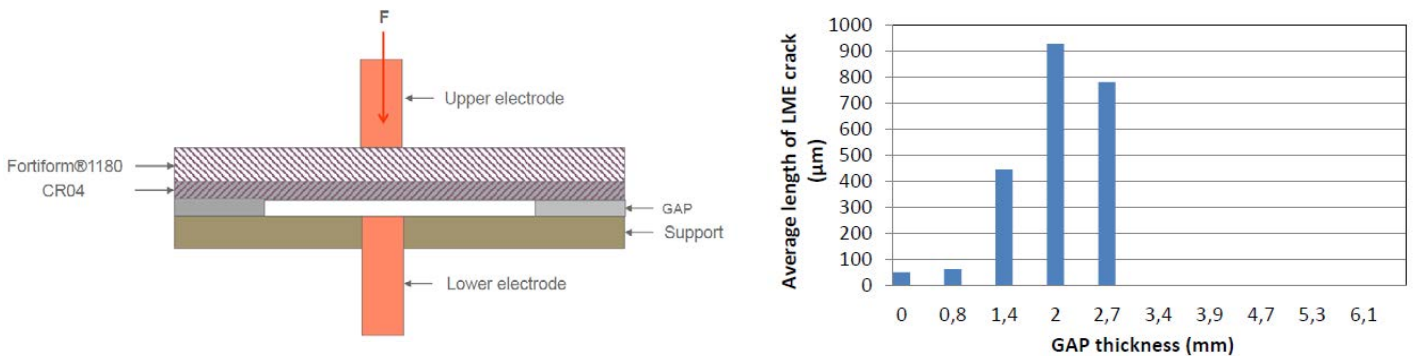


Figure 5. Impact of the clearance between the welding electrode and the sheet on LME significance.

The results obtained from the LME protocol for the 3-sheet stack-up Fortiform®1180 + two mild steel sheets) are displayed on Figure 8.

Without misalignment, the standard electrode shows poor results, with 70% of the spot welds having cracks deeper than 200 µm. In this condition, both the larger standard electrode (F1-20-10) and the novel tip geometry show satisfactory results, without any LME crack above 200 µm.

However, the 5° misalignment degrade the results with the reference electrode, and strongly deteriorates those obtained

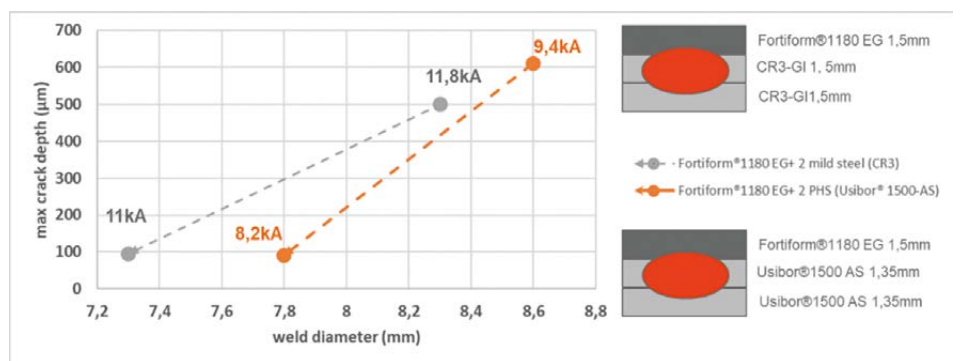


Figure.6. Impact of the welding current on weld and LME crack size for 2 3-sheets stack-up.

with the larger F1-20-10 tip, as compared to the standard condition. On the other hand, the results remain very satisfacto-

ry with the novel tip geometry: although slightly worse, still no crack deeper than 200 µm is detected.

Other spot-welding process modifications are claimed to be efficient in the literature by the University of Waterloo:

- Ramp down schedule recently proposed shows that crack index is reduced drastically [2] (Figure 9)
- Aluminum foil between electrode and sheet shows interesting results on TRIP1100 avoiding higher crack depth [3] (Figure 10)

IMPACT OF LME CRACKS ON WELD STRENGTH

In order to evaluate the impact of LME cracks on the mechanical performances of welds, we have chosen a configuration associating an AHSS grade with 2 mild steels in order to ensure large crack sizes that can reach half the thickness of AHSS steel.

In Figure 11, it is shown that Cross Tensile Strength (CTS) and Tensile Shear Strength (TSS) are not reduced despite the presence of cracks up to half the thickness, and even if the fracture occurs on the AHSS steel side.

In Figure 12, several crash loads have been applied on welded structural parts, and on all the tested specimen even with

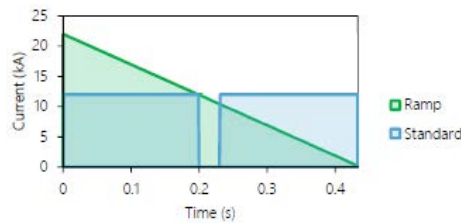


Figure 9. Ramp down schedule to reduce LME [2].

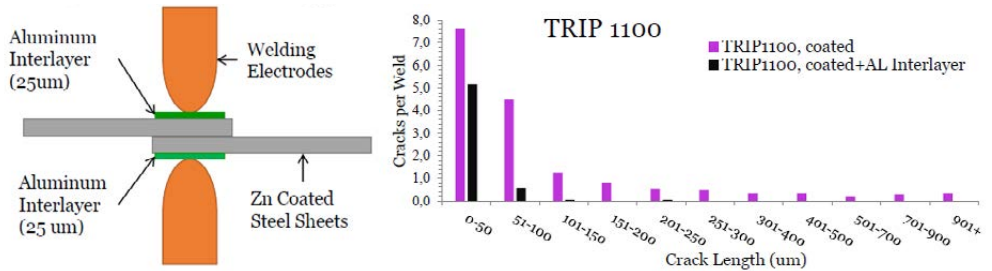
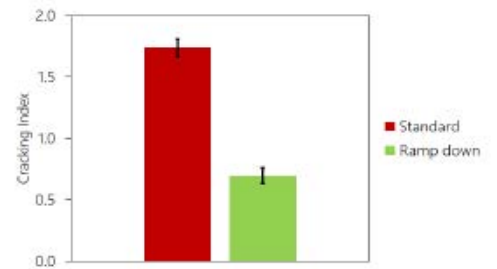


Figure 10. Ramp down schedule to reduce LME [3]

high crack depth (up to 1/2 thickness). No detrimental behavior has been observed compared to non-cracked specimens. Crash force are similar without any decrease. Spot weld fractures always start from the bottom of the notch at the interface of the two sheets and are never initiated by the LME crack from the surface. And finally, it is shown in figure 13 that

LME cracks do not decrease fatigue limit in Tensile Shear Strength (TSS) as fatigue cracks do not start from the LME crack at the surface; this is shown in the same conclusion for other loading modes mentioned above.

DEVELOPMENT OF LME RESISTANCE AHSS PRODUCT

In this section, we will illustrate the improvements made in our recent development of Fortiform®1180 Q&P (Quenching and Partitioning) GI and Fortiform®980 Q&P GI. For these, we used the most severe configuration combining the Fortiform® grade with 2 thick mild steels welded at I_{max}. This new generation of Fortiform® has been optimized to significantly reduce sensitivity to LME. In Figure 14, we can see that the cracks have considerably decreased and other reference grades like DP600 and DP1180 are not free of cracks with these severe welding conditions.

CONCLUSION

Fortiform®1180 shows very low LME sensitivity when welded in homogeneous or in heterogeneous configurations with other conventional AHSS (Dual Phase or Press Hardened Steel Usibor). Only small cracks (<100m) were observed for almost all these configurations. However, deeper cracks were observed when the Fortiform 1180 was welded with Mild or HSLA steel grades [4].

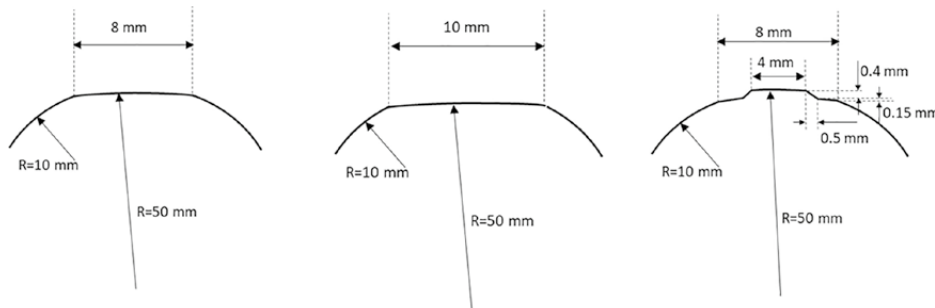


Figure 7: Schematic tip geometries F1-20-8 (left), F1-20-10 (middle), and novel (right).

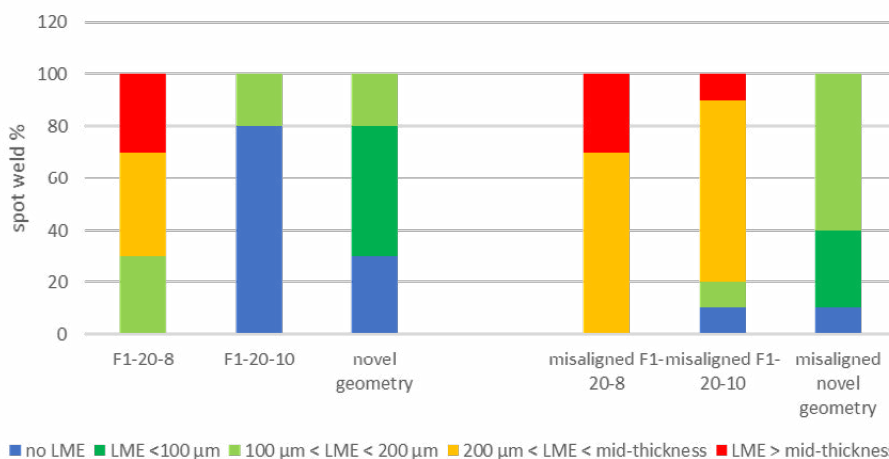


Figure 8: Liquid Metal Embrittlement results for the 3-sheet stack-up, based on maximum crack depth in each weld.

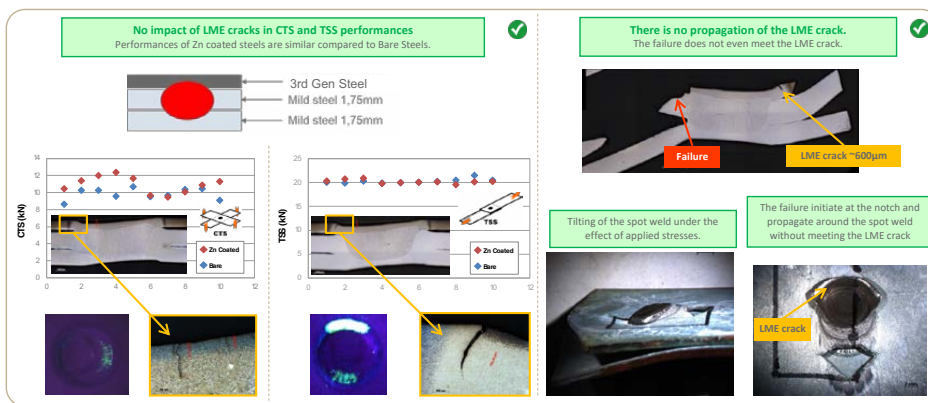


Figure 11. Impact of LME cracks on CTS and TSS.

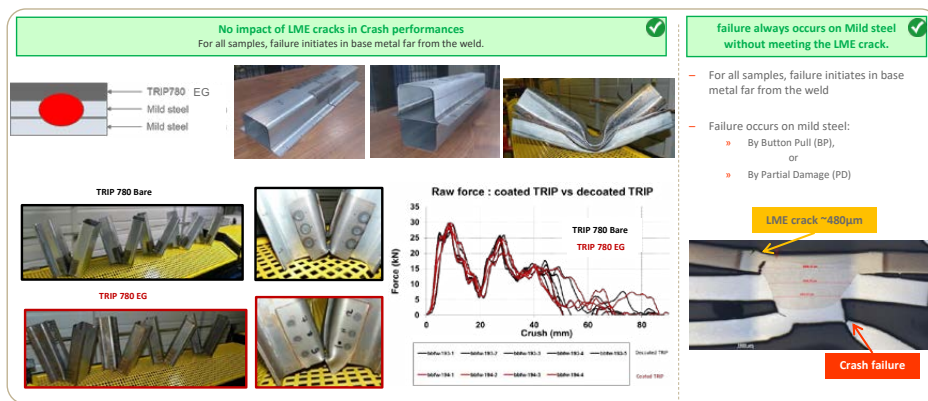


Figure 12. Impact of LME cracks on crash behaviour on welded component.

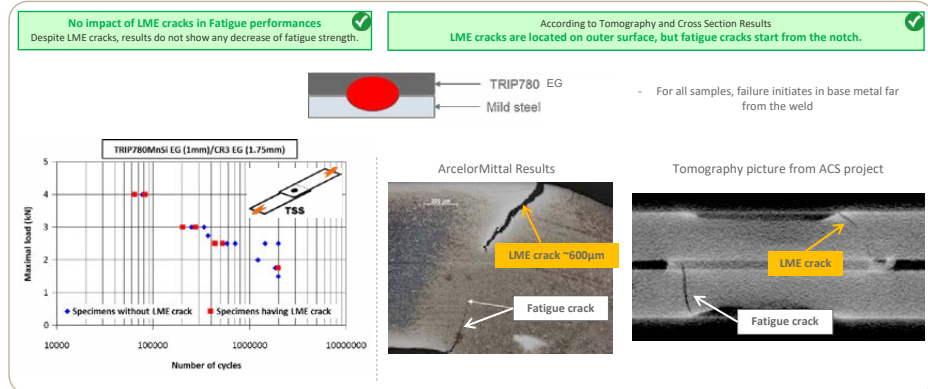


Figure 13. Impact of LME cracks on fatigue behaviour (TSS).

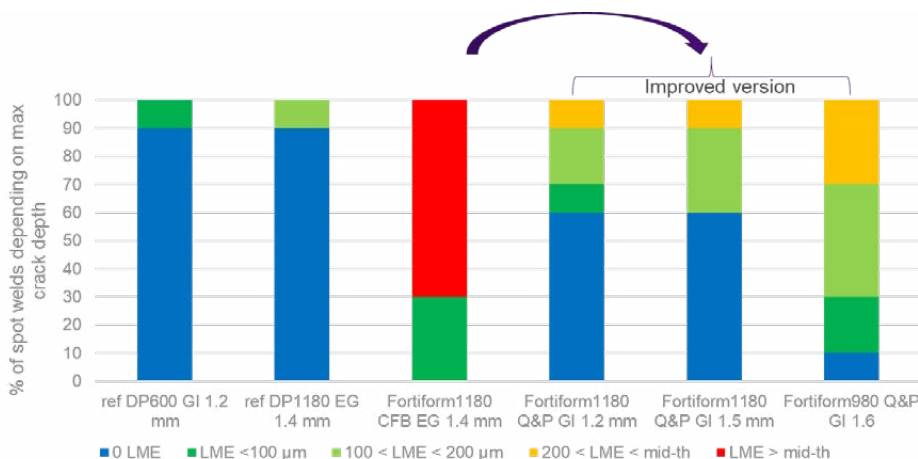


Figure 14. LME cracks distribution of Fortiform 1180-GI and Fortiform 980 GI with other references.

Industrial welding conditions increase the LME occurrence. Recommendations are given in this paper to limit their impact and reduce the cracks number and depth. Current intensity level and electrode tip geometry are the two main levers to reduce the size of LME cracks. Experiments demonstrated that no reduction of performance was found in CTS, in TSS in quasi-static and fatigue load but also in several crash loads for the maximal observed cracks sizes [5]. And finally, we have developed new LME-resistant Fortiform 1180 GI and Fortiform 980 GI, which show a considerable improvement in the most severe conditions.

References

- [1] Thomas Dupuy, "A novel electrode tip geometry to mitigate Liquid Metal Embrittlement during resistance spot welding" Int. Inst. Weld. Do N° III-2064-22, presented at commission III intermediate meeting (online), february (2022).
- [2] C. DiGiovanni, S. Bag, C. Mehling, K. W. Choi, A. Macwan, E. Biro, N. Y. Zhou, "Reduction in liquid metal embrittlement cracking using weld current ramping" Welding in the World (2019) 63:1583-1591
- [3] L. He, C. DiGiovanni, X. Han, C. Mehling, E. Wintjes, E. Biro & N.Y. Zhou, Suppression of liquid metal embrittlement in resistance spot welding of TRIP steel, Science and Technology of Welding and Joining Volume 24, 2019 - Issue 6, Pages 579-586
- [4] Y. Benlatreche, T. Dupuy, D. Cornette, Design rule to minimize Liquid Metal Embrittlement, Joining in Car Body Engineering 2019 – Bad Nauheim
- [5] Y. Benlatreche, M. Duchet, T. Dupuy, D. Cornette, G. Carollo, No effect of Liquid Metal Embrittlement cracks on the mechanical performances of spot welds, SCT2017
- [6] ISO 5821:2009, Resistance welding — Spot welding electrode caps, 2009
- [7] International Patent application WO2020212741A1

Soudure et oxy-coupage (novembre-décembre 1933)

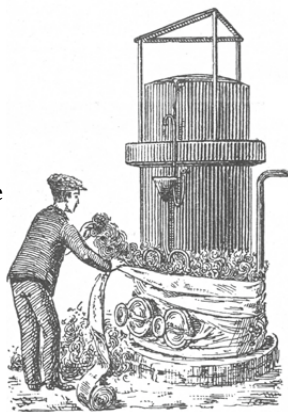
Attention à la gelée

Les premiers froids se font sentir « *apportant aux soudeurs réparateurs leur habituel tribut de pièces à remettre en état, mais aussi congelant l'eau des générateurs d'acétylène, immobilisant les cloches, solidifiant le liquide des soupapes* ». D'où un rappel récurrent des précautions à prendre par l'Office central de la soudure autogène. En principe, un appareil à acétylène doit être placé dans un endroit très aéré, en dehors des bâtiments et en aucun cas dans un local dont on aurait supprimé l'aération. Des cloisons, des panneaux, des châssis peuvent le protéger des effets du froid.

Pour les hivers plus rigoureux, des dispositions spéciales seront prises.

L'habillage des organes exposés tels que les cuves, récipients d'eau et tuyaux, à l'aide de paille, chiffons, produits isolants est un excellent moyen de protection (voir illustration).

Le chauffage du local par un radiateur à eau chaude ou à vapeur, ou même celui des cuves à l'aide d'un thermo-siphon, est

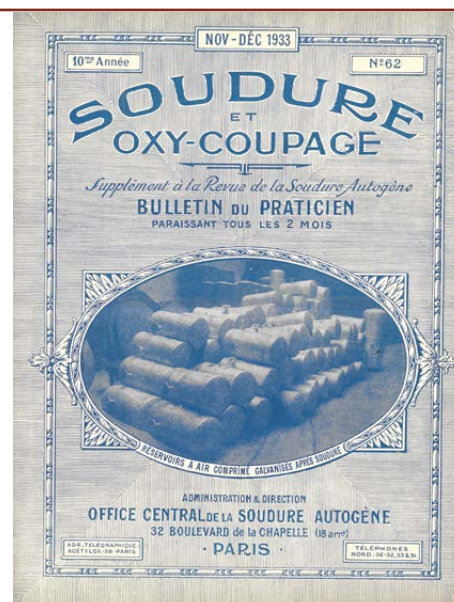


la meilleure solution. Tout chauffage direct à feu nu, ignition ou incandescence, y compris les radiateurs électriques, doit être complètement prohibé.

La couronne d'eau des cuves de gazomètre sera protégée en y versant de l'huile lourde qui surnage en une couche de quelques centimètres, ou bien du chlorure de calcium ou de la glycérine. Le sel doit rester une solution de secours, car il attaque lentement les tôles si la cuve n'est pas vidée et rincée à la sortie des grands froids.

Beaucoup d'appareils en marche journalière accumulent assez de chaleur au cours de leur fonctionnement pour résister à la gelée des nuits. Un habillage du samedi au lundi sera alors conseillé. S'il y a vidange complète de l'eau des générateurs, qui est de fait remplacé par de l'air, « *encore faut-il prendre garde qu'un mélange explosif se forme dans le gazomètre, mélange qu'il convient d'éloigner de toute flamme ou point en ignition et d'expurger parfaitement le lundi matin, non seulement par un nouveau remplissage d'eau, mais encore par une purge de la cloche* ».

Rappelons qu'en cas de congélation de l'eau des générateurs d'acétylène, ni flamme, ni objets chauffants à haute température ne doivent être employés



pour obtenir le dégel, mais uniquement de l'eau chaude.

Si des détériorations nécessitent des réparations à exécuter au chalumeau, à la lampe ou même au fer à souder, il est absolument nécessaire de remplir l'appareil à acétylène ou ses accessoires entièrement d'eau et de les vider, ceci deux ou trois fois de suite.

Des conseils régulièrement répétés puisque, dans un autre numéro, la rubrique Information le rappelle : « *Ces recommandations n'ont pas été inutiles ; cependant nous avons appris que, comme tous les ans d'ailleurs, quelques explosions s'étaient produites, causées généralement par le chauffage à la flamme des cuves de générateurs ou par des tentatives de dégel des divers organes à l'aide de fers rouges ou d'autres sources vives de chaleur. Il s'agit heureusement, dans tous les cas d'accidents sans gravité.* »

Frédérique Champigny



LES JOURNÉES COFREND

 **COFREND**
Confédération Française pour les Essais Non Destructifs

**SAVE
THE
DATE**

Les **END**, voir et prévoir

DU 6 AU 8 JUIN 2023

MARSEILLE - Palais Chanot

SPONSORS



EKOSCAN
INDUSTRIAL ULTRASOUND

framato
Intercontrôle



GROUPE
LUZIESA | EXCELDEF
DEFAUTS ARTIFICIELS | SONDES CP & SERVICES

OLYMPUS



3 JOURS D'EXPOSITION ET DE CONFÉRENCES :

Un programme unique de temps forts pour mettre en relation exposants, chercheurs, scientifiques et visiteurs autour des Essais Non Destructifs.

Les Journées COFREND, se tiendront à Marseille du 6 au 8 juin 2023. Sous la thématique les END, Voir et Prévoir, 2 500 participants, 100 exposants, 150 conférenciers, français et étrangers sont attendus pour cette 10ème édition.

Organisées tous les 3 ans, les journées COFREND sont le **Rendez-vous de la toute filière** ; industriels, grands donneurs d'ordres, PME et TPE impliqués dans les Essais Non Destructifs (END) et dont le champ d'application couvre **l'ensemble des secteurs industriels et de pointe technologique** : l'aéronautique, le ferroviaire, le génie civil, le nucléaire, la pétrochimie, la sidérurgie.

Contact : pole.communication@cofrend.com

www.cofrend2023.com

Avec le soutien



PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



ACADÉMIE
D'AIX-MARSEILLE

Liberté
Égalité
Fraternité



SOUDAGE
et Techniques Connexes

Sous le haut patronage de
Monsieur Emmanuel MACRON
Président de la République*

GI LE SALON **GLOBAL** **INDUSTRIE** | **07/10 MARS** **2023** **EUREXPO** **LYON**

Le rendez-vous incontournable
de *tout l'écosystème industriel en FRANCE !*

**DES SOLUTIONS
CONCRÈTES
POUR CONCEVOIR,
CONSTRUIRE ET FAIRE
ÉVOLUER L'INDUSTRIE
DE DEMAIN !**

Tous les métiers de l'industrie :

2300
exposants

L'INDUSTRIE SE MOBILISE AVEC VOUS !

ASSEMBLAGE, MONTAGE, FIXATIONS INDUSTRIELLES • ÉLECTRONIQUE • ÉNERGIES ET PRODUCTION DURABLE • FABRICATION ADDITIVE & 3D • FINITION & TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX • FORGE & FONDERIE • MATIÈRES & PRODUITS SEMI-FINIS • MESURE, CONTRÔLE, VISION, INSTRUMENTATION • PLASTURGIE, CAOUTCHOUC, COMPOSITES • RÉGIONS & PAYS • ROBOTIQUE • SERVICES & AMÉNAGEMENT DE L'ENTREPRISE • SMART : DIGITALISATION, AUTOMATISATION, MÉCATRONIQUE • TÔLERIE, MISE EN FORME DES MÉTAUX, SOUDAGE (ÉQUIPEMENTS) • USINAGE & ENLÈVEMENT DE MATIÈRE