

# SOUDAGE

*et Techniques Connexes*

## **Dossier**

*Les soudeurs doivent se protéger  
de nombreux risques*



### **RENCONTRE AVEC...**

Alexandrine Charonnat -  
Le Lorrain - Hampiaux

### **TECHNOLOGIES ACTUALITÉS**

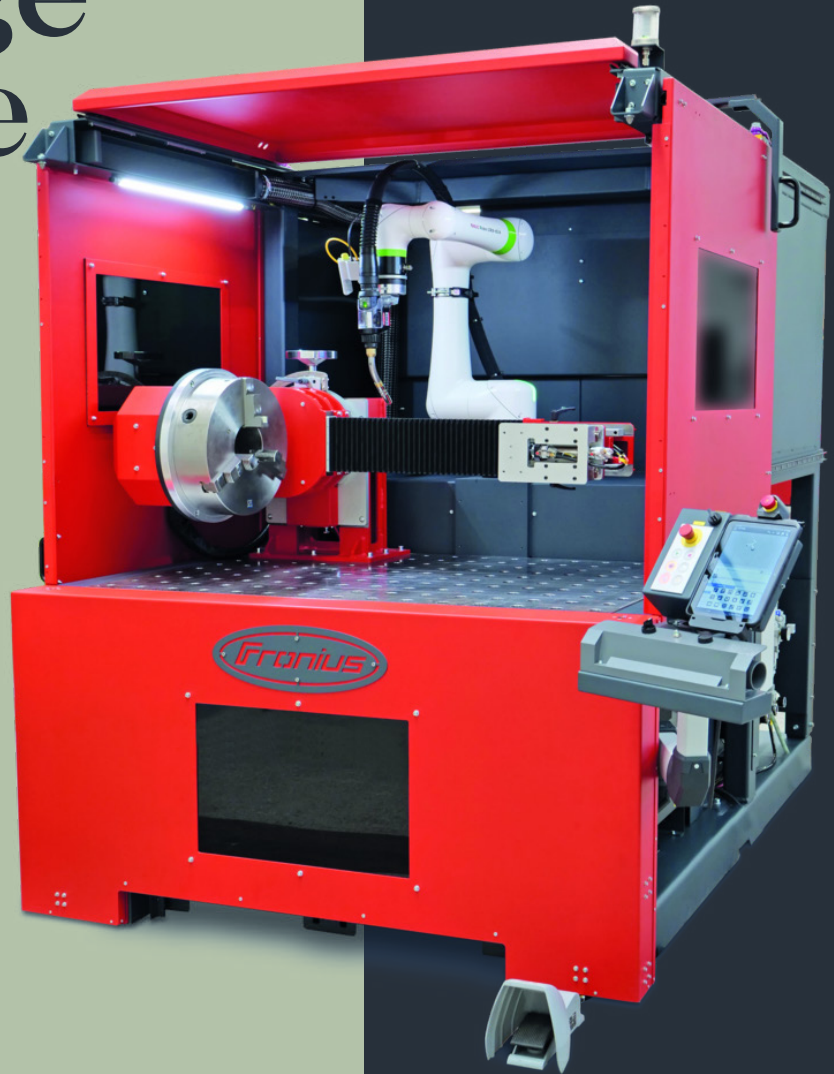
Deux nouvelles solutions de  
soudage automatisé

### **ÉTUDES ET RECHERCHE**

Évaluation de dépôts de  
rechargement dur contenant des  
carbures de tungstène (partie 1)

# Cellule de soudage Cobotique

La cellule de soudage CWC-S Cobot offre une solution simple et économique en soudage MIG-MAG automatisé. La programmation du robot est intuitive en guidant la torche de soudage aux trajectoires appropriées. Pas besoin de connaissances particulières en programmation.



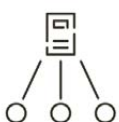
## Économique

- Faibles coûts d'investissement
- Qualité de cordon de soudure constante et reproductible
- Aucun expert en soudage ou en programmation requis
- Sécurité certifiée CE grâce à son enceinte de protection et sa porte automatique équipée d'un écran de protection anti UV.



## Facile à programmer

- Programmation de séquences de soudage complexes simplifiées en guidant le robot vers les points de début et de fin de soudage
- Création intuitive de programmes par glisser-déposer sur la tablette



## Un large choix d'options

- Unité de rotation motorisée (en option avec contre-pointe)
- Aspiration des fumées de soudage intégrée
- Ensembles de soudage (LSC, PMC, CMT)



**Soudage et Techniques Connexes**  
septembre - octobre 2022  
n° 455

**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 Chirac  
42540 Saint Just-la-Pendue

**Conception graphique**  
Anita Smits — info@layouthuis.nl

**Photo de couverture**  
Droits réservés

**Abonnements 2022**  
France : 1 an (6 numéros) :  
95,00 € TTC  
le numéro : 17,00 € TTC  
Étranger : 1 an (6 numéros) :  
130,00 €  
le numéro : 19,42 €

**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

- Pacifier le métier ..... 5

## RENCONTRE AVEC...

- Alexandrine Charonnat - Hampiaux -  
Le Lorrain ..... 7



## TECHNOLOGIES ACTUALITÉS

- Nouveaux casques pour un soudage  
confortable et sûr ..... 10
- Des vêtements de travail adaptés aux  
soudeurs ..... 13
- Amélioration de la qualité et la  
robustesse du soudage laser ..... 14
- Une production de soudage plus rapide,  
plus économique et plus flexible .. 15
- Deux nouvelles solutions de soudage  
automatisé ..... 16

## DOSSIER

- EPI : Les soudeurs doivent se protéger  
de nombreux risques ..... 18



- « Le salon Expoprotection est sans  
équivalent en France » ..... 24
- Les fumées de soudage, un danger  
quotidien ..... 26

## SUCCESS STORIES

- Miser sur la sécurité avec l'EXCube . 28



## CALENDRIER

- Formnext en forme ..... 30
- Micronora : des exposants satisfaits . 32
- Les expositions et  
manifestations à venir ..... 33

## VIE DE LA PROFESSION

- Des industriels pleins de ressources 35



- Finance intelligente : un catalyseur  
clé pour une fabrication durable .. 37

## VEILLE TECHNOLOGIQUE

- Normes et règlements,  
revue de presse, ouvrages ..... 39

## ÉTUDES ET RECHERCHE

- Évaluation de dépôts de rechargement  
dur contenant des carbures de tungstène  
(partie 1) ..... 44

## HISTOIRE

- Énergie : indispensable soudage ... 50

## ANNONCEURS

Böhler, Engmar, Expoprotection,  
Fronius, Global Industrie, Institut de  
Soudure, Journées Cofrend, Lincoln  
Electric, Lorch, Stirweld

# 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](http://isgroupe.com)

# Éditorial

# Pacifier le métier

Un joli cordon de soudure. Bien exécuté, à la bonne vitesse, avec les bons paramètres. C'est l'objectif, ou plus vraisemblablement la base, de tout professionnel du secteur. Mais est-ce suffisant ? Est-ce que la réalisation de ce travail de base ne correspond qu'à des critères techniques et de savoir-faire ? Dame non ! Il est primordial de penser à l'environnement de travail et au professionnel lui-même ! Les équipements de protection sont essentiels à la mission... Gants, masques, cagoules, cartouches de filtration, vestes, pantalons, chaussures, etc. Un bon soudeur est donc un soudeur protégé. Aucune partie de son corps ne doit être en contact direct avec les éléments de son travail. Ses sens doivent être protégés de toute agression intrinsèque de son geste. Le secteur innove sans cesse pour une protection plus efficace, moins invasive. La légèreté préserve le geste. Le style incite au bon port. L'ergonomie accompagne le professionnel. Au-delà des équipements de protection individuelle, la protection collective joue aussi son rôle pour pacifier l'espace de travail. Des questions et des solutions à découvrir dans ce numéro de *Soudage et techniques connexes*, et en particulier dans son dossier...



Bonne lecture !

Nicolas Gosse  
rédacteur en chef

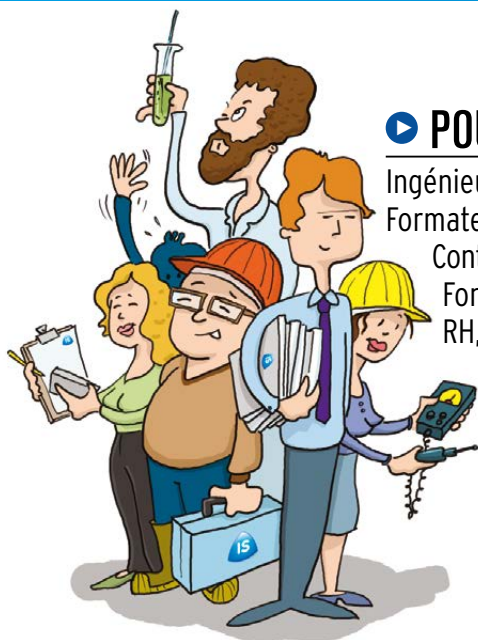
### Intéressé par la version numérique ?

Adressez un courriel à [n.gosse@editocom.com](mailto:n.gosse@editocom.com)  
Vous serez les premiers informés et bénéficierez de ce numéro en version digitale.



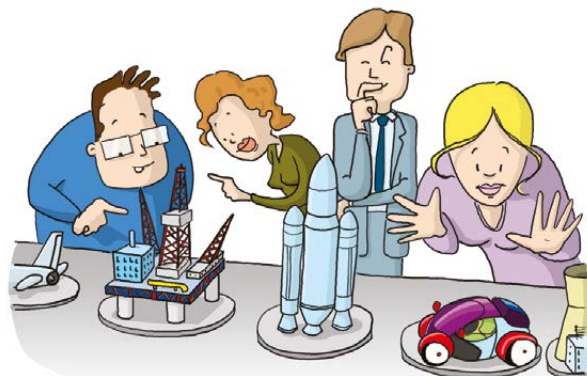
# IS RECRUTE

## REJOIGNEZ-NOUS !



### ► 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



### ► 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 !**



Alexandrine Charonnat

# « L'application de la flamme est irremplaçable aujourd'hui »

**A** la tête de l'entreprise nancéienne Hampiaux - Le Lorrain, Alexandrine Charonnat est fière de ses racines locales et de la possibilité de faire grandir une entreprise 100 % française.

## ALEXANDRINE CHARONNAT, QUI ÊTES-VOUS ?

**Alexandrine Charonnat :** Je suis Nancéienne, j'ai 38 ans et je suis la directrice générale de la société Hampiaux, fabricant de matériels de soudage depuis 75 ans et qui a créé sa marque Le Lorrain.

## QUAND ON ARRIVE DANS L'ENTREPRISE, TROIS MOIS CLÉS SONT AFFICHÉS : SOUDAGE, COUPAGE, DÉTENTE. QU'EST-CE QUE CELA SIGNIFIE ?

**Alexandrine Charonnat :** Cela signifie que nous fabriquons du matériel de soudage, des chalumeaux très souvent utilisés dans les applications de la découpe, du brasage et de la chauffe, mais nous sommes aussi fabricants de détendeurs.

## QUELS SONT LES MARCHÉS QUE VOUS VISEZ ?

**Alexandrine Charonnat :** Nos clients sont les distributeurs de fournitures industrielles. Les utilisateurs finaux de nos produits se situent tout aussi bien dans les métiers de précision, comme la joaillerie, que dans l'industrie lourde, dans la métallurgie ou dans la sidérurgie. N'oublions pas les artisans plombiers ou les frigoristes qui utilisent aussi nos chalumeaux et nos détendeurs.

## L'ENTREPRISE A ÉTÉ CRÉÉE EN 1946. VOUS EN ÊTES À LA TÊTE DEPUIS 2020. D'OÙ VENEZ-VOUS ET POURQUOI AVOIR FAIT CE CHOIX DE LE LORRAIN ?

**Alexandrine Charonnat :** Je suis issue d'une famille d'entrepreneurs. J'ai un père qui a créé sa première entreprise à l'âge de 26 ans, qui est aujourd'hui une très belle entreprise cotée en bourse avec 1 200 salariés. Pourquoi je vous

raconte cela ? Parce que je suis née dans une famille où l'on parle d'entreprendre tous les jours. Je suis issue d'une famille d'aventuriers. J'avais le souhait, comme beaucoup d'ailleurs, de créer ma propre entreprise. Puis au fur et à mesure de mon expérience de vie, je me suis intéressée à la reprise d'entreprises et je me suis intéressée à l'industrie avec la volonté de maintenir des savoir-faire sur notre territoire français, et d'autant plus sur Nancy. Nous sommes Nancéiens, très attachés à notre territoire.

## POURQUOI NANCY ?

**Alexandrine Charonnat :** Parce que nous y sommes nés depuis plusieurs générations et parce que nous aimons notre territoire. Nancy, c'est aussi un axe stratégique, on est proche des différentes frontières : on est à 1 h 30 du Luxembourg, de la Belgique, de l'Allemagne. C'est un emplacement stratégique au cœur de l'Europe.

## LA REPRISE D'UNE ENTREPRISE DE SOUDAGE N'EST PAS COMMUN. POURQUOI AVOIR FAIT CE CHOIX POUR LA REPRISE D'ENTREPRISE ?

**Alexandrine Charonnat :** La reprise d'entreprise correspond à la volonté de maintenir un savoir-faire sur notre territoire français.

Et donc pourquoi s'intéresser au soudage et à l'entreprise Le Lorrain ? Parce que l'entreprise Hampiaux a su maintenir pendant 75 ans un réel savoir-faire, une expertise technique sur la fabrication de ses produits.

## COMMENT LA FABRICATION SE DÉROULE-T-ELLE ?

**Alexandrine Charonnat :** Elle commence par de la matière première. Ce sont environ 250 tonnes de laiton et de cuivre qui sont usinées chaque année. Ce sont quelque 2,5 millions de pièces détachées qui sont produites par an dans notre salle des machines avec nos 17 tours à commande numérique.

## VOUS FABRIQUEZ TOUT DE A À Z, QUEL EST DONC LE PARCOURS DE LA PIÈCE CHEZ VOUS ?

**Alexandrine Charonnat :** Tous nos chalumeaux et détendeurs, et même nos dispositifs de sécurité et les accessoires sont fabriqués chez nous, de A à Z. C'est-à-dire qu'on part de la matière première pour usiner les pièces détachées.



Alexandrine Charonnat, directrice générale Hampiaux - Le Lorrain. © NG

L'assemblage est effectué en partie dans notre usine et en partie en extérieur grâce à une collaboration avec des ESAT proches de chez nous. J'ai ce partenariat à cœur, car nous travaillons beaucoup sur l'inclusion. Viennent finalement le traitement de surface, l'emballage et les expéditions.

### UNE PRODUCTION 100 % FABRIQUÉE EN FRANCE ?

**Alexandrine Charonnat :** 100 % fabriquée en France ! C'est la raison pour laquelle nous avons eu l'honneur, en juillet 2021, de participer à la Grande Exposition du Fabriqué en France à l'Élysée. C'était une grande fierté pour nous, pour l'ensemble de l'entreprise et ses salariés, de pouvoir promouvoir notre savoir-faire à l'Élysée.

### VOTRE SAVOIR-FAIRE EST AUSSI RECONNU À L'ÉTRANGER AVEC ENVIRON UN TIERS DE VOTRE CHIFFRE D'AFFAIRES DÉDIÉ À L'EXPORT...

**Alexandrine Charonnat :** 35 % de notre chiffre d'affaires est réalisé à l'export sur les cinq continents. Dans plus de 60 pays, notre marque est renommée.

### QUEL EST VOTRE BEST-SELLER ?

**Alexandrine Charonnat :** Il s'agit du chalumeau HP1. Il a une particularité de conception qui en fait un produit léger. C'est aussi un produit robuste qui mesure moins d'un mètre avec lequel il est possible de découper des épaisseurs jusqu'à 330 millimètres.

### CE CHALUMEAU HPI EST LIÉ À LA FLAMME, EST-CE UN MARCHÉ DE NICHE POUR VOUS ?

**Alexandrine Charonnat :** Le soudage flamme pourrait être considéré comme un marché de niche. Nous nous présentons comme fabricant de matériel de soudage, mais finalement, notre matériel est bien souvent utilisé dans le brasage, la découpe et la chauffe. L'application de la flamme est quand même une application irremplaçable aujourd'hui, même par les autres technologies. Si l'on se situe dans le domaine de la découpe, la flamme permet de découper une épaisseur importante sans artillerie à mettre en place. Aujourd'hui, on pourrait trouver un équivalent à la flamme avec la découpe à l'eau, mais elle nécessite des infrastructures. En plein milieu du désert, pour travailler sur un pipe, sans électricité et sans eau, la flamme s'impose...

### COMMENT INNOVE-T-ON CHEZ LE LORRAIN - HAMPIAUX ?

**Alexandrine Charonnat :** Nous innovons sur différents sujets. Déjà, il y a l'expérience utilisateur. C'est important de comprendre qui sont nos utilisateurs pour appréhender quels sont leurs enjeux ou leurs difficultés à utiliser nos équipements. On sait ainsi qu'aujourd'hui, dans le soudage flamme, les utilisateurs sont moins formés que ce qu'ils pouvaient être dans le passé et n'ont donc pas toujours une compréhension de l'ensemble des indicateurs qui sont nécessaires pour bien souder ou pour bien chauffer. Nous avons chez nous, par exemple, un détendeur qui a été étudié et conçu pour en faciliter son utilisation. Ce détendeur s'appelle le



La production d'un chalumeau Le Lorrain démarre par des barres de matière première. Plus de 60 % de la barre finira en copeaux.

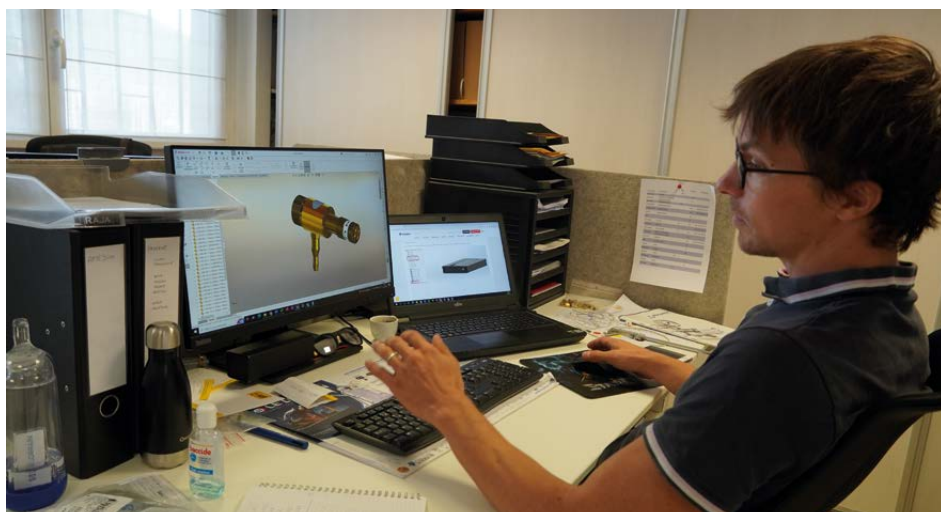
DDI. Plus besoin de connaître la pression de service nécessaire à l'application que vous allez, souder ou couper ou chauffer ; simplement, vous avez une zone verte qui va vous indiquer là où vous devez placer votre bouton et quelle pression vous avez besoin pour réaliser l'application souhaitée.

### PARMI LES MEMBRES DE VOTRE ÉQUIPE, IL Y EN A UN QUI SE PRÉSENTE COMME LE SPÉCIALISTE DES MOUTONS À CINQ PATTES. LE SUR-MESURE", LE "SPÉCIFIQUE", VOUS SONT-ILS SOUVENT DEMANDÉS ?

**Alexandrine Charonnat :** Chez nous, l'innovation est aussi possible parce que nous avons des hommes qui ont un vrai savoir-faire. Nous avons chez nous un ingénieur concepteur nouveaux produits, qui a fait une grande carrière, par exemple, chez Safran et dans l'aéronautique. Nous avons aussi dans les ateliers, des hommes, qui, par expérience, et aussi par savoir et par savoir-faire, sont aujourd'hui en capacité de produire des chalumeaux sur mesure, à la demande, et qui correspondent aux problématiques et aux enjeux de nos utilisateurs et de nos clients.

### L'INNOVATION PASSE AUSSI PAR DU SPÉCIFIQUE...

**Alexandrine Charonnat :** Exactement. Aujourd'hui, la force de Le Lorrain, c'est aussi de pouvoir fabriquer du spécifique, et d'ailleurs dans des délais et dans des coûts raisonnables.



La R&D se fait directement dans les bureaux de Nancy...



« Nous avons aussi dans les ateliers, des hommes, qui, par expérience, et aussi par savoir et par savoir-faire, sont aujourd'hui en capacité de produire des chalumeaux sur mesure, à la demande, et qui correspond aux problématiques et aux enjeux de nos utilisateurs et de nos clients. »

### AUJOURD'HUI, LES PROBLÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES NE PEUVENT PAS ÊTRE IGNORÉES. COMMENT VOUS INSCRIVEZ-VOUS DANS CES DÉMARCHES DE PRÉSERVATION DE L'ENVIRONNEMENT ?

**Alexandrine Charonnat :** Nous avons mesuré l'empreinte carbone d'un chalumeau qui est fabriqué chez nous, sachant que 94 % de nos fournisseurs sont Français et seulement 6 % sont Européens. Et s'ils sont Européens, c'est parce qu'on n'a pas trouvé de fournisseurs en France. Nous sommes donc très fiers de cela et nous nous appliquons à maintenir des fournisseurs proches pour éviter les kilomètres inutiles. Quand on choisit de fabriquer du 100 % français, au-delà du marketing, c'est un vrai engagement. Nous travaillons aussi sur la réduction de nos déchets. Notre process génère beaucoup de rebuts. Quand nous utilisons une barre, environ 60 à 65 % de sa

matière va finir en copeaux. Nous nous posons donc les questions : comment je réduis mes rebuts ? Comment je réduis mes déchets ? Et ensuite, qu'est-ce que je fais de mes déchets ? L'énergie est aussi une préoccupation. Nous nous posons des questions concernant notre prochaine usine. Comment la construire avec trois enjeux : diminuer ma consommation d'énergie ; réutiliser l'énergie que je produis par l'utilisation de mes machines, la chaleur et autres ; comment fabriquer une troisième partie de cette énergie par du panneau solaire et autres solutions.

### COMMENT VALORISEZ-VOUS VOS COPEAUX AUJOURD'HUI ?

**Alexandrine Charonnat :** Ils sont d'abord nettoyés. Ils passent par la centrifugeuse pour séparer les copeaux et l'huile des copeaux afin de pouvoir être revendus par la suite.

### L'AVENIR DE L'ENTREPRISE ENGAGE-T-ELLE LA CONSTRUCTION D'UNE NOUVELLE USINE ?

**Alexandrine Charonnat :** Nous avons un projet, d'ici à trois ans, d'emménager dans une nouvelle usine. L'enjeu est important pour favoriser notre croissance en rachetant de nouvelles machines afin d'optimiser notre flux de production. Au-delà, notre stratégie repose sur quatre axes. Le premier est la digitalisation, qui est importante, l'objectif étant d'optimiser notre production par l'utilisation de l'informatique par exemple. Le deuxième sujet, c'est l'innovation avec une politique dynamique et le dépôt de brevets. Le troisième axe, c'est la diversifica-

tion. L'innovation doit nous permettre de diversifier nos secteurs d'activités et de chercher des nouveaux marchés. Aujourd'hui, nous sommes présents par exemple dans le secteur du traitement de l'eau. Nous fabriquons des détendeurs pour ce secteur. Nous avons aussi conçu un nouveau produit pour une boîte à moustiques avec l'objectif d'avoir une pression très faible de CO<sub>2</sub>. Nous visons aussi les marchés de l'hydrogène et de l'agroalimentaire. Enfin, le quatrième axe de développement, c'est le développement international. Même si aujourd'hui 35 % de notre chiffre est réalisé à l'export, nous avons besoin de deux choses : asseoir notre marque en Europe et aller chercher l'Amérique du Nord.

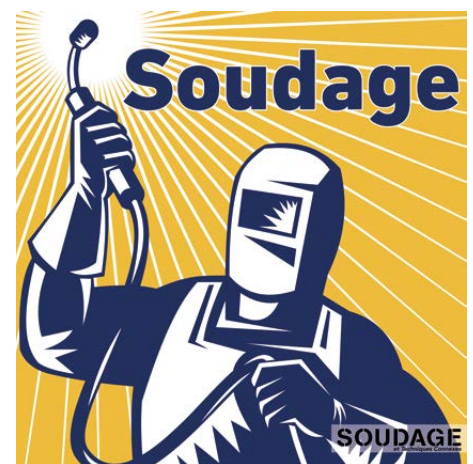
### ET CONCERNANT SA DIRIGEANTE, QUEL AVENIR ?

**Alexandrine Charonnat :** Je me vois encore à la tête de cette entreprise un certain temps. Notre volonté familiale est de construire un groupe industriel basé sur des savoir-faire français. C'est notre signature. Entreprendre, c'est une aventure sur le long terme. C'est un enfant que l'on fait grandir et en même temps on grandit avec lui, en général. Donc, oui, j'ai cette volonté de faire grandir Hampiaux - Le Lorrain encore un certain temps.

Propos recueillis par Nicolas Gosse



L'entreprise réalise toutes ses opérations sur place, y compris l'expédition, notamment de son best-seller, le HP1.



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



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

## Protection

# Nouveaux casques pour un soudage confortable et sûr

**A**vec une toute nouvelle génération de casques de soudeur, qui combine un design moderne à une technique innovante, Lorch Schweißtechnik améliore considérablement le travail des soudeurs au quotidien. Les casques de soudeur pour un soudage sans fatigue sont disponibles en quatre versions différentes : du casque standard APR 900 aux variantes innovantes avec apport d'air frais, en passant par l'APR 900 XF avec visière divisible.



Un design moderne, un confort optimal : la nouvelle série innovante de casques APR 900 signée Lorch Schweißtechnik.

L'amélioration constante des conditions de travail des soudeurs est une préoccupation majeure de Lorch Schweißtechnik. Les casques de la nouvelle série APR 900, développée en interne par l'entreprise, constituent à cet égard une nouvelle étape importante. Grâce aux innovations et aux détails pratiques conçus par le fabricant, les casques s'adaptent aux besoins individuels et aux exigences de travail. Ils offrent une sécurité maximale au soudeur avec une visibilité optimale et

sont conçus pour des conditions de travail exigeantes et difficiles au quotidien.

De nombreux détails garantissent le grand confort et le port en toute sécurité du casque de soudeur. La largeur et la hauteur se règlent facilement et individuellement à l'aide d'un bouton de blocage à cliquet pratique à l'arrière de la tête. Pour une adaptation idéale à la forme du visage, le casque peut également être ajusté dans le sens de la

longueur grâce à des curseurs latéraux à réglage facile. Des bandeaux de transpiration absorbants et rembourrés sur le front et l'arrière de la tête offrent un confort supplémentaire au soudeur et, avec un poids de seulement 650 grammes dans la version standard, le casque est un véritable poids plume.

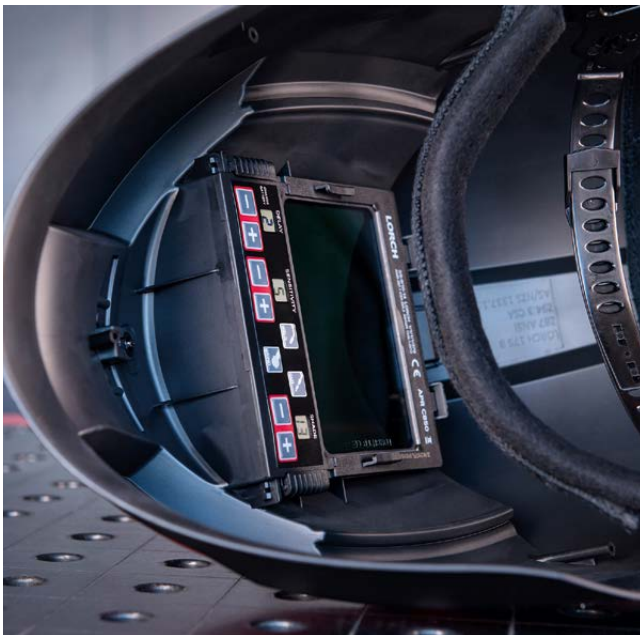
Une cassette anti-éblouissement de pointe avec la meilleure classification optique possible (1.1.1.1.), également dotée de la technologie True Colour, garantit une vue claire du cordon de soudure et une netteté des couleurs encore améliorée. Un grand champ de vision de 98 x 62 millimètres offre ici une vue sans obstacle sur les travaux de soudage et leur environnement. Des boutons de commande clairement mis en évidence et un écran lisible à tout moment et sous tous les angles permettent de régler facilement les modes de fonctionnement, les niveaux de protection, la temporisation et la sensibilité en fonction du domaine d'application.

Une autre innovation garantit une protection optimale contre les rayures : grâce à un support ingénieux à quatre points, le casque peut être posé sur la visière sans qu'il ne se déstabilise ou ne roule, et l'écran adaptable extérieur, légèrement en retrait, est parfaitement protégé contre les contacts et les rayures. Fabriqué en plastique moulé par injection, robuste et certifié selon la norme N175 B, l'écran adaptable se remplace facilement à tout moment grâce à une connexion rapide. Un bouton caoutchouté à positionnement central situé dans la moitié supérieure du casque et ainsi parfaitement adapté aux droitiers comme aux gauchers permet de basculer rapidement en mode de meulage, sans qu'il ne soit nécessaire de retirer le casque. Grâce à sa position encastrée, il est également protégé de manière optimale contre les détériorations.

Outre le modèle de base APR 900, Lorch propose la variante APR 900 XF du casque. L'avantage : ce casque est divisible et la visière, y compris la cassette anti-éblouissement, se rabat facilement vers le haut. Un écran de protection incurvé en polycarbonate transparent avec un grand champ de vision reste à l'intérieur. De cette manière, le soudeur peut toujours encore effectuer d'autres travaux sur la pièce à souder après le soudage, à l'abri des particules et des étincelles.

Pour protéger le soudeur contre l'inhalation de particules et de fumées de soudage toxiques, les deux variantes de casque peuvent être combinées avec une ventilation assistée. Une unité de filtration et de ventilation (PAPR), raccordée au casque par un tuyau souple de ventilation et à alimentation sur pile ou batterie, garantit un apport d'air frais directement dans le casque de soudeur. Un autre aspect de sécurité : une alarme sonore et vibrante intégrée avertit le soudeur en temps voulu lorsque le filtre est plein, la batterie vide ou le niveau de la batterie faible. L'unité de ventilation assistée en soi se porte confortablement sur le dos avec le tuyau souple de ventilation et peut, en option, être fixée au corps à l'aide d'une ceinture.

« Les nouveaux casques de soudeur de la marque Lorch simplifient encore davantage le travail des soudeurs et ces derniers peuvent ainsi se concentrer sur leur tâche principale : le soudage. La recherche d'une ergonomie optimale et le souci d'une sécurité maximale pour la santé des soudeurs ont joué un rôle particulier au cours du développement. Grâce à la grande aptitude à l'usage quotidien et au design moderne des casques de soudeur, nous augmentons encore une fois nettement l'attractivité du métier de soudeur », déclare Maximilian Hipp, responsable produit chez Lorch Schweißtechnik.



Les modes de fonctionnement, les niveaux de protection et les autres options du menu, telles que la temporisation et la sensibilité, se règlent rapidement à l'aide de touches facilement accessibles.

böhler welding  
by voestalpine

Lasting Connections

THE BEST FOR THE BEST.

TERRA & URANOS welding machines.

Votre défi est l'assemblage des matériaux métalliques. Vous savez comment réaliser des constructions soudées telles que des ponts, des machines ou des composants de centrales électriques. Dans votre travail il ne vous faut pas "une" solution, vous méritez le meilleur. Notre offre inclut une gamme unique de services d'application, de consommables de soudage, d'accessoires et de générateurs de soudage hauts de gamme – nous sommes votre fournisseur de solution complète pour le soudage.



Scan for more infos

voestalpine Böhler Welding  
[www.voestalpine.com/welding](http://www.voestalpine.com/welding)

voestalpine  
ONE STEP AHEAD.

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

# GLOBAL INDUSTRIE

# 07-10 MARS 2023 EUREXPO LYON-FRANCE

## L'INDUSTRIE SE MOBILISE !

Offreurs de solutions, prestataires de services,  
sous-traitants, fabricants et distributeurs :  
les solutions qui accompagnent les transitions !

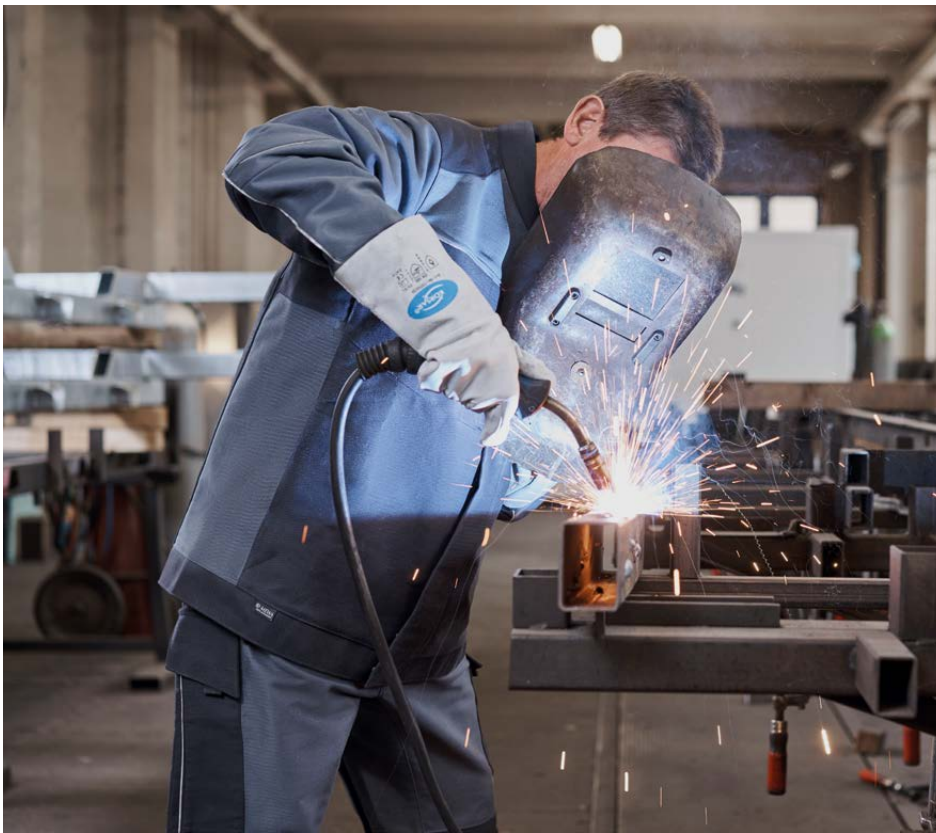
- ASSEMBLAGE, MONTAGE, FIXATIONS INDUSTRIELLES
- ÉLECTRONIQUE
- ÉNERGIES & PRODUCTION DURABLE
- FABRICATION ADDITIVE & 3D
- FINITION & TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX
- FORGE & FONDERIE
- MATIÈRES & PRODUITS SEMI-FINIS
- MESURE, CONTRÔLE, VISION, INSTRUMENTATION
- PLASTURGIE, CAOUTCHOUC, COMPOSITES
- RÉGIONS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

## PRENEZ PART À CE RENDEZ-VOUS EUROPÉEN !

EPI

# Des vêtements de travail adaptés aux soudeurs

Il existe une règle élémentaire concernant les vêtements de protection : plus ils sont confortables, plus ils seront portés. C'est pourquoi Mewa a développé une collection pensée pour les soudeurs. Les vêtements de protection contre la chaleur et les flammes existent en trois versions, adaptées aux travaux de soudage selon leur fréquence : occasionnelle, régulière ou continue.



Une entreprise a tout intérêt à fournir des vêtements de protection aussi confortables que possible pour que ses collaborateurs les portent tous les jours. Afin de répondre à ce besoin, Mewa a développé sa ligne Dynamic Flame qui se caractérise par une liberté de mouvement maximale et un grand confort, en plus d'une protection sans faille. « *Mewa Dynamic Flame* » est adapté pour les soudeurs et les autres personnes en contact avec la chaleur ou les flammes. Ces vêtements se déclinent en trois versions différentes, car le niveau de protection pour un soudeur occasionnel n'est pas le même que pour un soudeur permanent.

Mewa Dynamic Flame Extreme.

Les trois versions ont toutes en commun leur très grand confort. Les vêtements sont particulièrement légers et agréables à porter. De plus, leur design accroche le regard : un point supplémentaire dans la balance pour les mettre au quotidien.

## UNE VERSION POUR LE SOUDAGE OCCASIONNEL

Les modèles « *Mewa Dynamic Flame* » sont adaptés au soudage occasionnel. Les vêtements protègent contre les petites projections de métal, le bref contact avec

des flammes et le rayonnement thermique. Les électriciens, mécaniciens et personnel de maintenance, qui ne soudent qu'occasionnellement, sont ainsi parfaitement équipés.

## DES VERSIONS SPÉCIALES POUR LE SOUDAGE FRÉQUENT OU PERMANENT

Pour les professionnels, qui soudent fréquemment, la version « *Mewa Flame Advanced* » a été développée. Et pour ceux qui soudent toute la journée, « *Mewa Dynamic Flame Extreme* » est la gamme idéale. Son tissu résistant protège des chaleurs extrêmes dans les différents métiers de la métallurgie. Ses domaines d'utilisation typiques, mais non exhaustifs, sont le génie mécanique, la construction automobile, la construction métallique, la chaudronnerie et les chantiers navals.



## Équipements

# Amélioration de la qualité et la robustesse du soudage laser

**U**ne nouvelle technologie permet aux utilisateurs de guider le faisceau laser en utilisant simultanément le robot et les optiques.

À l'occasion du salon Euroblech 2022, Trumpf a lancé une nouvelle solution afin d'améliorer la qualité et la robustesse du soudage laser. Actuellement, le seul moyen de guider le faisceau laser pendant le processus de soudage est le robot de soudage - mais la nouvelle technologie BrightLine Scan de Trumpf permettra également aux utilisateurs de guider le faisceau laser à l'aide du robot et des optiques.

Cette nouvelle technologie permettra également aux utilisateurs de guider le faisceau laser à l'aide du scanner laser. Cette combinaison robot/scanner complète le mouvement vers l'avant du robot par un mouvement supplémentaire, librement programmable, du laser dans la direction souhaitée. Ce "mouvement oscillant" est facilité par l'utilisation de miroirs légers spécialement conçus. Avec ses fréquences de balayage de l'ordre du kilohertz, cette nouvelle technique double l'épaisseur des feuilles pouvant être traitées par soudage par conduction thermique, la faisant passer de trois à six millimètres.

Cette nouvelle technologie permet aux utilisateurs d'adapter les surfaces de collage des pièces - qui sont fondues directement par le faisceau laser - à chaque application particulière. Le processus est ainsi plus fiable et les pièces sont de meilleure qualité. Le fait que le faisceau puisse désormais être guidé à l'aide du scanner permet également d'obtenir des tolérances plus serrées. « BrightLine Scan est un autre exemple de la détermination de Trumpf à proposer des solutions adaptées à l'industrie en se concentrant sur les besoins des fabricants de tôles. Les entreprises bénéficient d'avantages considérables en



Euroblech marque le lancement de la nouvelle technologie BrightLine Scan pour la machine de soudage laser TruLaser Weld 5000 de Trumpf.

intégrant cette technologie dans leur travail quotidien, car des tolérances plus serrées dans le processus de soudage signifient moins de déchets, un traitement plus rapide et des coûts réduits », déclare Martin Geiger, chef de produit chez Trumpf.

## LA DOUBLE MÉTHODE DE GUIDAGE DU FAISCEAU LASER REND LE PROCESSUS PLUS ROBUSTE

Le guidage du faisceau laser via le scanner laser dans BrightLine Scan est assuré par l'optique de focalisation PFO 20 librement programmable. Développés par les ingénieurs de Trumpf, ils sont intégrés dans l'optique de soudage du robot. Le guidage du faisceau par la combinaison du robot et du scanner améliore considérablement la robustesse et la flexibilité du processus de soudage au laser. « Auparavant, nous devions positionner le faisceau laser juste au-dessus de la soudure pour garantir une soudure de haute qualité. Si nous nous écartions du bon endroit d'un millimètre, voire moins, la pièce devait souvent être mise au rebut. Mais maintenant que le faisceau peut également être guidé par le scanner, il est plus facile d'obtenir des

tolérances plus serrées. Il est donc possible de corriger les petites imprécisions qui se sont glissées au cours des étapes précédentes, comme le pliage », explique M. Geiger.

## SIMPLE À PROGRAMMER ET À UTILISER

BrightLine Scan iS est intégré à l'optique de soudage du robot, la programmation de la cellule de soudage Trumpf est donc facilitée. Le fabricant fournit aux entreprises des TechSets, qui contiennent tous les paramètres dont elles ont besoin pour les applications courantes. Les fabricants peuvent également bénéficier de BrightLine Scan dans le système de programmation hors ligne TruTops Weld de la cellule de soudage. Cela permet aux utilisateurs de programmer la machine pendant qu'elle est occupée à souder une autre pièce. « La programmation hors ligne est une solution rapide et économique pour les productions à faible et à fort volume. Et la possibilité de stocker toutes les informations de base sur le processus directement sur la machine nous donne la marge de manœuvre dont nous avons besoin pour faire face à la pénurie de travailleurs qualifiés », explique M. Geiger.

## Équipements

# Une production de soudage plus rapide, plus économique et plus flexible

**A**u salon Euroblech, Cloos présente ses technologies innovantes, de l'entrée de gamme au haut de gamme, des machines à souder manuelles aux systèmes de robots enchaînés..

« La fusion croissante des mondes physique et virtuel permet un contrôle optimal et une amélioration continue de la production de soudage manuelle et automatisée, explique Stephan Pittner, directeur général de Cloos. C'est pourquoi nous élargissons constamment notre gamme de solutions numériques. »

## DES SOLUTIONS NUMÉRIQUES POUR L'USINE DU FUTUR

Avec la plateforme IoT C-Gate, les utilisateurs peuvent accéder aux informations de leur production de soudage en temps réel. Toutes les informations sont saisies et traitées de manière centralisée dans un outil d'information et de communication intégré. Les utilisateurs peuvent ainsi surveiller et contrôler leurs processus de production jusque dans les moindres détails. L'outil se compose de plusieurs modules que les utilisateurs activent en fonction de leur stratégie de numérisation individuelle, depuis la source de courant de soudage manuelle jusqu'à la ligne de

production entièrement automatisée. En outre, le logiciel Cloos RoboPlan assure la programmation hors ligne de systèmes de soudage robotisés automatisés. RoboPlan permet de générer des trajectoires de soudage et de déplacement ainsi que des routines de capteurs à partir de modèles 3D et de les transférer directement dans la commande du robot. Cela augmente l'utilisation du système, optimise le processus de production et rend le soudage plus flexible.

## SYSTÈME MODULAIRE POUR LE SOUDAGE AUTOMATISÉ

« Nous voulons combler les lacunes en matière d'automatisation et accroître l'efficacité des processus de fabrication, souligne S. Pittner. C'est pourquoi nous proposons des solutions pour le soudage automatisé ». Le système Qirox comprend la technologie du robot, les positionneurs, la technologie de sécurité, les logiciels, les capteurs et l'interface avec la technologie du processus. La conception modulaire permet

des solutions évolutives qui s'adaptent parfaitement aux différentes applications et aux exigences de production individuelles.

Le portefeuille comprend des systèmes standard simples et compacts ainsi que des systèmes complexes et enchaînés avec identification automatique des pièces et processus de chargement et de déchargement.

## LE COBOT RENCONTRE UNE SOURCE D'ÉNERGIE DE SOUDAGE DE HAUTE TECHNOLOGIE

En outre, Cloos présente son nouveau Qineo ArcBot qui offre une entrée facile dans le monde du soudage automatisé des offres. Avec le Qineo ArcBot, les utilisateurs sont en mesure de souder des lots de petite taille de manière économique et avec une qualité élevée et constante. Le générateur de soudage MIG/MAG de haute technologie et le Cobot se complètent.

L'ensemble compact "Ready to weld" est livré entièrement prêt à fonctionner. Cela garantit une intégration sans problème dans les processus de production existants. Un capteur de couple dans chaque axe permet de programmer et de déplacer le Cobot avec précision. L'utilisation intuitive augmente considérablement l'efficacité du travail. L'utilisateur peut effectuer des réglages individuels sur le panneau de commande tactile convivial avec des macros spécialement développées pour le soudage. Outre le soulagement des employés - notamment pour les tâches monotones et répétitives - les utilisateurs bénéficient d'excellents résultats de soudage grâce à une qualité constante et reproductible. Les composants de sécurité intégrés assurent la protection personnelle nécessaire. En option, le Qineo ArcBot peut être équipé d'une aspiration des fumées de soudage intégrée à la torche. Dans ce cas, aucune aspiration externe n'est nécessaire.



Le degré d'automatisation ne cessera d'augmenter dans la production de soudure ainsi que dans les processus en amont et en aval.

## Technologies

# Deux nouvelles solutions de soudage automatisé



Développé pour diverses applications industrielles, le robot WeldingDroid X2 permet de souder toute tuyauterie de plus de 100 mm de diamètre via les procédés TIG, MIG/MAG et AC/DC.

**W**eldingDroid, entreprise danoise spécialisée dans le développement et la conception de robots de soudage, annonce l'arrivée sur le marché français de deux nouveaux produits : le WeldingDroid X2 et le MiniDroid. Après le WeldingDroid WS, ces nouveautés viennent compléter son portefeuille de solutions connectées pour améliorer l'efficacité des opérations de soudage dans l'industrie. Elles s'accompagnent de l'arrivée de Pierre Trivino en tant que directeur commercial en charge du marché hexagonal, où l'entreprise danoise est active depuis début 2022 via un réseau de distributeurs.

« Nous sommes heureux d'accueillir Pierre Trivino au sein de l'équipe de WeldingDroid. Pierre possède une solide expérience en matière d'automatisation des lignes de production. Elle va nous permettre d'accélérer notre développement en France et de répondre au mieux aux besoins des entreprises pour qui, dans un contexte de pénurie de soudeurs, la modernisation des outils productifs est un enjeu primordial », souligne Mikkel Falk, CEO de WeldingDroid.

## L'ENTREPRISE RENFORCE SA PRÉSENCE EN FRANCE, DANS UN CONTEXTE DE PÉNURIE DE MAIN-D'ŒUVRE

Pierre Trivino a une formation en automatisation et possède de nombreuses années d'expérience dans l'industrie du soudage. En tant que directeur commercial France, il est désormais en charge de développer les ventes et le réseau de distribution de WeldingDroid sur le territoire.

Ce renforcement sur le marché français s'inscrit dans un contexte de pénurie de main-d'œuvre sans précédent dans l'industrie. Les soudeurs, en particulier, sont toujours activement recherchés : selon le cabinet de recrutement Randstad, quelque 6 000 postes seraient vacants en France. Et pour cause, les soudeurs sont exposés à de nombreux risques : brûlures, chutes, fumées causant des irritations pulmonaires dangereuses sur le long terme, atteintes auditives et oculaires, TMS... L'utilisation de robots peut contribuer à réduire leur exposition à ces risques et faciliter les opérations. Le Danois souhaite accompagner les entreprises françaises à surmonter ces difficultés en vue d'améliorer les conditions de travail des opérateurs et ainsi favoriser leur attractivité et améliorer leur compétitivité.

## FACILITER ET ACCÉLÉRER LES OPÉRATIONS DE SOUDAGE

Développé pour diverses applications industrielles, le robot WeldingDroid X2 permet de souder toute tuyauterie de plus de 100 mm de diamètre via les procédés TIG, MIG/MAG et AC/DC. Il améliore significativement la qualité et la cohérence de chaque soudure et offre un gain de temps considérable aux opérateurs qui peuvent souder trois à six fois plus rapidement qu'un soudage traditionnel à l'argon. À titre d'exemple, il est possible de souder certaines canalisations en 15 minutes, là où le soudage manuel prendrait 1 heure environ.

Grâce à la collecte de données en ligne DroidHub, toutes les données WPS pertinentes sont collectées et stockées à des fins de documentation.

Idéal pour l'industrie pharmaceutique, le MiniDroid a quant à lui été développé

pour souder des tubes (d'un diamètre de 6 à 120 mm) et accessoires de petite taille. Cette solution clé en main a été pensée pour faciliter les opérations de soudage. Utilisable pour des procédés TIG/GTAW avec ou sans fil, le soudage ne nécessite aucune interaction humaine : il suffit d'appuyer sur le bouton pour que l'opération démarre.

Fonctionnant sur différents types d'acier dont l'acier au carbone, inoxydable et fortement allié, les robots WeldingDroid redéfinissent le soudage de tubes en le rendant plus facile et moins stressant pour le soudeur. Ils sont conçus pour durer et améliorer la productivité des PME, ETI et grandes entreprises. Ils y améliorent les conditions de travail en réduisant les risques de blessures ou de troubles musculosquelettiques (TMS)

pour les opérateurs. Ils leur libèrent en outre un temps considérable, leur permettant de se consacrer à d'autres tâches à plus forte valeur ajoutée.

Ces solutions ont enfin l'avantage d'être rapidement rentables pour les entreprises, qui amortissent généralement le coût de leur robot en 6 mois. WeldingDroid propose par ailleurs différentes offres de location.

« En France, il sera possible de louer nos différents robots de soudage par le biais de notre réseau de distribution. Nos solutions sont actuellement distribuées en France par nos partenaires spécialisés tels que Normofi, Soudbat, Clermont Soudures, Prosoudes Services, Groupe Odis et d'autres à venir... Notre présence en France ne fait que débuter ».



Idéal pour l'industrie pharmaceutique, le MiniDroid a été développé pour souder des tubes d'un diamètre de 6 à 120 mm et accessoires de petite taille.

EPI

# Les soudeurs doivent se protéger de nombreux risques

Par Cédric Lardière



**P**rojection de métal en fusion, rayonnements UV, fumées nocives voire cancérogènes, chutes, coupures, etc. La liste des risques auxquels sont exposés les soudeurs est particulièrement longue. Pourtant, ils ont à leur disposition un ensemble d'équipements de protection individuels (EPI) pour assurer leur sécurité et leur santé. Et ces EPI, notamment les vêtements, sont de plus en plus confortables et au « look » plus moderne.



Le soudage est un métier où les vêtements subissent énormément de contraintes, avec les projections métalliques, les frottements liés aux positions du soudeur, etc.

Pour les bricoleurs du dimanche, quand on évoque le soudage de métaux, on pense spontanément au vieux heaume avec une fenêtre opaque, que la personne devait tenir d'une main. Cette image d'Épinal ne s'applique évidemment plus au soudeur professionnel, si tant est qu'elle s'y soit appliquée un jour. Mais la protection individuelle de cette catégorie de personnels va bien au-delà de la protection de la tête.

« Les soudeurs sont en effet confrontés à une multitude de risques professionnels : ce sont des risques de brûlures cutanées, suite à la projection de matière en fusion, des risques de chutes, de glissements et de trébuchements, des risques de chutes d'objets lourds, etc. Comme il existe différentes technologies de soudage, il n'y a pas un soudeur type, mais plusieurs soudeurs », affirme Jean-François Sol-Dourdin, directeur du salon Expoprotection (voir article page 24).

« Il faut encore prendre en compte les risques d'atteintes oculaires et d'atteintes auditives. Bien souvent, les soudeurs font aussi des travaux de meulage, qui génèrent beaucoup de bruit. N'oublions pas non plus les TMS [troubles musculo-squelettiques, NDR] et les risques liés aux champs électromagnétiques », ajoute Myriam Ricaud, experte en prévention des risques chimiques au sein du pôle Risques chimiques du département Expertise et conseil technique de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS).

### DES MASQUES POUR UNE MULTIPLE PROTECTION

Pour se prémunir des nombreux risques évoqués précédemment, les soudeurs ont à leur disposition autant d'équipements de protection individuels (EPI). Pour Thiago Zambotti, vice-président des ventes mondiales de l'activité EPI de Honeywell, « les EPI spécifiques au métier du soudage doivent avant tout protéger la tête, le visage et les yeux de l'opérateur. »

Ce que confirme Myriam Ricaud (INRS) : « Un certain nombre de travaux scientifiques montrent que les techniques de soudage peuvent provoquer des mélanomes oculaires (des cancers de l'œil) suite à l'exposition aux rayonnements UV. Il faut donc que les opérateurs soient équipés de casques avec filtres oculaires. »

Thiago Zambotti (Honeywell) ajoute un autre type de protection : « Au cours d'opérations de soudage, le risque d'inhalation de particules, des fumées et des gaz nocifs est aussi très élevé, ce qui représente une grande menace pour la sécurité de ces travailleurs. »

Les appareils de protection respiratoire individuels viennent alors en complément des systèmes de protection collective (voir encadré page 16), si ces derniers ne sont pas suffisamment efficaces - par exemple, dans des espaces confinés (des cuves) - ou si l'on soude avec de l'acier inoxydable.

« Chaque année, il y a des morts par manque d'oxygène dans les espaces confinés. Il faut donc absolument mettre en place des appareils de protection respiratoire isolants, c'est-à-dire avec apport d'air ne venant pas de la cuve. Les appareils à ventilation assistée sont plus adaptés aux opérateurs amenés à les porter toute la journée, mais il existe aussi des appareils à ventilation libre. Compte tenu de la petite taille des particules présentes dans les fumées de soudage, les masques doivent être associés à des filtres anti-aérosols de classe P3 (la classe la plus importante) », explique Myriam Ricaud (INRS).

L'Américain Honeywell, comme d'autres fabricants, a développé un catalogue de solutions de protection respiratoire, des masques jetables aux appareils respiratoires à ventilation assistée en passant par une gamme complète de cartouches, de filtres et autres accessoires. Et l'ergonomie des EPI est de mieux en mieux prise en charge. « Notre masque de soudeur ultraléger, avec filtre auto-obscureissant, Honeywell North Primair Série PA800 est conçu en matériaux haute performance, qui lui confèrent une résistance accrue aux chocs. Et sa conception ergonomique autorise une transition en douceur entre les opérations de soudage et de meulage sans ajuster le masque, ce qui améliore le niveau de sécurité et de productivité de l'opérateur », prend comme exemple Thiago Zambotti.

### DES VÊTEMENTS HYPER TECHNIQUES

La protection des soudeurs ne s'arrête pas aux seuls masques et autres appareils respiratoires. À commencer par les vestes, les pantalons et les combinaisons (ensembles veste-pantalon).

« *Le soudage est un métier où les vêtements subissent énormément de contraintes, avec les projections métalliques, ou grattons, les frottements liés aux positions du soudeur quand il ne travaille pas sur poste, les déchirures sur des plaques de métal, etc.* », constate Sébastien Marie, responsable développement technique & EPI au sein du groupe Cepovett.

Parmi les nombreuses normes auxquels doivent être conformes les vêtements pour le soudage et les activités connexes - les tabliers, les vestes, les manchettes, les pantalons, les guêtres, les cagoules de protection, mais ni les gants ni les chaussures -, on peut citer la norme EN ISO 11611. À ne pas confondre avec les normes EN 14116 pour le contact court avec les flammes et EN 11612 pour les flammes et les chaleurs.

La norme EN ISO 11611 définit la protection du porteur contre le contact limité avec une flamme (courte durée), les petites projections de métal en fusion, la chaleur radiante provenant de l'arc électrique et la possibilité d'un choc électrique en cas de contact accidentel de courte durée avec un conducteur élec-

trique sous tension d'un poste de soudage (environ 100 V CC). La norme définit également la classe 1 (risques faibles, peu de projection et chaleur radiante faible), la classe 2 (risques plus importants, plus de projections et chaleur radiante élevée) en fonction de la technique de soudage utilisée et des conditions de l'environnement.

Concrètement, les vêtements doivent intégrer un nombre certain de spécificités, telles que des rabats sur toutes les poches (des rabats plus grands que l'ouverture des poches pour ne pas les mettre à l'intérieur des poches) et des renforts au fond des poches pour éviter les trous. « *Pour les vêtements multirisques, on parle de confection "en tuile", où toutes les coutures sont rabattues pour qu'un métal en fusion ne soit pas retenu par une couture, une poche ou un empiècement* », explique Arnaud Simon, directeur des grands comptes des tissus rétro-réfléchissants et des vêtements connectés chez T2S.

### DES VÊTEMENTS PLUS CONFORTABLES ET PLUS MODERNES

Ces dernières années, la demande des utilisateurs porte notamment sur le

confort des vêtements de protection.

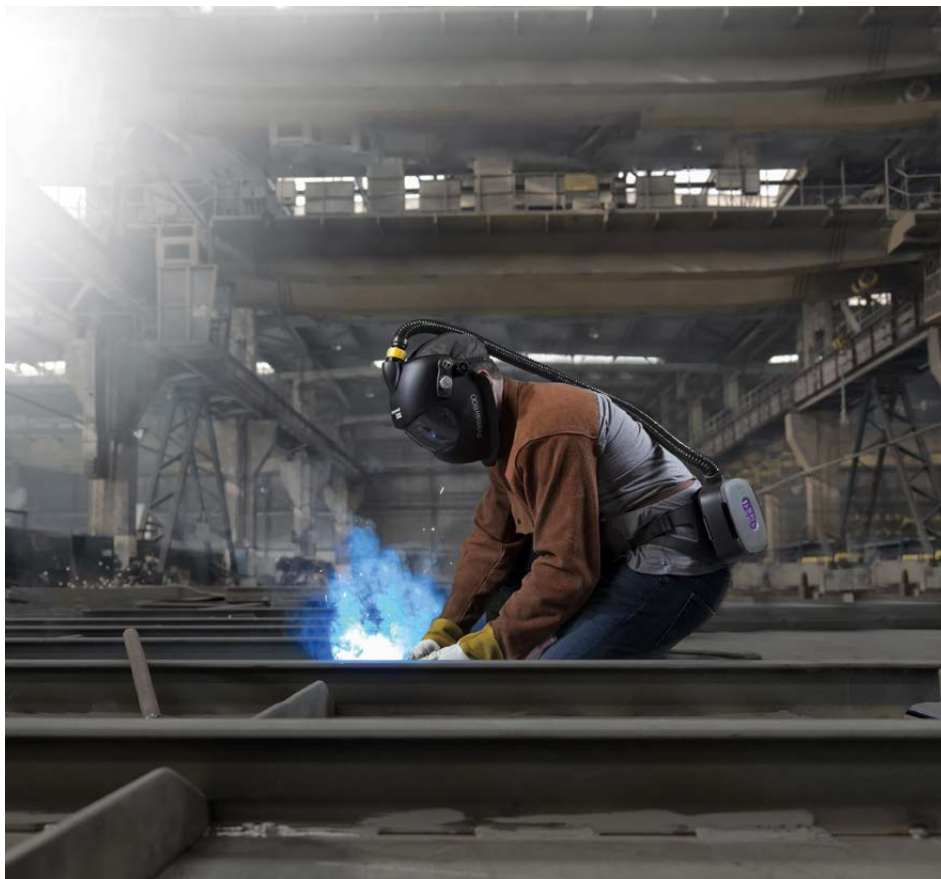
« *Les fabricants d'EPI doivent avant tout se concentrer sur les personnes qui les utilisent. Si un travailleur n'est pas disposé à porter en permanence un EPI, ce dernier ne pourra pas remplir sa fonction de protection* », rappelle Thiago Zambotti (Honeywell). « *Il y a une dizaine d'années, les pantalons étaient tellement rigides qu'ils pouvaient quasiment tenir droit. Grâce à un travail avec les fabricants de tissus, les modèles actuels, toujours avec un tissu 100 % coton d'au moins 325 g et compatible avec un nettoyage industriel, n'ont plus rien à voir* », constate Sébastien Marie (Cepovett).

Les soudeurs aimeraient disposer de vêtements encore plus légers, surtout pour les périodes estivales, mais ils n'assureraient alors plus entièrement leur fonction de protection et risqueraient de remettre en cause l'intégrité physique du porteur. Les personnes aimeraient également pouvoir travailler avec un pantalon et un haut en maille (polo, sweat-shirt, softshell), mais les contraintes techniques sont tellement fortes que les prix représentent une barrière trop élevée pour les soudeurs.

« *Nous travaillons également sur des pantalons et manches préformés, ce qui contribue à améliorer aussi le confort des vêtements, alors que les modèles avaient auparavant des coupes très droites, très linéaires. Nous conseillons de toujours garder un col haut pour qu'il soit bien derrière la bavette du casque et empêche la pénétration du moindre élément à l'intérieur du vêtement* », poursuit Sébastien Marie. Avec l'arrivée d'une nouvelle génération de soudeurs, plus jeunes et plus sensibilisés à son apparence, les fabricants de vêtements de protection développent des produits au « look » plus moderne, des vêtements noirs avec des empiècements et des liserés de couleurs différentes.

### UNE HAUTE VISIBILITÉ AUSSI POUR LES SOUDEURS

Il arrive que les soudeurs interviennent en dehors d'un atelier. « *Nous avons été sollicités par la SNCF pour concevoir un EPI qui protège de la projection de métal en fusion, qui soit chaud et imperméable, qui puisse s'entretenir en lavage industriel, et qui soit orange fluorescent, la seule couleur autorisée pour les personnels intervenant sur les voies ferrées* », résume Arnaud Simon (T2S). Jusque-là, la SNCF n'entretenait



Les équipements de protection individuelle (EPI) spécifiques au métier du soudage doivent avant tout protéger la tête, le visage et les yeux de l'opérateur.



T2S a confectionné la parka Odin pour les soudeurs intervenant sur les voies ferrées. En plus de la protection des risques habituels, cette parka orange fluo est aussi à haute visibilité.

pas les vêtements à haute visibilité, ce qui posait un problème, puisque tout employeur a l'obligation de veiller à l'entretien des vêtements de ses personnels.

« S'il existait des vêtements résistant aux projections de métal en fusion et en coloris jaune - le jaune est moins fragile que l'orange vis-à-vis des UV -, ils ne passaient pas l'entretien industriel. Après une première sélection de quatre tissus différents, répondant tous aux mêmes normes, un seul a réussi les tests, en soudage et en meulage, menés par les experts soudeurs de la SNCF », explique Arnaud Simon (T2S). La société française a alors confectionné la parka haute visibilité Odin, avec renforts contrastants

aux endroits les plus exposés - le premier EPI de catégorie 3 du Français -, et la parka classique Thor, puis un gilet haute visibilité et un T-shirt multirisque, qu'il est préférable d'associer à un tablier pour le soudage direct.

Une tenue de protection ne serait pas complète sans des gants, des chaussures ou des bottes, voire même des équipements anti-chute (harnais, mousquetons...). Là aussi, ces EPI se doivent être confortables à porter. Honeywell commercialise des modèles de gants offrant une dextérité suffisante pour les opérations de soudage TIG. « Nous proposons une grande variété de gants pour soudage MAG, MIG, MMA, TIG, de gants polyvalents,

de gants de manutention et de conduite. Nos modèles TIG 10-1004 et MIG 10-2050, désormais disponibles sur le marché européen, ont la particularité d'avoir une manchette en coton 520 g/m<sup>2</sup> au lieu d'une manchette en cuir, ce qui les rend beaucoup plus légers et agiles, avec une résistance suffisante », indique Nicolas Bredun, Sales & Marketing Manager France, Italie, Espagne et Portugal chez Weldas Europe.

Dans le dressing des soudeurs, on trouve même toute une gamme d'accessoires : « Bandeaux anti-transpiration, protections de main aluminisées, protections de cou et de nuque, coussins de soudage, couvertures thermiques et rideaux de soudage sont autant d'éléments permettant de rendre le travail du soudeur le plus confortable possible », affirme Nicolas Bredun.

### L'ARRIVÉE DES EPI CONNECTÉS

À l'instar de ce qui se passe dans le monde industriel, avec l'industrie 4.0, le secteur de la protection individuelle voit aussi l'arrivée d'EPI connectés. « Si la protection connectée fut plutôt balbutiante pendant des années, les choses s'accélèrent et c'est aujourd'hui un axe d'évolution majeur », explique Jean-François Sol-Dourdin (Expoprotection). Ce que confirme Thiago Zambotti (Honeywell) en ajoutant qu'« un EPI "intelligent" se définit comme un équipement électronique "wearable", connecté à internet et qui fournit des informations de sécurité, collecte des informations, s'adapte aux conditions et avertit de tout risque de danger. »

Les porteurs d'EPI connectés pourront être avertis immédiatement s'ils entrent dans une zone dangereuse (via une paire de chaussures, par exemple), ou si une fatigue inhabituelle est détectée. Honeywell propose déjà des solutions auditives « intelligentes », telles que l'outil de formation et de test d'efficacité des bouchons d'oreille VeriPro. Il permet aux employeurs d'obtenir une image précise et concrète de la protection auditive des employés, et de savoir s'ils bénéficient d'une protection optimale, s'ils ont besoin d'une formation supplémentaire ou s'ils doivent essayer un autre modèle.

Les employeurs et les préventeurs, eux, seront en mesure d'analyser des situations de travail et de détecter, voire d'anticiper en amont, une situation poten-

tiellement à risque. « À partir du moment où ils deviennent communicants, les EPI jouent eux-mêmes un rôle dans la prévention. Et ce faisant, l'association des solutions digitales à la protection en matière de santé au travail permet d'augmenter les capacités de prévention et de transformer la protection », poursuit Jean-François Sol-Dourdin (Expoprotection).

Les EPI connectés ne doivent pas faire oublier que le soudeur est le premier acteur de sa sécurité et de sa santé au quotidien. « Mais les gens font aujourd'hui beaucoup moins attention à leurs vêtements, alors que ce ne sont pas des vêtements banals, mais de protection. Ils les achètent, les jettent, puis en rachètent d'autres. Peut-être

que les discours autour de l'écologie vont faire changer les comportements », espère Sébastien Marie (Cepovett).

Ce qui fait dire à Nicolas Bredun (Weldas Europe) qu'« à travers nos distributeurs, nous devons continuer à nous concentrer sur des formations, à diffuser les informations indispensables à l'utilisateur final pour une réelle prise de conscience quant aux risques à court et long terme auxquels il est soumis au quotidien dans son activité de soudage industriel professionnel. »

À l'instar des gants TIG 10-1004 et MIG 10-2050 de Weldas, beaucoup plus légers et agiles, les évolutions apportées en matière d'EPI portent sur leur confort et une certaine modernité.



## Ne pas sous-estimer les risques liés aux fumées de soudage

Les activités de soudage émettent des fumées, constituées, entre autres, de particules ultra-fines (diamètre inférieur à 100 nm) – elles dépendent principalement de la composition du métal d'apport (à 95 %) et du métal de base. Et ces particules se dispersent facilement dans un environnement clos. Dans les ateliers, il est très fréquent que d'autres personnes travaillent à proximité des soudeurs, ou qu'elles traversent simplement l'atelier. « Selon l'enquête Sumer 2017 de la Dares, 528 700 salariés français

étaient exposés aux fumées de soudage, soit 2,1 % de la population salariée », rappelle Myriam Ricaud, experte en prévention des risques chimiques au sein du pôle Risques chimiques du département Expertise et conseil technique de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS). Si les soudeurs portent leurs équipements de protection individuelle (EPI), en particulier leur appareil de protection respiratoire, les autres personnes ne sont pas protégées vis-à-vis des fumées de soudage. Et les soudeurs eux-mêmes ne portent pas leur masque en permanence toute la journée, surtout quand ils ne soudent pas. La mise en place d'une protection collective est donc obligatoire pour assurer la santé de tous les salariés intervenant dans un atelier. Pour les fumées de soudage, cette protection collective se présente sous la forme d'un système de captage (torche ou table aspirante, hotte...) près de la source, avec rejet à l'extérieur de l'atelier, voire du bâtiment, idéalement après filtration. « Si les soudeurs et leurs employeurs connaissent bien les risques de brûlure, de glissade et de TMS, et s'en protègent, ils ont peut-être moins conscience des risques liés à l'inhalation des fumées de soudage. Les pathologies telles la fibrose pulmonaire, le cancer du poumon et celui du larynx n'apparaissent que dix, quinze ou vingt ans après avoir été exposé aux polluants », explique Myriam Ricaud (INRS). En 2018, le Centre international de recherche sur le cancer (Circ) a classé les fumées de soudage, quels que soient les métaux de base et d'apport, et quels que soient les polluants générés, comme agents cancérigènes chez l'homme. « Dans un rapport publié début 2022, l'Agence nationale sécurité sanitaire alimentaire nationale (Anses) a recommandé au ministère du Travail, du Plein emploi et de l'Insertion et au ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire de classer les travaux exposant aux fumées de soudage et de techniques connexes comme des procédés cancérigènes en France. Si cela est accepté au niveau européen puis au niveau français, cela changera les choses en termes de prévention et de réglementation pour les entreprises », conclut Myriam Ricaud (INRS).



Les fumées de soudage et des techniques connexes

ED 6132 AIDE-MÉMOIRE TECHNIQUE

Pour essayer de toucher toutes les entreprises concernées, l'INRS s'appuie sur des guides, des webinaires, des interventions auprès de centres de formation, etc.



Masque de soudage



Champ de vision



Classe optique



Ventilateur



\* Recommandé par la CARSAT

# EUROPURE PLUS™ 5500 LS

## LA PLUS HAUTE PERFORMANCE DU MARCHÉ

Le choix d'un masque de soudage est très important pour les soudeurs. C'est pourquoi notre volonté est d'offrir des masques toujours plus performants en terme de Sécurité, Confort, Efficacité... **L'EUROPURE PLUS™ 5500 LS** répond à ces besoins

- Technologie Light Shade (LS) pour la réduction de la fatigue oculaire et la vision des détails
- Clarté optique parfaite 1/1/1 pour une visibilité uniforme des soudures quel que soit l'angle
- Champ de vision maximal grâce aux fenêtres latérales pour une meilleure productivité en soudage

En savoir plus



[www.lincolnelectriceurope.com](http://www.lincolnelectriceurope.com)

EPI

# « Le salon Expoprotection est sans



**A**vec ses conférences et ateliers, ses trophées, ses différents villages, ses rendez-vous d'affaires, etc., Expoprotection est l'un des principaux événements dédiés à la prévention et la maîtrise des risques en Europe, comme le rappelle Jean-François Sol-Dourdin, le directeur du salon.

**L'ÉDITION 2022 D'EXPOPOTECTION OUVRE SES PORTES DU 15 AU 17 NOVEMBRE PROCHAIN, À PARIS EXPO - PORTE DE VERSAILLES. À QUI S'ADRESSE CETTE MANIFESTATION, POUR CEUX QUI NE LA CONNAÎTRAIENT PAS ENCORE ?**

**Jean-François Sol-Dourdin :** Depuis plus de 50 ans, Expoprotection est le salon de la prévention et de la maîtrise des

risques à 360°. Plus précisément, il s'articule autour des risques professionnels et industriels (la sécurité au travail) et des risques liés à la malveillance et au feu. En termes de secteurs et d'offres, Expoprotection est sans équivalent en France. Il couvre l'ensemble de la filière : du côté des exposants, les fabricants, les prestataires de services, les intégrateurs, les fabricants de composants,

etc. ; du côté des visiteurs, des fabricants jusqu'aux clients finaux, en passant par les intégrateurs, les prestataires et tous les intermédiaires. En plus d'être un salon avec une cible finale horizontale, Expoprotection est aussi une manifestation de dimension européenne. Un exposant sur deux dans l'univers des risques professionnels industriels vient de l'étranger, et l'essentiel du visitorat in-

# équivalent en France »



L'édition 2018 avait réuni 785 exposants et 20 088 visiteurs.

ternational est issu d'Europe et d'Afrique francophone.

## QUE REPRÉSENTE LE MARCHÉ FRANÇAIS DES ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELS (EPI) ?

**Jean-François Sol-Dourdin :** Selon la manière dont on le valorise, le marché des EPI est de l'ordre de 3 milliards d'euros en France. Et c'est un marché qui se porte bien depuis de nombreuses années, avec une croissance supérieure à celle du PIB. Et ce même dans un pays comme la France où le nombre de

salariés dans l'industrie a reculé, mais où il a continué à augmenter dans les collectivités locales et d'autres secteurs. Il existe plusieurs leviers à cette croissance : le levier social, c'est-à-dire qu'il y a des aspirations collectives issues des collaborateurs, reprises à leur compte par les entreprises, qui, elles-mêmes, sont en concurrence pour offrir à leurs salariés un environnement de travail correspondant à un certain standard ; le contexte réglementaire qui découle du levier social - en matière de santé et de sécurité au travail, la réglementation est en réévaluation permanente aux niveaux européen et français - ; et l'innovation technologique pour répondre à des risques qui évoluent et aux besoins continus des entreprises en matière de renouvellement et de modernisation des solutions mises en place, etc.

## QUELS SERONT LES TEMPS FORTS QUE RÉSERVE L'ÉDITION 2022 ?

**Jean-François Sol-Dourdin :** Parmi les marqueurs du salon, nous discernons des trophées dans différentes catégories, parmi plus d'une centaine de nouveautés, pour beaucoup d'entre elles qui seront présentées sur le salon, évaluées par un jury constitué de clients finaux issus de divers secteurs. Autre marqueur du salon depuis deux éditions, le village startup accueillera cette année une quinzaine de jeunes pousses. Les startups ont cette vertu d'être des accélérateurs de l'évolution technologique, grâce à des concepts novateurs et audacieux. Les visiteurs auront également l'opportunité de découvrir des villages thématiques, sur l'ergonomie et la prévention des troubles musculo-squelettiques (TMS), la gestion de crise, les IoT et la protection connectée. L'association de la protection et des solutions connectées est aujourd'hui un des axes d'évolution majeurs, ces solutions permettant d'augmenter les capacités en matière de prévention, de maintenance, etc. Par ailleurs, la protection des hommes et des organisations étant un domaine en perpétuelle évolution et qui s'appuie sur des retours

© Stéphane Laure



Jean-François Sol-Dourdin, directeur d'Expoprotection : « En plus d'être un salon avec une cible finale horizontale, Expoprotection est aussi une manifestation de dimension européenne. »

d'expérience, le partage d'informations, etc., plus de 80 sessions seront organisées sur Expoprotection, de la conférence stratégique à des ateliers beaucoup plus pratiques et animés par des startups (pitches) et des exposants. Dans le cadre du salon, un programme de rendez-vous d'affaires permettra également de mettre en relation des entreprises venant faire du sourcing de solutions complètes pour leurs projets et des offreurs.

## COMMENT SE PRÉSENTE L'ÉDITION À VENIR EN TERMES DE NOMBRE D'EXPOSANTS ET DE VISITEURS ?

**Jean-François Sol-Dourdin :** Expoprotection avait réuni, en 2018 - l'édition 2020 avait été annulée à cause de la pandémie de Covid-19 -, 785 exposants et partenaires, ainsi que 20 088 visiteurs uniques, 5 850 personnes ayant participé aux conférences et ateliers. Compte tenu de l'impact du Covid-19 sur le visitorat international - les citoyens de pays comme la Chine, l'Inde et le Pakistan ont encore des difficultés pour se déplacer -, je prévois prudemment la venue d'un peu plus de 650 exposants et d'environ 18 000 visiteurs cette année.

Propos recueillis par Cédric Lardière

## PRÉVENTION

# Les fumées de soudage, un danger quotidien

**L**es fumées de soudage sont composées de particules de métaux et d'un mélange de gaz qui peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires et provoquer de nombreuses maladies graves. En France, 528 000 travailleurs sont exposés aux fumées de soudage chaque année. Ce chiffre concerne les professions exerçant une activité de soudage quotidienne, mais aussi occasionnelle. Malgré les risques de cancers, tous les ateliers ne sont pas équipés de solutions dédiées à la protection des travailleurs. Un paradoxe avec la pénurie de soudeurs que connaît le secteur du soudage.

## LA DANGEROUSITÉ DES FUMÉES DE SOUDAGE SUR LA SANTÉ DES SOUDEURS

En pénétrant le corps humain par les voies respiratoires, les fumées de soudage peuvent, selon leur taille, atteindre les alvéoles pulmonaires et même rejoindre le sang et d'autres organes, comme le cerveau. Leurs effets néfastes sont multiples. En 2018, le CIRC a reconnu les fumées de soudage responsables des cancers du poumon chez les soudeurs. Des études plus récentes apportent également suffisamment de preuves du fait qu'elles peuvent être responsables de cancers du larynx. Quant à l'apparition de cancers du rein et de la cavité buccale et naso-sinusienne, les preuves restent limitées, mais pas écartées.

Aussi, selon les instituts de recherches, la dangerosité des fumées de soudage dépend de 4 critères :

- la composition du mélange gaz/particules ;
- la concentration des éléments ;
- la durée d'exposition ;
- la volatilité et la taille des particules.

## L'IMPORTANCE DE LA MISE EN PLACE DE SOLUTIONS D'ASPIRATION

L'Institut de Soudure a mené une étude sur l'efficacité des systèmes d'aspiration sur laquelle il est possible de s'appuyer pour démontrer l'importance de mettre en place des solutions de ce type.

En effet, cette étude présente la quantité de particules de fumées de soudage moyenne dans le masque d'un soudeur sans aspiration et un autre avec aspiration. Dans le premier cas, le masque contient 1 mg/h de particules, et dans le second cas 0,005 mg/h. La différence est importante, car elle est divisée par 200 avec aspiration.

Cette étude démontre que les systèmes d'aspiration des fumées de soudage permettent de protéger les soudeurs. Il existe par ailleurs deux types d'aspiration :

- la haute dépression capte les fumées de soudage au plus proche du point d'émission, notamment avec les torches aspirantes et les capteurs laminaires de proximité ;
- la basse dépression capte les fumées de soudage dans leur globalité à une certaine distance du point d'émission,

notamment avec des tables aspirantes, des bras aspirants, des hottes aspirantes, etc.

Le captage à la source, soit la haute dépression, est préconisé par la Carsat, car c'est le système d'aspiration le plus efficace. Elle permet d'éviter la dilution des fumées de soudage dans l'air ambiant et réduit par conséquent l'exposition prolongée des soudeurs à ces fumées.

## LES SOLUTIONS DE CAPTAGE ET DE TRAITEMENT DES FUMÉES DE SOUDAGE

Sur la base du code de travail, qui classe les activités de soudage dans le champ d'application des articles concernant la prévention des risques cancérigènes, les organismes comme l'INRS et la Carsat ont défini des normes à respecter, comme les vitesses minimales d'aspiration en fonction de chaque solution. Le rejet en extérieur des fumées de soudage est également fortement recommandé par ces organismes pour plus de sécurité. Afin de garantir la productivité tout en protégeant le soudeur, la torche aspirante et le capteur laminaire haute dépression sont les outils les plus performants car ils aspirent les fumées de soudage au plus proche du point d'émission. Pour être des plus efficaces, l'outil aspirant doit être couplé à un dispositif de traitement des fumées de soudage.

DISTANCE AU POINT D'ÉMISSION	VOLUME D'ASPIRATION	SOLUTIONS
70 cm	2100 - 4000 m <sup>3</sup> /h 1800 - 3600 m <sup>3</sup> /h	Tables aspirantes BLH
40 cm	700 - 1500 m <sup>3</sup> /h	Bras aspirants
15 cm	100 - 150 m <sup>3</sup> /h	Capteurs laminaires
0 cm	20 - 150 m <sup>3</sup> /h	Torches aspirantes

Il existe plusieurs solutions :

- centrales aspirantes ;
- groupes aspirants.

Parmi ces solutions, le groupe aspirant est le dispositif le plus accessible, car il s'adapte à de nombreux environnements de travail et permet alors à tous types de structures de s'équiper. Il faut cependant veiller à certaines caractéristiques techniques lors de l'achat d'un groupe aspirant, dont voici quelques critères :

- puissance d'aspiration : pour les torches aspirantes jusqu'à 200 A, une vitesse induite de 0,25 m/s est nécessaire, et, pour les torches aspirantes à partir de 200 A, une vitesse induite de 0,35 m/s doit être atteinte dans le champ d'aspiration. Il faudra alors se fier aux conseils de votre fabricant pour valider la compatibilité de votre groupe aspirant avec les torches choisies. Le groupe aspirant doit être assez puissant pour atteindre des vitesses induites préconisées par les Carsat ainsi que par la norme européenne EN ISO 21904-1 ;
- procédure de changement du filtre : la norme EN ISO 21904 préconise de réduire autant que possible le contact

direct avec les particules des fumées de soudage et ce même lors du changement du filtre. Aujourd'hui, des systèmes de « bag in/bag out », dont le filtre est retiré dans un sac de récupération, protègent efficacement les opérateurs lors de la maintenance d'un groupe aspirant ;

- système d'entretien des filtres : le principe de nettoyage de filtres est propre à chaque groupe aspirant. Certains sont par exemple équipés de procédures semi-automatiques déclenchant un décolmatage. Le décolmatage permet de nettoyer le filtre grâce à de l'air comprimé. C'est un élément essentiel qui permet d'éviter tout contact direct avec les particules de fumées de soudage, tout en prolongeant la durée de vie du filtre. Ainsi, le débit d'aspiration reste stable, sans nécessité d'intervention du soudeur ;
- adaptation d'une ou plusieurs solutions de captage : il est possible de connecter directement une torche aspirante, un capteur laminaire ou un cyclone de nettoyage sur le groupe aspirant selon sa puissance.
- mobilité : l'un des nombreux autres avantages du groupe aspirant est sa

mobilité, car celle-ci offre la possibilité de s'adapter à l'environnement de travail des soudeurs souvent complexe et changeant ;

- normes : la conformité à la nouvelle norme européenne EN ISO 21904 garantit que le groupe correspond à la législation en vigueur. Elle représente un gage de qualité pour les utilisateurs, mais aussi pour les organismes certifiant les installations.

Les centrales d'aspiration sont quant à elle préconisées pour des ateliers de grandes dimensions impliquant un minimum de 6 à 8 postes de soudage manuel. Ainsi, de nombreuses solutions d'aspiration et de traitement des fumées de soudage existent sur le marché. Une analyse de l'environnement de travail doit être effectuée afin de mettre en place la solution la plus adaptée aux besoins des soudeurs. Les fabricants de solutions d'aspiration et des organismes tels que la Carsat proposent un accompagnement dans le choix d'une solution sur-mesure permettant de garantir la protection des opérateurs.

## LE GROUPE ASPIRANT ATMOFLOW

PROTÈGE VOS OPÉRATEURS DES FUMÉES DE SOUDAGE

FILTRE JUSQU'À 99,95%  
DES PARTICULES  
ASPIRÉES DE 0,3 µm

ASSISTANCE  
DE L'UTILISATEUR  
GRÂCE À L'ÉCRAN DIGITAL

DEUX NIVEAUX  
DE FILTRATION  
POSSIBLES

AUCUN CONTACT DIRECT  
AVEC LES PARTICULES  
NOCIVES

WWW.ENGMAR.EU



## Explosion

## Miser sur la sécurité avec l'EXCube

**N**euschmid Christian GmbH utilise un système de filtration Teka conforme à la réglementation ATEX.

Le travail avec des matériaux présentant un risque d'explosion comme l'aluminium requiert souvent une grande prudence. En association avec les poussières produites lors du processus, une explosion aux conséquences parfois catastrophiques est vite arrivée. En effet, le pouvoir dévastateur d'une onde de pression et les incendies susceptibles de l'accompagner constituent un danger pour la vie et l'intégrité physique des collaborateurs, pour le parc de machines, mais également pour l'existence même de l'entreprise. Il est donc impératif d'adopter des mesures de protection appropriées. C'est pourquoi la société Neuschmid Christian GmbH a décidé de recourir au système d'aspiration et de filtration EXCube de Teka pour sa nouvelle installation de découpe au laser.

C'est à la périphérie de la petite ville de Mittersill près de Salzbourg (Autriche) que se trouve le siège du constructeur métallique, également connu dans la région sous le nom de Felberschmied. Cette entreprise familiale autrichienne, fondée il y a plus d'un siècle, couvre un large éventail de services liés au métal — des travaux de réparation aux travaux de soudure et de serrurerie, en passant par le fraisage et le tournage CNC ou encore la découpe de tôles. Afin d'élargir son offre de découpe, l'entreprise a investi dans une installation de découpe au laser de MicroStep. Les poussières générées par le processus laser sont aspirées, les grosses particules sont séparées dans le pré-séparateur d'étincelles et l'air pollué est purifié dans le système de filtration. Les fines poussières produites lors de la découpe de l'aluminium étant considérées comme explosives, l'entreprise a opté pour l'EXCube en raison de son concept de protection particulier.



Avec ses dimensions de 800 x 800 mm, l'EXCube est peu encombrant.

### SAFETY FIRST POUR LA SÉCURITÉ DE L'ENTREPRISE ET LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL

« Nous sommes très attachés au principe safety first (la sécurité avant tout) quand il est question de protection et de sécurité au travail dans notre entreprise, explique le directeur Josef Gandler. En dehors des équipements de protection individuels tradi-

tionnels, nous nous efforçons de protéger nos employés au maximum contre les poussières dangereuses. Comme nous utilisons notre nouvelle installation de découpe au laser pour découper différents matériaux tels que l'acier, l'acier inoxydable et l'aluminium, nous avons tout simplement besoin d'un système de filtration antidéflagrant. »

Le dernier produit développé par la maison Teka dispose d'un concept de sécurité raffiné : « avec l'entreprise Rembe GmbH Safety + Control, le spécialiste mondial de la protection contre les explosions et de la décharge de pression, nous avons élaboré et mis en œuvre pour l'EXCube un concept de protection à la pointe de la technologie. Celui-ci permet d'éviter tout risque d'explosion au niveau de l'unité de filtration elle-même. Si, suite à une situation quasiment improbable, une explosion venait à se produire durant le processus de découpe et que celle-ci se répercutait sur l'unité de filtration depuis l'extérieur, les autres mécanismes de protection de cette même unité garantiraient une évacuation sûre de l'impact », explique Simon Telöken, directeur général de Teka.

L'EXCube est composé d'une tôle en acier de 3 mm d'épaisseur et d'entretoises de renforcement. Il est en outre doté d'une couche de fond et d'un revêtement antistatique des deux côtés et dispose de quatre cartouches filtrantes antistatiques ainsi que d'un filtre secondaire H13. Il peut donc être utilisé pour aspirer et purifier différentes poussières explosives de classe ST1. Si une explosion extérieure vient à atteindre l'unité de filtration, celle-ci est protégée par un disque de rupture. « Le disque de rupture s'ouvre, ce qui permet de réduire la surpression dans l'unité. La surface de décharge a été calculée selon la norme EN14491 afin de garantir le non-dépassement de la résistance aux chocs de pression du système de filtration. Un éclatement du carter et un envol de débris sont ainsi exclus », précise Carlo Saling, sales executive explosion safety chez Rembe. Un clapet antiretour dans le



L'espace disponible derrière l'unité de découpe au laser est suffisamment grand pour permettre les travaux d'entretien sur le préséparateur d'étincelles et l'EXCube.

conduit assure en outre le découplage en cas d'explosion, ce qui, le cas échéant, empêcherait les ondes de pression et les jets de flamme de retourner vers l'espace de travail et de mettre les collaborateurs ou les machines en danger.

L'avantage est qu'il s'agit ici d'un concept de protection mécanique passif ne nécessitant aucun capteur supplémentaire. L'entretien peut être effectué par le client

de manière autonome. En outre, le système peut être installé aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur. S'il se trouve dans un espace fermé, il est équipé d'un canal de décharge, lequel dirige toute explosion potentielle vers l'extérieur.

Pour Stefan Ronacher, responsable de la construction et de la fabrication chez Christian Neuschmid GmbH, la possibilité de placer le préséparateur d'étincelles et l'unité d'aspiration dans l'atelier et ainsi de minimiser les éventuelles nuisances sonores pour les habitations environnantes a largement plaidé en faveur de l'EXCube. Mais sa faible surface d'installation de 800 × 800 mm est également un atout non négligeable : « L'encombrement relativement faible a fait partie des arguments d'achats décisifs. L'ensemble de l'installation de découpe au laser, aspiration incluse, tient si bien dans l'espace que l'on pourrait croire que l'atelier a été planifié exprès pour lui », constate M. Ronacher avec satisfaction.

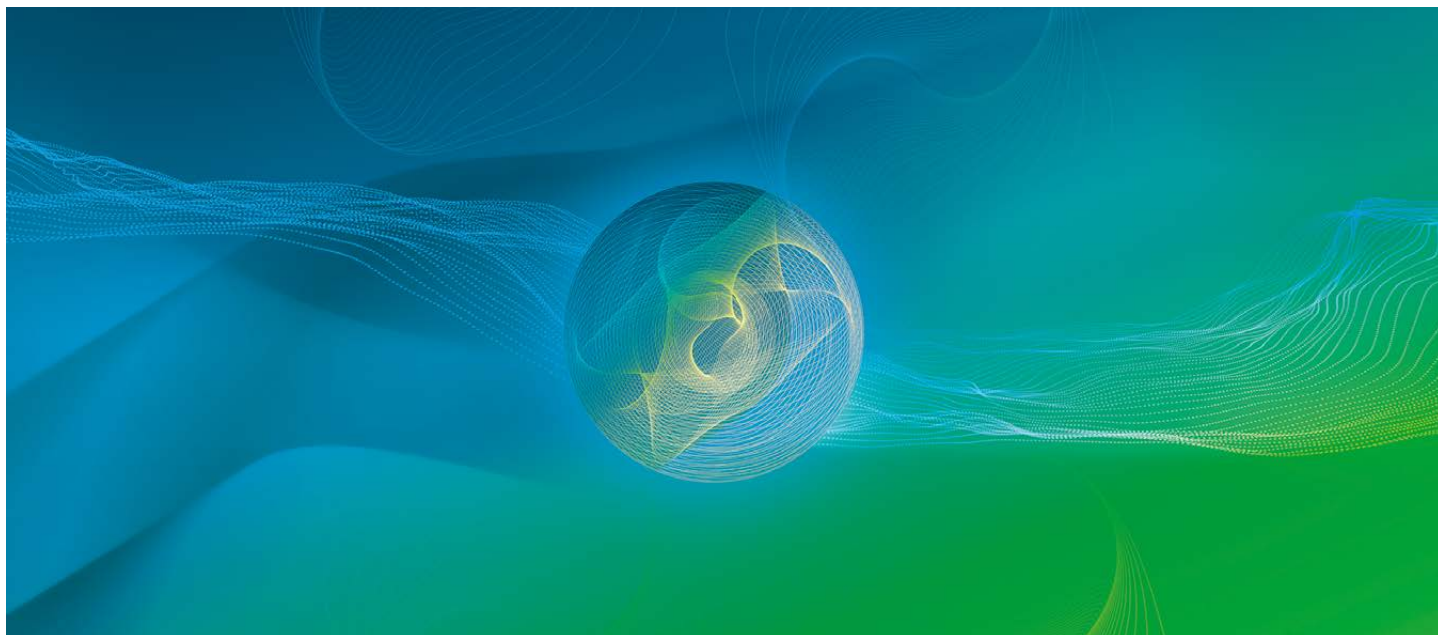


« L'installation de découpe au laser et le système d'aspiration tiennent si bien dans l'espace que l'on pourrait croire que l'atelier a été planifié exprès pour elle », constate M. Ronacher.

La conception de l'EXCube est conforme à la directive Atex 2014/34/UE et convient à la séparation de poussières explosives de la classe d'explosion des poussières ST1.

## Salon

## Formnext en forme



**A**près un retour réussi en présentiel l'année dernière, le salon Formnext continue de surfer sur la vague du succès en 2022 : en septembre 2022, le salon mondial leader de la fabrication additive et de la production industrielle moderne enregistre déjà plus de 670 exposants inscrits et une surface brute réservée de plus de 50 000 m<sup>2</sup>.

Plusieurs mois avant l'ouverture du salon, Formnext (15 - 18 novembre 2022, Francfort/Main) a dépassé sa dernière édition tant en termes d'exposants que de surface. Parallèlement, Formnext 2022 promet un vaste programme général avec des temps forts connus et nouveaux, dans lequel le pays partenaire de cette année, la France, jouera un rôle central.

« Cette évolution montre que les exposants continuent de considérer Formnext comme le plus grand rendez-vous sectoriel et comme une plateforme d'exposition extrêmement précieuse. Elle souligne l'importance des rencontres en présentiel pour l'ensemble du secteur de la fabrication additive, afin de faire prospérer les affaires, de promouvoir les avancées ou de trouver des partenaires et des investisseurs », déclare Sascha F. Wenzler,

vice-président de Formnext, Mesago Messe Frankfurt GmbH.

vice-président de Formnext, Mesago Messe Frankfurt GmbH.

### LA FRANCE, PAYS PARTENAIRE : POLYVALENCE, INNOVATION ET LARGE ÉVENTAIL DE SOLUTIONS

En Europe, la France compte parmi les grands acteurs de la fabrication additive et est déjà représentée en force depuis des années sur le salon Formnext. Cette année, plus de 30 entreprises, associations et instituts de recherche français exposeront à Formnext et présenteront leur gamme de services à un public professionnel international. En l'occurrence, le secteur français de la fabrication additive affiche un portefeuille d'offres très diversifié tout au long de la chaîne de production : des matériaux au post-traitement et aux différentes offres de services, en passant par le matériel, les logiciels et l'ingénierie. Les exposants français spécialisés dans la fabrication additive sont très diversifiés : on trouve parmi eux des grands noms de la fabrication additive bien implantés au niveau international comme AddUp, de nombreuses jeunes entreprises très innovantes comme Lynxter et Pollen AM, ainsi que d'autres industriels de renom comme Arkema, Binc

Industries, Constellium, Granges, pour qui la fabrication additive joue un rôle de plus en plus important.

En France, les secteurs de poids que sont l'aéronautique et l'automobile ne sont pas les seuls à offrir des champs d'application prometteurs pour la fabrication additive. Ils sont rejoints par le bâtiment et l'architecture (qui ont recours à Constructions AM), la viticulture (solutions de VLM Robotics), les technologies de la santé et bien d'autres. Avec France Additive, Cimes, CCI Nouvelle-Aquitaine et Carnot Network, des partenaires français et d'importants groupements professionnels spécialisés dans la fabrication additive, des régions et des instituts de recherche seront également présents sur le salon spécialisé.

Sur Formnext 2022, le mercredi 16 novembre sera entièrement consacré à la France, avec entre autres des conférences des partenaires Cimes et France Additive, la visite d'une délégation française et d'autres événements.

### PROGRAMME GÉNÉRAL VARIÉ

Formnext se déroulera du 15 au 18 novembre 2022 dans les halls d'exposi-

tion 11 et 12, soit dans la partie la plus moderne du parc des expositions de Francfort. Des événements désormais traditionnels seront de retour et étoffés dans un programme général varié. Ainsi, le *Startup Challenge*, qui récompense les idées innovantes et viables de jeunes entreprises, aura lieu pour la huitième fois. Les exposants de l'espace startup se présenteront lors de courtes sessions de présentation sur la scène de l'AM4U.

Des interventions passionnantes auront également lieu sur le thème de l'investissement et du financement. Le concours d'idées *purmundus challenge* fête sa 10<sup>e</sup> édition. Un jubilé qui s'accompagne d'une exposition spéciale *Best of 10 Years*.

Outre les désormais traditionnels séminaires Discover3Dprinting (en allemand et en anglais), très suivis par les professionnels de l'industrie, les visiteurs de Formnext 2022 pourront également s'informer, notamment à travers la plateforme AM4U, sur les nombreuses possibilités de carrière dans le secteur de la fabrication additive.

En outre, en 2022, le programme de conférences abordera les tendances et évolutions actuelles de la fabrication additive et réunira des précurseurs et des utilisateurs de la fabrication additive issus de différents secteurs. La VDMA (l'association allemande des constructeurs de machines et d'installations) présentera une exposition spéciale avec une sélection d'applications de fabrication additive issues de l'univers de la construction mécanique et fournira des aperçus supplémentaires aux conférences sur la scène AM4U.

L'exposition spéciale BE-AM illustre les progrès accomplis dans le domaine de l'impression 3D qui a le vent en poupe dans l'industrie de la construction. En même temps, le symposium BE-AM dévoile de nombreux contextes et les possibles évolutions futures dans ce domaine. Cette année encore, le thème des normes et standards, qui revêt une grande importance pour l'ensemble du secteur de la fabrication additive et pour les utilisateurs, fera l'objet d'un débat entre experts et décideurs du monde

## Des exposants de renom

Parmi les exposants déjà inscrits figure l'élite mondiale de la fabrication additive, avec des entreprises telles que 3D Systems, Additive Industries, AddUp, Arburg, BigRep, Carbon, Desktop Metal, DMG Mori, Dyemansion, EOS, Evonik, Farsoon, Formlabs, GE Additive, HP, Keyence, Markforged, Materialise, Renishaw, Ricoh, Siemens, Sisma, SLM Solutions Group, Stratasys, Trumpf, Voxeljet, Xerox, XJet et Zeiss. Par ailleurs, de nombreux groupes internationaux de renom présenteront leurs solutions tout au long de la chaîne de production, notamment BASF, Covestro, Evonik, GKN Sinter Metals Components, Höganäs, Linde, Mitsubishi Chemical, Oerlikon, Sandvik et bien d'autres.

entier dans le cadre du Forum des standards ASTM qui se tiendra la veille du salon (le 14 novembre 2022).

# RENFORCEZ VOTRE ÉQUIPE.

## Lorch Cobot Welding Solutions.

Les utilisateurs sont convaincus : il n'y a pas plus simple pour se lancer dans l'automatisation du soudage. Trouvez maintenant une solution à la pénurie de main-d'œuvre qualifiée et augmentez votre productivité. Faites confiance au leader du marché et lancez-vous.



[www.lorch-cobot-welding.com](http://www.lorch-cobot-welding.com)

**LORCH**  
smart welding

## Salon

# Micronora : des exposants satisfaits

Après 4 ans d'absence, l'édition 2022 de Micronora a autant réjoui les exposants que les visiteurs. En cette période de reprise économique difficile, de pénurie de matières premières, les 824 exposants directs et indirects étaient pourtant bien présents pour montrer leurs nouveautés et réaffirmer leur engouement à vouloir faire des affaires. De leur côté, les 11 000 visiteurs (dont 15,5 % internationaux) ont été remarquablement qualitatifs, avec des projets ciblés.

L'édition 2022 du salon des micro et nano technologies a réuni en un seul lieu toutes les professions dédiées au submillimétrique. Les visiteurs ont ainsi pu découvrir un ensemble de solutions proposées par des entreprises spécialisées dans la R&D, les prestations de services, la sous-traitance, les technologies de production et autres fournitures industrielles, toutes avec le même dénominateur commun : la haute précision.

Outre les progrès continuels dans la miniaturisation, l'intégration de fonctions de plus en plus complexes et intelligentes, le salon a également été une vitrine pour de réelles innovations en matière de :

- composants microtechniques fabriqués à base d'alliages métalliques amorphes, tels que les Vulkalloys de Vulkam, qui offrent des caractéristiques plus performantes que les autres alliages ;
- équipements microtechniques de machines de production tel que l'hexaglide Mauka de Symétrie, qui permet un positionnement ultra précis de charges allant jusqu'à 5 kg avec un très faible encombrement ;
- machines de production et d'assemblage de produits microtechniques tel que le centre d'usinage 3-5 axes Precibot de Precise France, qui relève le défi d'assurer une très haute précision malgré un poids et des dimensions très faibles ;
- démonstrateurs et micro/nano systèmes réservés aux laboratoires, tel la micropince optique assemblée à l'extrémité d'une fibre optique du laboratoire Femto-ST... qui ouvre la voie



d'une nouvelle génération de structures nanorobotiques.

Parmi les nouveautés présentées sur le salon, la société Sintermat proposait son procédé original, le frittage Flash (ou SPS), illustré par quelques pièces significatives réalisées notamment en Cermet, Zircon ou en céramique. Même démarche innovante pour IMI, Nanoe et Femto-ST qui exposaient de nouvelles solutions céramiques et d'impression 3D. De son côté, le Cetim a mis en valeur la fabrication additive avec le procédé de Metal Binder Jetting. Première mondiale, la machine d'usinage par ultrason réalisée par Realméca en collaboration avec Microcertec et l'Onera, permet l'usinage d'angles vifs et de poches rectangulaires sans aucun congé de raccordement.

Parce que l'industrie et plus précisément l'industrie des micro et nanotechnologies doit faire partie de demain, Micronora a collaboré avec l'UIMM pour que cette unité mobile de formation avec des technologies intégrées et innovantes soit présente et accessible aux visiteurs et aux collégiens, lycéens et étudiants.

L'industrie d'aujourd'hui et du futur est belle et regorge de technologies insolites. Intelligence artificielle, fabrication additive, cobotique... autant de nouveautés qui ouvrent les bras à la jeune génération.

La prochaine édition du salon se tiendra du 24 au 27 septembre 2024.

## Les chiffres clés

- 603 exposants directs auxquels il faut ajouter 221 marques ou firmes représentées. Ce sont donc 824 entreprises qui exposaient sur 25 000 m<sup>2</sup> de surface d'exposition (dont près de 9 000 m<sup>2</sup> de stands).
- 33 % d'exposants étrangers, 38 % nationaux et 29 % régionaux.
- Le nombre de visiteurs (11 000) suit la tendance à la baisse de la profession. Toutefois, les exposants ont salué la qualité des contacts, prouvant que la qualité prime sur la quantité, et que les décideurs ayant de réels besoins se déplacent.

# Les expositions et manifestations à venir

## NOVEMBRE 2022

### Fabtech

Le plus grand événement d'Amérique du Nord consacré au formage, à la fabrication, au soudage et à la finition des métaux

Du 8 au 10 novembre 2022 à Atlanta (États-Unis)

[www.fabtechexpo.com](http://www.fabtechexpo.com)

### Expoprotection

Le salon international de la prévention et de la maîtrise des risques

Du 15 au 17 novembre à Paris (France)

[www.expoprotection.com](http://www.expoprotection.com)

### Energy Class Factory Rennes

Les rendez-vous experts de la performance énergétique et de la décarbonation

Le 16 novembre à Rennes (France)

[www.energie-industrie.com](http://www.energie-industrie.com)

### Sepem Industries Grenoble

Salon des services, équipements, process et maintenance

Du 22 au 24 novembre à Grenoble (France)

[grenoble.sepem-industries.com](http://grenoble.sepem-industries.com)

### Intermaintenance

Les rendez-vous solutions & innovations maintenance

Du 29 au 30 novembre à Lyon (France)

[www.intermaintenance.fr](http://www.intermaintenance.fr)

### Nordic Welding Expo

La plus grande exposition de l'industrie du soudage dans les pays nordiques

Du 29 novembre au 1<sup>er</sup> décembre 2022 à Tempere (Finlande).

[www.nordicweldingexpo.fi](http://www.nordicweldingexpo.fi)

## DÉCEMBRE 2022

### Energy Class Factory Lyon

Les rendez-vous experts de la performance énergétique et de la décarbonation

Le 1<sup>er</sup> décembre à Lyon (France)

[www.energie-industrie.com](http://www.energie-industrie.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 "Hydrogène"

Le 17 novembre à Villepinte (France)

### Journée technique "Mise en œuvre de tôles fines en acier"

Le 8 décembre à Villepinte (France)



Tous les 2 mois... 3 bonnes raisons de lire

# SOUDAGE

## et Techniques Connexes

La revue française des métiers du soudage depuis 1947

### Oui, je m'abonne à Soudage et techniques connexes

pour 1 an (6 numéros) au tarif correspondant à ma localisation :

Please find hereafter my annual subscription to Soudage et techniques connexes (6 issues) according to my place:

- France : **88,50 €** TTC / including 2,1% VAT
- C.E.E. / E.C : **116,50€** TTC / including 2,1% VAT (we need your VAT number to accept this option)
- Tarif étranger hors C.E.E. / Outside E.C. : **116,50 €**

### Trouvez la solution

Équipements, matériels, consommables et services

Nom / Last name .....  
Prénom / First name .....  
Société / Company .....  
Service / Department .....  
Adresse / Street n° .....  
Ville / Town ..... Code postal / zip .....  
Pays / Country ..... Tél. / Phone number.....  
E-mail .....  
N° TVA / VAT number .....  
SIRET (France) .....  
Code NAF (ou APE) .....

### Je souhaite me réabonner / I would like to renew my subscription:

Votre n° abonné (code à 5 chiffres) / Your subscriber identification (5 digits)

□□□□□

Si vous ne connaissez pas votre numéro, ou si vos coordonnées ont changé, merci de compléter les informations ci-dessus / If you don't have this information or in case of any change in your coordinates, please fill this form above.

### Paiement / Payment

Chèque à l'ordre de l'Institut de Soudure joint / Cheque to «Institut de Soudure» enclosed

Virement à notre compte bancaire Société Générale n° 00037274939 (en rappelant votre numéro de code abonné ou mentionnant «abonnement / achat de revue»

/ Bank transfer to account n° 000037274939 mentioning either your subscriber number or «subscription payment for journal»

À réception de facture / On invoice reception



### Tenez-vous bien informés

Évolution de l'environnement technique et économique

Agenda des expositions, salons, journées techniques, stages de formation



### Cultivez vos compétences

Résultats et avancées de la recherche industrielle

Veille normative ciblée, analyse de la presse et des publications



de **INSTITUT de SOUDURE**  
ASSOCIATION

www.isgroupe.com

## Abonnez-Vous

Institut de Soudure - STC

Service Abonnements : CS 70001

59361 Avesnes-sur-Helpes Cedex

Tél. 03 61 99 20 04

E-mail : abonnements.soudage@gmail.com

Trophées INPI 2022

# Des industriels pleins de ressources

**C**réés en 1991, les Trophées INPI récompensent des entreprises emblématiques de l'innovation française - par exemple Devialet, Agriconomie, Moustache Bikes ou encore Bioret Agri - se distinguant par l'exemplarité de leur stratégie de propriété industrielle. Ils soulignent aussi la capacité des entreprises à gérer leurs actifs immatériels et à en tirer parti dans leur stratégie de développement (CA, emplois, nouveaux produits, activité à l'export, partenariats, levées de fonds...).

Quinze PME et startup sont en course pour incarner l'innovation à la française. Elles concourent dans les cinq catégories suivantes :

- export ;
- industrie ;
- innovation responsable ;
- recherche partenariale ;
- startup.

Ce sont les chargés d'affaires INPI, présents dans chacune des régions françaises, qui repèrent, au fil de l'année, les entreprises innovantes et prometteuses, susceptibles de concourir.

Les entreprises sélectionnées remplissent alors un dossier, et un jury interne choisit trois entreprises pour chaque catégorie. Dans un second temps, un jury composé d'une quinzaine d'experts de l'innovation désigne un lauréat dans chaque catégorie parmi les 15 finalistes.

Les lauréats seront dévoilés le 30 novembre.

Voici une sélection de finalistes...

## CATÉGORIE INDUSTRIE

**Europe Technologies (Carquefou, Pays de la Loire) : vers l'usine 4.0**

Le groupe Europe Technologies est spécialisé dans l'industrialisation, la fabrication et la maintenance de pièces et



sous-ensembles composites, métalliques et plastiques. Il développe des expertises innovantes dans trois domaines complémentaires de l'industrie : le traitement de surface, la robotique et les lignes de production. Ses savoir-faire sont apportés à divers clients industriels à travers le monde, des secteurs de l'aéronautique, le naval, l'automobile, mais aussi du spectacle, de l'agroalimentaire ou de la santé. Europe Technologies a notamment réalisé la machinerie du spectacle « Cinescénie » du Puy du Fou, qui permet la montée d'une plateforme de 5 tonnes sur 5 mètres en 48 secondes tous les soirs. Le groupe lillois ambitionne même de développer l'usine 4.0, soit l'automatisation et la numérisation de toutes les machines spéciales et robots vendus par celui-ci. « Notre développement est basé sur l'innovation technologique. Innover nous permet de nous différencier et de ne pas être dépendant d'un client ou d'un secteur. Grâce à nos innovations, et aux marges importantes réalisées, nous avons pu renforcer notre autonomie et notre indépendance financière. Cela nous a permis par ailleurs de vendre dans

plus de 50 pays, même les plus protectionnistes. Cette nomination aux Trophées INPI est une reconnaissance de notre stratégie d'innovation et de propriété industrielle. » se réjouit Patrick Cheppe, PDG.

Date de création : 1993 | 420 salariés | CA 2021 : 67 M€ dont 30 % à l'export / Budget R&D : 12 % du CA | 70 brevets / 9 marques

**Enersens (Rochetoirin, Auvergne-Rhône-Alpes) : des super-isolants ultra-fins pour une meilleure efficacité énergétique**

Enersens est une startup industrielle qui développe des matériaux isolants haute performance pour l'électronique, l'industrie et le bâtiment. Elle commercialise deux produits distincts : « Kward » et « Skogor ». Composés d'aérogel de silice, ils améliorent les caractéristiques thermiques de produits existants et contribuent ainsi à l'efficacité énergétique. Le premier est un additif sous forme de poudres et de granules, destiné aux secteurs de l'industrie et du bâtiment, qui



est ajouté aux formulations et matériaux d'enduits, peintures et revêtements thermo-isolants. « Skogar », dernière innovation de la startup, est un matériau ultrafin, qui se différencie des matériaux traditionnels utilisés jusqu'ici sur le marché et qui répond à des besoins nouveaux dans le domaine de l'électronique, notamment des smartphones (dont les batteries tendent à être toujours plus fines) ou des packs batteries pour la e-mobilité (pour optimiser la performance et la sécurité). « Nous déposons des brevets et des marques pour protéger nos produits et les procédés associés. Avoir une stratégie de propriété industrielle nous permet de nous démarquer de nos concurrents, mais c'est aussi et surtout un gage de crédibilité pour nos investisseurs, clients et partenaires potentiels. Cette nomination aux Trophées INPI atteste de la valeur de notre travail », expliquent David Lesueur, directeur général et Brice Fiorentino, responsable développement commercial, marketing et innovation.

Date de création : 2018 | 10 salariés | Budget R&D : 450K€ | 6 familles de brevets - 31 brevets en France et à l'international / 14 marques



## CATÉGORIE RECHERCHE PARTENARIALE

### Sintemat (Venarey-les-Laumes, Bourgogne-Franche-Comté) : des matériaux industriels aux performances augmentées

Sintemat est une deeptech spécialisée dans la conception et la production de matériaux aux propriétés augmentées, à partir de poudres métalliques, céramiques et naturelles. La startup a notamment mis au point un procédé technique appelé frittage SPS (Spark Plasma Sintering), un procédé de fabrication de pièces à partir de grains de poudre chauffés, via courant électrique, pour qu'ils se soudent entre eux. De nombreux secteurs en bénéficient : la défense, l'aéronautique, l'outillage industriel ou encore l'horlogerie... Pour la production de têtes de filière pour l'extrusion métal ou encore des éléments d'habillage de montre. Cette technologie est rapide, flexible, économe en énergie et permet de produire des composants industriels aux performances inégalées et à longévité accrue : les pièces ont une durée de vie trois fois plus longue que celles fabriquées par des technologies traditionnelles. « Cette nomination aux Trophées INPI récompense le travail accompli et nous encourage à poursuivre la mise en œuvre d'une stratégie de propriété industrielle. Cette stratégie répond au besoin de nos clients et à la nécessité pour l'entreprise de conserver la maîtrise de son savoir-faire et de son déploiement commercial », raconte Foad Naimi, président fondateur.

Date de création : 2016 | 20 salariés | 10 brevets

## Composition du jury

Le jury, reflet de l'écosystème de l'innovation française, est composé de personnalités et d'experts, issus des secteurs privés et publics.



- Président : Bernard Reybier, président du conseil d'administration de Fermob
- INPI : Pascal Faure, directeur général
- Ademe : Nadia Boeglin, directrice de la transition écologique des grands comptes
- Afnor : Christine Kertesz, responsable du département relations adhérents
- Association des praticiens du droit des marques et des modèles (APRAM) : Sylvie Bénoliel-Claux, présidente
- Association française des spécialistes en propriété industrielle (ASPI) : Géraldine Guéry-Jacques, présidente
- Energysquare, lauréat Trophées 2021 catégorie « Export » : Timothée Le Quesne, PDG
- Bpifrance : Émile Lesage-Perilleux, responsable juridique et propriété intellectuelle innovation, Direction de l'expertise et des programmes
- Business France : Éric Morand, directeur du département Tech & Services
- CCI France : Frédérique Lonchambon, responsable du pôle Développement des entreprises et de territoires
- Compagnie nationale des conseils en propriété industrielle (CNCPI) : Jean-Christophe Rolland, président
- Direction générale des entreprises (DGE) : Olivier Deschildre, chef de projet « innovation et propriété industrielle »
- Direction générale de la recherche et de l'innovation (DGRI) : Juliette Thomas, Cheffe du département action régionale
- Lactips, lauréat Trophées 2021 catégorie « Recherche partenariale » : Jean-Laurent Pradel, Directeur R&D
- Réseau Curie : Stéphanie Kuss, directrice générale
- Union des fabricants (Unifab) : Nicolas Martin, vice-président

## Études

# Finance intelligente : un catalyseur clé pour une fabrication durable

**L**es constructeurs sont face à un dilemme, animés par le désir d'investir dans la durabilité (et d'en tirer avantage) et à la fois réticents à engager des capitaux dans un contexte de volatilité des marchés et d'incertitude économique.

Une nouvelle étude de Siemens Financial Services (SFS) constate qu'un déploiement plus large des techniques de finance intelligente sera nécessaire pour accélérer l'évolution des entreprises manufacturières face à la durabilité et aux objectifs commerciaux.

Une nouvelle étude de Siemens Financial Services (SFS) examine les défis auxquels les fabricants sont actuellement confrontés lors de leur parcours d'investissement dans des initiatives de durabilité.

Outre un objectif commercial convaincant, offrant des avantages financiers et commerciaux, il existe un large consensus selon lequel la fabrication durable offre également des avantages éthiques et de réputation.

Cette étude présente une variété d'améliorations durables que les fabricants peuvent mettre en place pour réduire les coûts, accroître la productivité, améliorer la compétitivité de la marque et augmenter la sécurité de l'approvisionnement, tout en contribuant à éliminer le carbone, réduire les déchets et atteindre d'autres objectifs durables. Ceux-ci comprennent :

- la durabilité par conception ;
- le rendement énergétique ;
- la protection de l'eau ;
- la diminution des matières premières ;
- les améliorations techniques et la rénovation ;
- le recyclage et la reconversion.

Certains de ces exemples et notamment les deux derniers soulignent l'importance croissante de l'économie circulaire dans les machines et les technologies de fabrication. Plutôt que son remplacement, la technologie peut être convertie, modernisée, réutilisée et recommercialisée.

Compte tenu de l'investissement technologique nécessaire pour améliorer la durabilité, ainsi que de la volatilité et l'incertitude du marché actuel, ce document soutient que les fabricants dépendent des financements spécialisés du secteur privé

pour réaliser des investissements dans les améliorations de la durabilité.

La recherche a identifié les quatre façons principales dont la finance intelligente et spécialisée contribue à la "durabilité". Il s'agit de :

- favoriser l'investissement dans les technologies durables, en harmonisant les modalités de financement souples avec le taux prévu d'avantages tirés de ces investissements ;
- améliorer la gestion de la trésorerie, par des programmes de financement adaptés aux besoins de trésorerie d'un fabricant ;
- rendre la transition viable financièrement, en lissant les modalités pour gérer les transitions onéreuses d'un environnement de production à un autre ;
- aider les fournisseurs de technologies durables à assister leurs clients, en intégrant la finance intelligente en tant que partie d'une proposition globale pour faciliter l'investissement du client dans les meilleures solutions durables possibles.

« La durabilité demeure une priorité absolue pour les fabricants notamment face au marché et à la volatilité géopolitique qui génèrent des hausses des prix de l'énergie et

des matières premières », commente Thierry Fautré, président de Siemens Financial Services France.

« Nous constatons de plus en plus que les solutions de financement spécialisées sont un catalyseur clé de l'investissement, en donnant aux entreprises les outils dont elles ont besoin pour transformer intelligemment leurs processus. »



**60%** ▼

Carbon footprint reduction



**20%** ▼

Power costs decreased

# LES JOURNÉES COFREND

SAVE  
THE  
DATE

## Les END, voir et prévoir

DU 6 AU 8 JUIN 2023

MARSEILLE - Palais Chanot

### SPONSORS



EKOSCAN  
INDUSTRIAL ULTRASOUND

framatome  
Intercontrôle



GROUPE  
LUZIESA | EXCELDEF  
DEFAUTS ARTIFICIELS | SONDES CP 6 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](mailto:pole.communication@cofrend.com)

[www.cofrend2023.com](http://www.cofrend2023.com)

### Avec le soutien



## PRODUITS CONSOMMABLES

### NORME PUBLIÉE EN RÉEXAMEN

→ Participez sur [norminfo.afnor.org](http://norminfo.afnor.org)

#### NF EN 13479

Produits consommables pour le soudage - Norme produit générale pour les métaux d'apport et les flux pour le soudage par fusion de matériaux métalliques

Fin de l'enquête : 26/10/2022

### PROJET DE NORME EN ENQUÊTE PUBLIQUE

→ Participez sur [norminfo.afnor.org](http://norminfo.afnor.org)

#### PR NF EN ISO 14172

Produits consommables pour le soudage - Électrodes enrobées pour le soudage manuel à l'arc du nickel et des alliages de nickel - Classification

Fin de l'enquête : 28/10/2022

## SOUDEGE PAR RÉSISTANCE

### PROJET DE NORME EN ENQUÊTE PUBLIQUE

→ Participez sur [norminfo.afnor.org](http://norminfo.afnor.org)

#### PR NF EN ISO 1089

Matériel de soudage par résistance - Emmanchements coniques d'électrodes pour machines à souder par points - Dimensions

Fin de l'enquête : 21/11/2022

## FABRICATION ADDITIVE

FD CEN ISO/ASTM TR 52906 (E67-303) : Fabrication additive - Essais non destructifs - Implantation intentionnelle de défauts dans les pièces métalliques

Ce document est destiné à servir de bonne pratique pour l'identification et l'implantation de répliques de défauts détectables de manière non destructive par les procédés PBF et DED en alliage métallique. Trois catégories d'implantation sont décrites :

- les défauts du procédé par la conception CAO ;
- la manipulation des paramètres de fabrication ;
- la fabrication soustractive.

Cela comprend les défauts présents dans les matériaux tels que déposés, dans les matériaux traités par post-traitement thermique ou par HIP, et des défauts rendus détectables par les opérations de post-traitement. Les aspects géométriques ou les mesures ne font pas l'objet de ce document.

Publié par AFNOR le 29/06/2022

## COLLAGE

NF EN 17460 (F01-460) : Applications ferroviaires - Assemblage par collage de véhicules et de pièces ferroviaires

Ce document définit les termes et spécifie les exigences relatives aux travaux d'étanchéité et d'assemblage par collage réalisés sur les véhicules ferroviaires et leurs composants indépendamment du matériau du support et du mécanisme de solidification, de la résistance et des propriétés de déformation des adhésifs. Il est applicable aux supports d'étanchéité et d'assemblage par collage dans le cadre :

- du développement (préproduction) ;
- de la production ;
- de la maintenance, y compris de la réparation (postproduction) ;
- de l'assurance de la qualité de la production, du contrôle, de la maintenance (notamment de la réparation) des véhicules ferroviaires et de leurs composants.

Il ne s'applique pas :

- à la retenue de vis par l'usage d'adhésifs, si un assemblage par vissage sans autre mesure de sécurité de conception de joint identique suffit ;
- aux joints hybrides, si la fonction attendue est exclusivement remplie par une autre technologie d'assemblage telle que le soudage, le vissage, le rivetage ;
- à la production de produits vulcanisés ;
- à la production de contreplaqué ;
- à la production de matériaux composites plastiques renforcés de fibres (composites PRF) ;
- à la production de verre de sécurité feuilleté ;
- au simple encapsulage de pièces électroniques ;

- à l'application de films décoratifs adhésifs simple face.

Publié par AFNOR le 20/07/2022

## ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION

NF EN 12392+A1 (A50-120) : Aluminium et alliages d'aluminium - Produits corroyés et moulés - Exigences particulières pour les produits destinés à la fabrication des appareils à pression

Remplace NF EN 12392 d'avril 2016.

Cette norme spécifie les exigences relatives aux matériaux et les modes opératoires d'essai applicables aux produits en aluminium et en alliages d'aluminium corroyés et moulés destinés à la fabrication d'appareils sous pression. Elle couvre :

- les formes de produits, les nuances et les états métallurgiques de l'aluminium et des alliages d'aluminium corroyés et moulés, susceptibles d'être utilisés pour de telles applications, ainsi que les données relatives aux alliages corroyés et moulés sur leurs plages de température de fonctionnement admissibles ;
- les conditions techniques de contrôle et de livraison, les limites des caractéristiques mécaniques et les tolérances sur forme et dimensions, par référence aux normes européennes appropriées pour l'aluminium et les alliages d'aluminium corroyés et moulés ;
- les exigences supplémentaires spécifiques aux applications d'équipements sous pression.

Elle s'applique aux tôles laminées à chaud, aux tôles minces, bandes et disques laminés à froid, aux barres et aux tubes filés ou filés et étirés à froid, ainsi qu'aux sections filées, ouvertes et creuses, aux pièces forgées et aux pièces moulées.

Publié par AFNOR le 20/07/2022

## CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS

NF EN ISO 17636-1 (A89-510-1) : Essais non destructifs des assemblages soudés - Contrôle par radiographie - Partie 1 : Techniques par rayons X ou gamma à l'aide de film

Remplace NF EN ISO 17636-1 de mars 2013.

## Normes

Ce document spécifie des techniques de contrôle par radiographie d'assemblages soudés par fusion constitués de matériaux métalliques en utilisant des techniques employant un film pour radiographie industrielle, dans le but d'obtenir des résultats satisfaisants et reproductibles. Les techniques reposent sur une pratique généralement reconnue et sur la théorie fondamentale en la matière. Il est applicable aux assemblages constitués de tôles ou de tubes (ce terme couvrant d'autres corps cylindriques creux, tels que tuyaux, conduites forcées, réservoirs de chaudières et appareils à pression). Ce document ne spécifie pas les niveaux d'acceptation des indications ; ils figurent dans la série des ISO 10675. Si les parties contractantes appliquent des critères d'essai moins rigoureux, il se peut que la qualité obtenue soit nettement inférieure à celle atteinte par l'application stricte du présent document.

Publié par AFNOR le 03/08/2022

### MÉTROLOGIE

**NF EN ISO 1 (E10-000) : Spécification géométrique des produits (GPS) - Température normale de référence pour la spécification des propriétés géométriques et dimensionnelles**

Remplace NF EN ISO 1 de novembre 2016.

Ce document définit les concepts de température de référence et la température normale de référence, et spécifie la valeur de la température normale de référence pour la spécification des propriétés géométriques et dimensionnelles d'un objet. Certains exemples de propriétés géométriques et dimensionnelles incluent la taille, la position, l'orientation (y compris l'angle), la forme et l'état de surface d'une pièce. Ce document s'applique aussi à la définition du mesurande utilisé en vérification ou en étalonnage.

Publié par AFNOR le 29/06/2022

### BOUTEILLES À GAZ

**NF ISO 23876 (E29-800) : Bouteilles à gaz - Bouteilles et tubes composites - Essai par émission acoustique (EA) pour les contrôles et les essais périodiques**

Ce document spécifie l'utilisation d'un essai d'émission acoustique (EA) lors des contrôles et essais périodiques des bouteilles et tubes à gaz transportables en matériaux composites frettés (type 2) et entièrement bobinés (types 3 et 4) d'une capacité en eau allant jusqu'à 3 000 l, pourvus d'un liner en alliage d'aluminium, en acier ou non métallique, ou dépourvus de liner (type 5), destinés à des gaz comprimés et liquéfiés sous pression. Ce document ne s'applique qu'à la vérification du matériau composite. Il ne couvre pas d'autre type d'inspection, tel que le contrôle visuel interne du liner (voir l'ISO 11623). Sauf mention contraire exceptionnelle, dans le présent document, le terme "bouteille" désigne à la fois les bouteilles et les tubes.

Publié par AFNOR le 27/08/2022

## 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

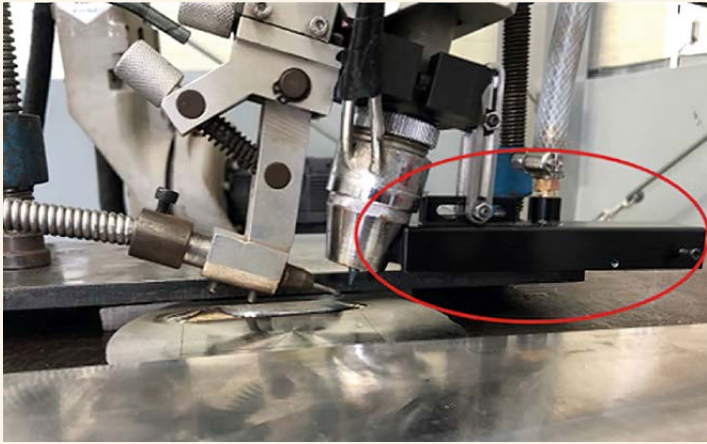


#### UNION DE NORMALISATION DE LA MECANIQUE

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

## Fabrication additive

**E**ffets de l'apport de chaleur sur la microstructure et les caractéristiques mécaniques de composants en alliage Ti-6Al-4V réalisés par fabrication additive arc-fil.



Vue d'ensemble de la tête de soudage TIG robotisée utilisée durant cette étude (le cercle rouge met en évidence le trainard de refroidissement dotant l'installation).

En soudage à l'arc, l'apport de chaleur est une variable importante, car il influence grandement la vitesse de refroidissement qui peut affecter à son tour

les caractéristiques mécaniques et la microstructure du métal déposé. Cette étude a eu pour objectif de caractériser les effets de l'apport de chaleur sur la micros-

structure et les caractéristiques mécaniques de composants en alliage Ti-6Al-4V réalisés par fabrication additive arc-fil. Un apport de chaleur élevé (106 J/m, éprouvette H) résulte en la formation de grains colonnaires et une résistance à la traction très anisotrope. En revanche, avec un faible apport de chaleur (5 x 105 J/m, éprouvette L), les grains colonnaires ont laissé la place à des grains équiaxes du fait de la modification de la vitesse de refroidissement. L'historique thermique engendré par le procédé de fabrication additive arc-fil a été simulé au moyen de la méthode des éléments finis. La vitesse de refroidissement accrue de l'éprouvette L durant la phase de solidification (1600–1660°C) s'est traduite par une fraction plus importante de grains équiaxes et une diminution significative de l'anisotropie de la résistance en traction.

Cependant, en raison de cycles thermiques plus importants durant la transformation  $\alpha$  secondaire, sous la température de transition  $\beta$  (700–1006°C), l'éprouvette H s'est caractérisée par de plus fortes concentrations d'azote, de martensite  $\alpha'$  et d'une fine phase  $\alpha$  secondaire à dislocations emmêlées, lui conférant une résistance en traction et une dureté plus élevées que l'éprouvette L.

*Titre original : Effect of heat input on microstructure and mechanical property of wire-arc additive manufactured Ti-6Al-4V alloy*

*Auteur(s) : XIAN G. OH J.M. LEE J.H. CHO S.M. YEOM J.T. CHOI Y.S. KANG N.H.*

*Source : Welding in the World, vol.66, n°5, 2022, pp. 847–861 (15 pages, en anglais)*

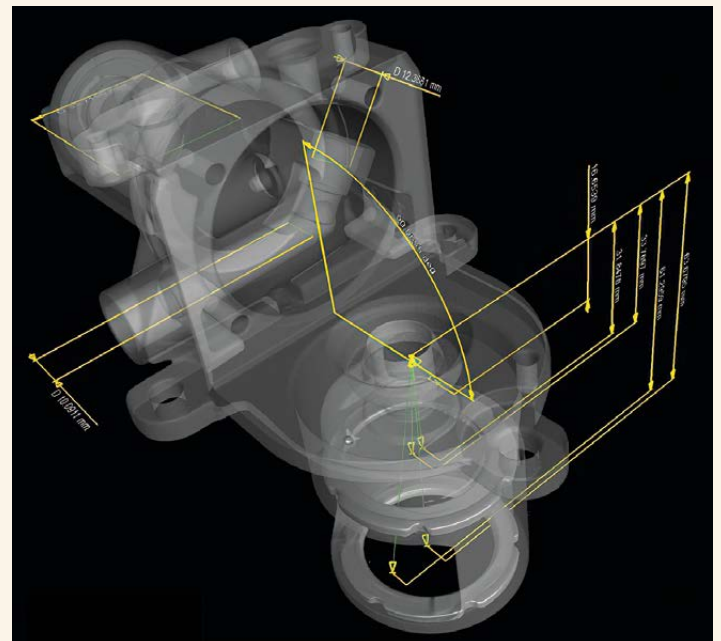
## Contrôles non destructifs

**R**ecours à la tomographie numérique à rayons X pour la métrologie dimensionnelle, le tolérancement et le dimensionnement géométrique.

Outre la recherche de discontinuités dans les matériaux, de nombreuses avancées en matière de tomographie numérique à rayons X ont permis de trouver des applications dans les domaines de la métrologie dimensionnelle, du tolérancement et du dimensionnement géométrique. Pour les zones peu ou pas accessibles au moyen d'outils conventionnels recourant au contact direct ou à l'optique, la tomographie numérique est même la seule alternative pour la réalisation de mesures dimensionnelles. Les possibilités offertes par cette technologie se sont d'autant plus fait nettement sentir avec la popularité grandissante de la fabrication additive de composant de formes complexes. Dans certaines

situations, la tomographie peut même complètement se substituer aux traditionnelles mesures de coordonnées, et peut donc servir à optimiser la conception et la fabrication des produits manufacturés. Cet article vise à décrire en détail les avantages de la tomographie numérique dans les domaines de la métrologie dimensionnelle, du tolérancement et du dimensionnement géométrique, en présentant les facteurs pouvant influencer la qualité de sa mise en œuvre, en expliquant la méthodologie à adopter pour analyser les données recueillies et enfin en fournissant un exemple d'application concret.

*Titre original : Use of X-ray computed tomography for dimen-*



Pour les zones peu ou pas accessibles au moyen d'outils conventionnels recourant au contact direct ou à l'optique, la tomographie numérique est généralement la seule alternative pour la réalisation de mesures dimensionnelles.

*sional metrology and geometric dimensioning and tolerancing*  
*Auteur(s) : ROTH D.*

*Source : Materials Evaluation, Vol. 80, n°5, mai 2022, pp. 20–28 (9 pages, en anglais)*

## Revue de presse

## Soudage par friction-malaxage

**Influence du profil du pion sur la microstructure et les caractéristiques mécaniques de soudures bout à bout réalisées par friction-malaxage sur alliage d'aluminium de blindage 5083.**

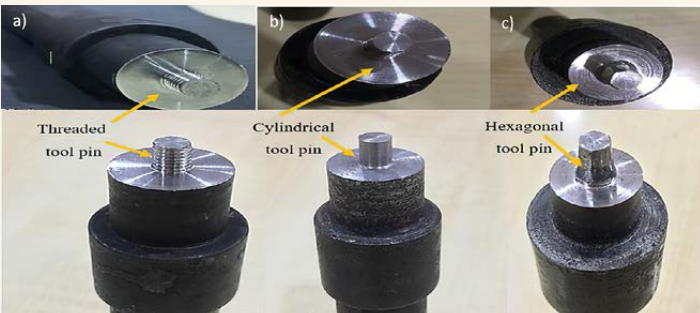
L'alliage d'aluminium 5083 est typiquement employé dans le secteur de la défense pour la fabrication de véhicules militaires légers ou la construction de la coque des navires. Il ne dispose malheureusement pas d'une très bonne soudabilité lorsqu'il est mis en œuvre avec les procédés conventionnel de soudage par fusion. Cette étude vise donc à évaluer sa soudabilité opératoire d'assemblages bout à bout réalisés au moyen du procédé de soudage par friction-malaxage, en prenant particulièrement en considération le profil du pion utilisé – hexagonal, cylindrique

ou fileté. Les soudures ont été effectuées avec une vitesse de rotation de 1 000 tr/min, une vitesse d'avance de 30 mm/min et un angle d'inclinaison de la tête de soudage de 0°. Les caractéristiques mécaniques et physiques des assemblages obtenus ont été évaluées et différentes méthodes employées pour analyser la morphologie des soudures. Le pion de type hexagonal a permis d'atteindre une résistance à la traction de 345 MPa, indiquant qu'il est le mieux à même d'assurer la qualité de l'assemblage évalué.

*Titre original : Influence of pin profile on microstructure and mechanical properties of armour grade AA5083 friction stir welding butt joints*

*Auteur(s) : SARAVANAKUMAR R. RAJASEKARAN T.*

*Source : Welding in the World, vol.66, n°5, 2022, pp. 907-921 (15 pages, en anglais)*



Les différents types de pions évalués : a) fileté, b) cylindrique et c) hexagonal.

## Industrie nucléaire

**Perspectives relatives aux défis à relever dans le secteur du nucléaire en matière de technologies de soudage.**

Cet article traite de trois sujets, qui, du point de vue de l'auteur, constituent des priorités en matière de développements dans le secteur du nucléaire : l'application du soudage par faisceau

d'électrons (ou du laser sous vide) à la fabrication d'équipements sous pression, l'optimisation de la composition chimique des produits d'apport utilisés lors de la réalisation de soudures multipasses, et la préfabrication de pièces de transition pour la réalisation d'assemblages constitués de matériaux dissemblables. Si ces différents sujets sont

## Soudage hybride

**Combiner soudage plasma et soudage MIG pour réduire les coûts.**

Le coût du soudage, comme celui de n'importe quel autre processus industriel, comprend le coût du travail, des matériaux et équipements, et des frais généraux. Typiquement, le soudage avec fil électrode-fusible d'un acier de quelques 6 mm d'épaisseur nécessitera un chanfreinage, lequel est particulièrement coûteux en termes de temps, de matériel, et même d'installations, avec la nécessité en plus de devoir être effectué dans des zones dédiées, adaptées aux émissions sonores et à d'autres aspects santé/sécurité au travail. Afin de garder la maîtrise de ses dépenses, il est conseillé de régulièrement remettre en cause le choix du procédé de soudage utilisé. Des procédés tels que le soudage sous laitier ou le soudage sous flux peuvent permettre de s'affranchir de chanfreins et être mis en œuvre sur bords droits ; ils nécessitent toutefois l'emploi de flux, qui eux aussi ont un coût, et entraînent du travail supplémentaire, puisqu'il conviendra presque toujours de retirer le laitier une fois l'assemblage réalisé. Les torches MIG/MAG avec électrodes en tandem ou autres systèmes bi-fils sont quant à eux capables d'accroître le taux de dépôt et sont plus aisément au-



Le système SuperMIG du fabricant de matériel de soudage américain Weldobot, permet de tirer avantageusement parti de l'hybridation du soudage plasma et du soudage avec fil-électrode fusible.

tomatisables ; ils peuvent néanmoins nécessiter une préparation des bords à souder ou le recours à des modes opératoires multipasses pour les fortes épaisseurs. Compte tenu de tous ces éléments, cet article passe en revue tous les avantages du soudage hybride plasma-MIG pour diverses applications.

*Titre original : Combining plasma and GMAW arcs to save costs*

*Auteur(s) : BAR I.*

*Source : Welding Journal, vol.101, n°6, juin 2022, pp. 26-28 (3 pages, en anglais)*

aux défis qui se posent pour parvenir à un futur décarboné.

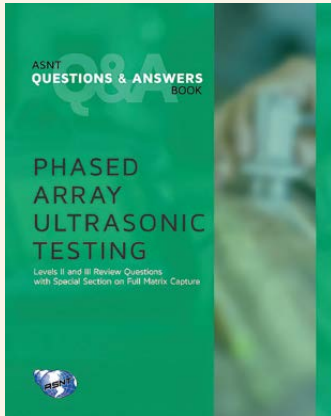
*Titre original : A perspective on welding technology challenges in the nuclear sector*

*Auteurs : FRANCIS J.A.*

*Source : Science and Technology of Welding and Joining, vol.27, n°4, 2022, pp.309-317 (9 pages, en anglais)*

## Phased Array Ultrasonic Testing (PAUT)

Cet ouvrage traite spécifiquement de deux variantes avancées du contrôle par ultrasons : les multiéléments et la méthode FMC (de l'anglais *Full Matrix Capture*, acquisition de la matrice complète).



Il constituera notamment une ressource précieuse pour les professionnels du contrôle par ultrasons qui souhaitent tester leurs connaissances de ces deux techniques, voire préparer un examen de spécialisation. Il contient environ 200 questions à choix multiple, couvrant l'ensemble des connaissances spécifiées dans le standard ANSI/ASNT CP-105-2020, subdivisées entre les connaissances requises pour les niveaux II et III, et celle spécifiques à la méthode FMC.

Éditeur : ASNT  
Collection : ASNT Questions & Answers Book  
ISBN : 978-1-57117-498-7  
Format : 32 pages  
Prix : 49,50 €

## ITSC 2022 - International Thermal Spray Conference & Exposition

Suite à l'annulation de cet événement en 2020 pour les raisons que l'on sait, cette édition 2022 a été l'occasion de permettre à son public de se retrouver face à face pour la première fois depuis 2017, à Vienne, en Autriche, du 4 au 6 mai derniers. Différents moments forts ont été organisés afin de satisfaire les attentes des participants, venus nombreux rechercher de nouvelles solutions de revêtement ou pour en savoir plus sur les possibilités concrètes offertes par les technologies de traitement de surface. En marge de la conférence, une exposition s'est tenue pour illustrer la polyvalence des différentes technologies et découvrir à quel point la projection thermique, notamment, peut offrir en flexibilité. Le "Forum industriel" est une autre caractéristique de cet événement, qui vise à réaliser des démonstrations pratiques sur des sujets, des produits et des solutions directement liés à l'industrie. Nouveauté de cette édition 2022 : une première session de la conférence, baptisée "Thermal Spray in a Nut Shell" dont l'objectif était de couvrir les différents procédés de projection thermique avec leurs principales applications et leur rôle majeur dans différents

secteurs de l'industrie. Une autre session a été consacrée à la fabrication additive, domaine dans lequel les technologies de projection thermique peuvent clairement trouver leur juste place. Enfin, la traditionnelle, mais non moins passionnante, session des "jeunes professionnels" a été évidemment reconduite pour conclure le premier jour de la manifestation.



Collection : DVS-Berichte (DVS-Berichte Band 380)  
ISBN : 978-3-96144-180-8 (Format papier) 978-3-96144-181-5 (e-book)  
Format : 21x29,7 cm, 1040 pages  
Prix : 186 € (format papier ou e-book), 279 € (Bundle)

## Roboter 2022 - Roboterschweißen : Moderne Lösungen für wirtschaftliche und krisensichere Fertigung

Depuis la dernière édition de conférence qui s'était tenue en février 2020, le monde a radicalement changé. Presque partout, la pandémie et le contexte géopolitique mondial ont gravement affecté la production et interrompu – ou du moins rendu bien plus difficiles – les chaînes d'approvisionnement. Les mesures prises en très peu de temps ont fondamentalement changé la vision de la fabrication, de la chaîne d'approvisionnement et des relations entre clients et fournisseurs, de manière certainement irréversible. En Allemagne, l'industrie a une fois de plus dû prendre conscience de ses atouts pour réagir de manière innovante, flexible et décisive à l'évolution du contexte. La numérisation a progressé dans tous les domaines de l'entreprise, les processus commerciaux ont été encore optimisés, la production a été rendue plus résistante aux crises et la fidélité des clients a été renforcée. Le DVS (association allemande du soudage et des techniques connexes) s'est attaché à prendre en compte cette situation



au moment d'organiser cette nouvelle édition, intitulée "Soudage robotisé - Solutions modernes pour une production économique et à l'épreuve des crises". Les points suivants constituent les principaux thèmes retenus :

- numérisation et robotisation ;
- fabrication et gestion de crises ;
- efficacité et fiabilité des processus ;
- concepts modernes de production et d'exploitation d'équipements ;
- besoins en matière de personnel qualifié et spécialisé.

Éditeur : DVS Media  
Collection : DVS-Berichte (DVS-Berichte (Band 376))  
ISBN : 978-3-96144-168-6 (format papier) 978-3-96144-169-3 (e-book)  
Format : 21 x 29,7 cm, 134 pages  
Prix : 130 € (format papier ou e-book), 195 € (bundle)

## Les accidents de réacteurs nucléaires (2<sup>e</sup> édition)

Les accidents de réacteurs nucléaires sont-ils le prix à payer par notre société pour disposer d'une énergie abondante ? Cet ouvrage présente de façon didactique et accessible au non-spécialiste, les éléments techniques et historiques permettant de comprendre les véritables risques et les conséquences d'un accident nucléaire. Ce livre développe une analyse, faite par un expert du domaine, des accidents de réacteurs qui ont émaillé l'Histoire du Nucléaire depuis ses origines en 1942 jusqu'à nos jours. De nombreux accidents, célèbres ou inconnus, sont replacés dans leur contexte, et permettent au lecteur de se faire une opinion éclairée. Dans un contexte de crise énergétique des énergies fossiles et d'un réchauffement climatique global dont les conséquences

sur l'Homme et la Nature risquent d'être cataclysmiques, il est important de réfléchir sur la part du nucléaire dans la production d'énergie du futur. Quel que soit le point de vue initial du lecteur, la lecture de ce livre permettra de maîtriser la peur du nucléaire, sans en sous-estimer les risques.

Auteurs : MARGUET S.  
Éditeur : Lavoisier  
Collection : Tech & Doc  
ISBN : 978-2-74302-634-9  
Format : 15,5 x 24 cm, 360 pages  
Prix : 59,00 €



## Étude

# Évaluation de dépôts de rechargement dur contenant des carbures de tungstène (partie 1)

**LES AUTEURS :** Fabrice Scandella,  
Institut de Soudure ;  
Laurent Jubin, Cetim

## 1 INTRODUCTION

Les rechargements durs contenant une fraction volumique élevée de carbures de tungstène (~ 50 à 70 % vol. de WC) font partie des matériaux les plus performants pour protéger les pièces soumises à l'usure par abrasion. De nombreuses technologies sont utilisées pour recharger ou revêtir les pièces, étant donné que plusieurs types de carbures de tungstène sont disponibles pour l'élaboration des différents produits d'apport et que l'opération de rechargement elle-même fait appel à divers procédés.

- Les carbures de tungstène sont soit des produits fondus (dont la méthode de fabrication dépend du fournisseur), angulaires ou sphériques et avec des granulométries très diverses ou des produits frittés.
- Les produits d'apport disponibles sur le marché sont : les « *crunchy bars* », les baguettes tubulaires, les électrodes tubulaires, les fils fourrés, les cordons souples ou encore des poudres
- Les procédés utilisés pour obtenir des dépôts contenant des carbures de tungstène sont : le rechargement au chalumeau oxyacétylénique et les procédés de rechargement MIG, PTA et laser-poudre

Une étude menée conjointement entre l'Institut de Soudure et le Cetim en 2004 a eu pour but d'obtenir des données qualitatives et quantitatives de divers dépôts obtenus avec des produits de rechargement contenant des carbures de tungstène disponibles sur le marché. Les travaux entrepris concernent l'évaluation de la microstructure, la dureté et la résistance à l'abrasion à trois corps des dépôts, qui ont été réalisés par deux sociétés produisant et mettant en œuvre ce type de consommable de rechargement.

## 2 GÉNÉRALITÉS

### 2.1 Caractéristiques des dépôts

Les rechargements à base de carbures de tungstène sont, dans la large majorité des cas, des matériaux composites à matrice métallique, ce qui les distingue des rechargements durs classiques. La différence est due au fait que les carbures de tungstène, qui sont le constituant principal des différents types de produits d'apport commercialisés, sont préservés autant que possible durant la mise en œuvre pour maintenir leur dureté. En effet, avec les produits de rechargement "classiques" (tels que les fontes au chrome hypereutectiques), les carbures se forment lors de la solidification du bain. Cependant, étant donné la densité très élevée du tungstène, les carbures de tungstène ont tendance à ségréger à la base des cordons (cf. Figure 1), ce qui constitue l'une des caractéristiques de ce type de rechargement dur. Cet effet est plus ou moins marqué suivant le procédé de rechargement.

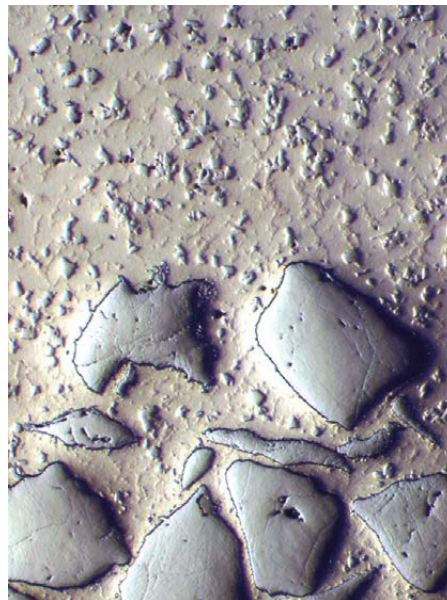


Figure 1 : Micrographie montrant le phénomène de ségrégation de carbures de tungstène au fond du bain.

Comme le montre le **Tableau 1**, la densité des carbures de tungstène est très élevée,

Type de carbure	Micro-dureté, HV	Densité	Température de fusion, °C
W <sub>2</sub> C	1450	17,2	2800
WC	2100	15,8	2790
Mo <sub>2</sub> C	1480	9,1	2410
NbC	2400	7,8	3480
Cr <sub>7</sub> C <sub>3</sub>	1600	6,9	1665
TiC	3200	4,9	3140

Tableau 1 : Propriétés de divers carbures purs. Note : les rechargements durs contiennent de nombreux éléments d'alliage et lorsque les carbures se forment dans le bain, ces éléments entrent en solution dans les carbures et modifient par conséquent leurs propriétés.

de l'ordre de 16 à 17 pour WC et W<sub>2</sub>C (respectivement), contre 7,8 pour NbC ou encore 4,9 pour TiC. Bien qu'il soit possible de réduire cet effet en choisissant certains couples de produits d'apport / procédé et des paramètres de rechargement adaptés, la partie supérieure des dépôts est invariablement appauvrie en carbures. De manière générale, pour un revêtement contenant des carbures de tungstène, la perte d'épaisseur en service est par conséquent relativement importante initialement avant de se stabiliser.

### 2.2 Les carbures de tungstène

Plusieurs types de carbures de tungstène entrent dans la fabrication des produits de rechargement. La microstructure et les propriétés des grains de carbure dépendent essentiellement de leur composition chimique et du processus de fabrication.

Le terme "carbure de tungstène" est souvent utilisé pour désigner le matériau constituant les plaquettes utilisées en tournage et fraisage. Dans ce cas, il s'agit d'un produit issu de la métallurgie des poudres, constitué en grande partie de carbures de tungstène dans une matrice base cobalt. Certains produits d'apport utilisés en rechargement contiennent parfois aussi des produits déjà élaborés à partir de carbures de tungstène : on peut notamment citer des fragments d'outils de coupe broyés que l'on peut insérer dans un fil fourré. Un bon point de départ est de considérer les phases

du diagramme d'équilibre tungstène - carbone.

### 2.3 Le diagramme de phases W-C

Les phases d'équilibre du système W-C ont été très difficiles à déterminer puisque plusieurs phases ne sont stables qu'à de très hautes températures. La Figure 2 montre la partie enrichie en tungstène du diagramme W-C généralement retenu. Trois stœchiométries de carbure de tungstène ont été identifiées :

- Le monocarbure WC ( $\delta$ ), qui possède une structure hexagonale simple et ne présente presque aucune solubilité jusqu'à environ 2 384 °C. Il s'agit du seul type de carbure de tungstène stable à température ambiante ;
- L'hémicarbure  $W_2C$ , qui existe sous 3 formes ( $\beta$ ,  $\beta'$  et  $\beta''$ ) selon l'arrangement du carbone et qui possède un domaine de solubilité relativement large (de 25,5 à 34 % at. C à 2 715 °C) ;
- Le carbure  $WC_{1-x}$  ( $\gamma$ ), qui a une structure cubique à faces centrées. Étant donné que cette phase subit une décomposition eutectoïde à environ 2 535 °C, elle ne peut être préservée

à température ambiante qu'avec des vitesses de refroidissement extrêmement élevées.

### 2.4 La fabrication des carbures de tungstène

Les premiers carbures de tungstène ont été élaborés en 1893 par Henri Moissan par fusion d'un mélange de poudres de tungstène et de carbone dans un creuset en graphite. Malgré la fragilité des carbures obtenus par cette méthode, les premières applications industrielles du carbure fondu apparurent au début des années 1900, notamment avec la fabrication de filières d'étrépage. Les travaux qui ont suivi ont consisté essentiellement en la fabrication de carbures de tungstène en phase solide, par exemple en portant des mélanges de poudre de tungstène et de carbone à 1 700 °C sous hydrogène.

#### 2.4.1 Les produits frittés

La fragilité et la présence de défauts de compacité dans les premiers carbures fondus ont conduit au développement des produits frittés. Les premiers carbures frittés sont apparus en 1914. Ces produits étaient composés de poudre de carbure

de tungstène ou de molybdène, ou d'un mélange des deux, et étaient ensuite comprimées et portées à une température tout juste inférieure à la température de fusion de WC. Les résultats ont cependant été peu concluants, puisque ces carbures frittés étaient inutilisables dans des applications industrielles.

Des travaux menés dans les années 1920 ont permis l'élaboration des produits frittés cimentés (avec notamment l'utilisation du cobalt comme liant), lesquels ont révolutionné l'industrie mécanique en 1927. Du fait de la présence du cobalt, ces matériaux composites ne sont cependant plus, à proprement parler, du carbure de tungstène. Les performances des plaquettes de carbure utilisées pour le tournage et le fraisage ont d'abord été améliorées en rajoutant d'autres carbures (TiC, TaC, VC,  $Mo_2C$ , NbC, etc.) lors de la fabrication de ces produits frittés, puis en rajoutant une fine couche de protection dans les années 1970.

#### 2.4.2 Les produits fondus

Des travaux menés sur les carbures de tungstène dans les années 1970 ont montré qu'il est possible d'obtenir des duretés de l'ordre de 1 450 HV pour la phase  $\beta$  ( $W_2C$ ) et 2 085 HV pour  $\delta$  (WC). Parallèlement au développement massif des produits frittés, des avancées technologiques importantes ont permis de mettre au point de nouvelles méthodes de fabrication de produits fondus. La possibilité de contrôler de façon précise les proportions de carbone et de tungstène, ainsi que des vitesses de refroidissement élevées permettent, depuis environ 35 ans, l'obtention de carbures de tungstène dont la structure métastable est extrêmement dure (de l'ordre de 3 000 HV). Ces types de carbures présentent un intérêt particulier dans les applications de revêtement destinées à combattre l'usure par abrasion.

### 2.5 Les procédés de mise en œuvre

Cette section passe en revue les caractéristiques des divers procédés utilisés pour réaliser des revêtements à base de carbures de tungstène.

#### 2.5.1 Rechargement à l'électrode enrobée

Un équipement identique à celui utilisé pour réaliser des assemblages avec le procédé de soudage à l'électrode enrobée permet d'obtenir des dépôts durs contenant des carbures de tungstène. La différence

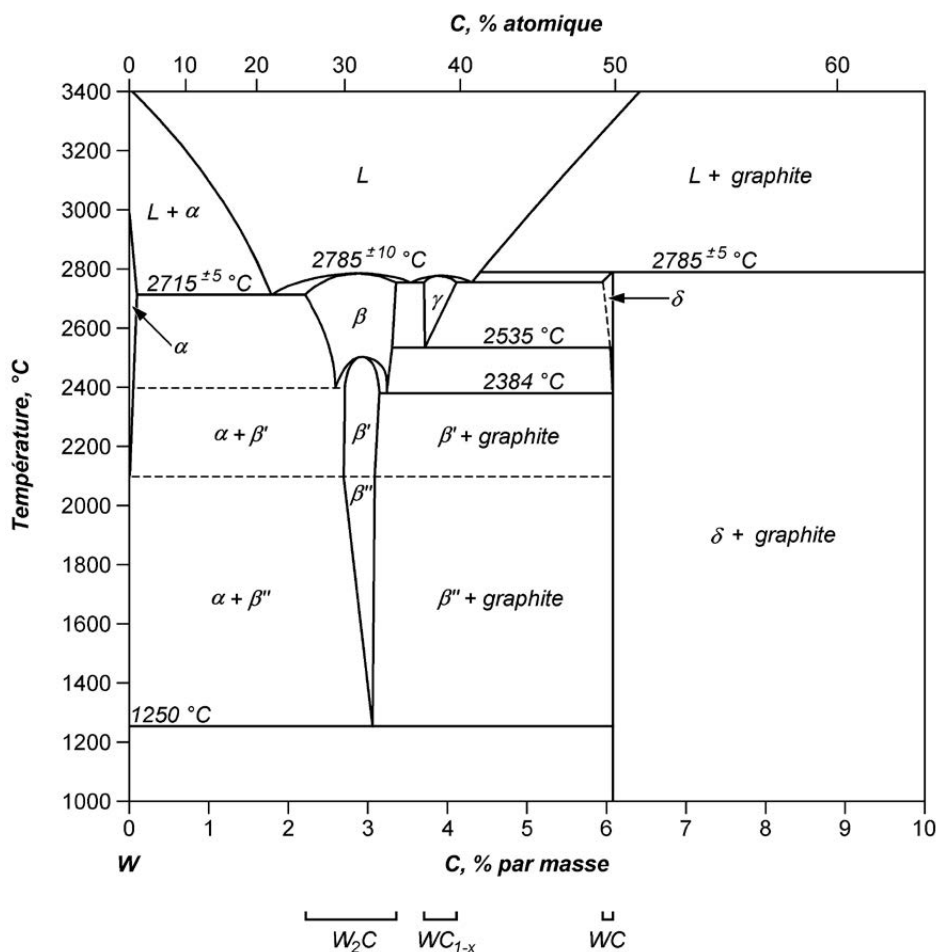


Figure 2 : Portion du diagramme de phases binaire tungstène - carbone et limites de solubilité du carbone à hautes températures pour les phases  $W_2C$ ,  $WC_{1-x}$  et WC.

réside uniquement dans le type d'électrode, celles destinées au rechargement avec des carbures de tungstène sont des électrodes enrobées tubulaires. Les carbures de tungstène sont en effet contenus dans une âme métallique revêtue de flux aggloméré. Parmi les avantages de ce procédé, on peut citer son faible coût et son intérêt pour réaliser du rechargement sur site.

### 2.5.2 Procédé laser-poudre

L'énergie du faisceau est mise à profit pour fondre un alliage d'apport (généralement de la poudre, mais on peut aussi utiliser un ou deux fils) en limitant la dilution avec le substrat. La densité d'énergie requise pour l'opération doit être supérieure à 20 kW/cm<sup>2</sup> ; les sources utilisées sont généralement de type diodes de puissance générant un faisceau de plusieurs kW. Le coût d'investissement dans un équipement de rechargement laser est très important, mais les dépôts obtenus sont de très grande qualité et parmi les plus performants en service. L'alliage d'apport peut soit être déposé sur la pièce avant le passage du faisceau, soit être apporté durant l'opération de rechargement, sous la forme d'un mélange de poudres ou d'un fil fourré. Une partie de l'énergie du faisceau est utilisée pour fondre superficiellement la pièce, ce qui garantit la continuité métallurgique. Le rechargement laser est avant tout destiné à réaliser des dépôts fins, une couche représentant entre 0,3 et quelques millimètres d'épaisseur.

### 2.5.3 Procédé MIG

Étant donné la nature des dépôts considérés, le rechargement MIG ne s'opère en pratique qu'avec des fils fourrés, l'autre option étant de faire « tomber » par gravité des carbures de tungstène dans un bain produit par la fusion d'un fil massif. En fonction des dimensions et de la géométrie des pièces à recharger ou encore de la cadence, l'opération de rechargement est réalisée de façon manuelle ou par un équipement automatisé, voire robotisé. L'investissement matériel reste modéré. La contrainte principale liée à l'utilisation de ce procédé est de limiter l'apport d'énergie afin de préserver les carbures de tungstène. Comme pour l'électrode enrobée, l'avantage du MIG est que l'opération de rechargement peut aisément être réalisée sur site.

### 2.5.4 Procédé PTA

Le procédé de rechargement PTA (plasma à arc transféré) est une variante du procédé de soudage plasma. En comparaison avec les autres procédés de rechargement, le PTA offre à la fois un taux de dépôt relativement élevé et une faible dilution ; les dépôts sont de grande qualité. Généralement, le rechargement PTA est réalisé à l'aide de machines automatiques ou d'un robot, mais il est également possible d'utiliser une torche manuelle.

### 2.5.5 Procédé d'infiltration

L'infiltration est une technologie de revêtement basée sur la fonderie. Le principe est de réaliser un moule à partir d'une préforme. La pièce à revêtir est ensuite placée dans l'empreinte du moule telle un insert, puis un mélange constitué de métal à l'état liquide et de carbures de tungstène est moulé autour de la pièce. Le résultat obtenu avec cette technique est une pièce d'usure constituée d'un corps (généralement en acier) revêtu d'un matériau composite à base de carbures de

tungstène. Parmi les avantages du procédé d'infiltration, on peut citer la possibilité d'avoir jusqu'à 70 % par masse de carbures de tungstène dans le revêtement et l'obtention de de forme complexe.

### 2.5.6 Brasage fort

Le brasage fort (réalisé à des températures supérieures à 450 °C) est utilisé pour revêtir des pièces soumises à l'abrasion. On peut distinguer deux applications bien distinctes : le rechargement avec les cordons souples (une sorte d'électrode enrobée souple de grande longueur, conditionnée en bobines) et le revêtement de pièces avec des plaquettes en carbures de tungstène frittés, dans quel cas un flux décapant et un alliage d'apport sont utilisés. La seconde application n'est pas en tant que tel une technologie de rechargement, mais une alternative. Le moyen de chauffage le plus adapté pour ces deux applications est le chalumeau. Le chauffage par induction est cependant envisageable pour le revêtement avec des plaquettes.

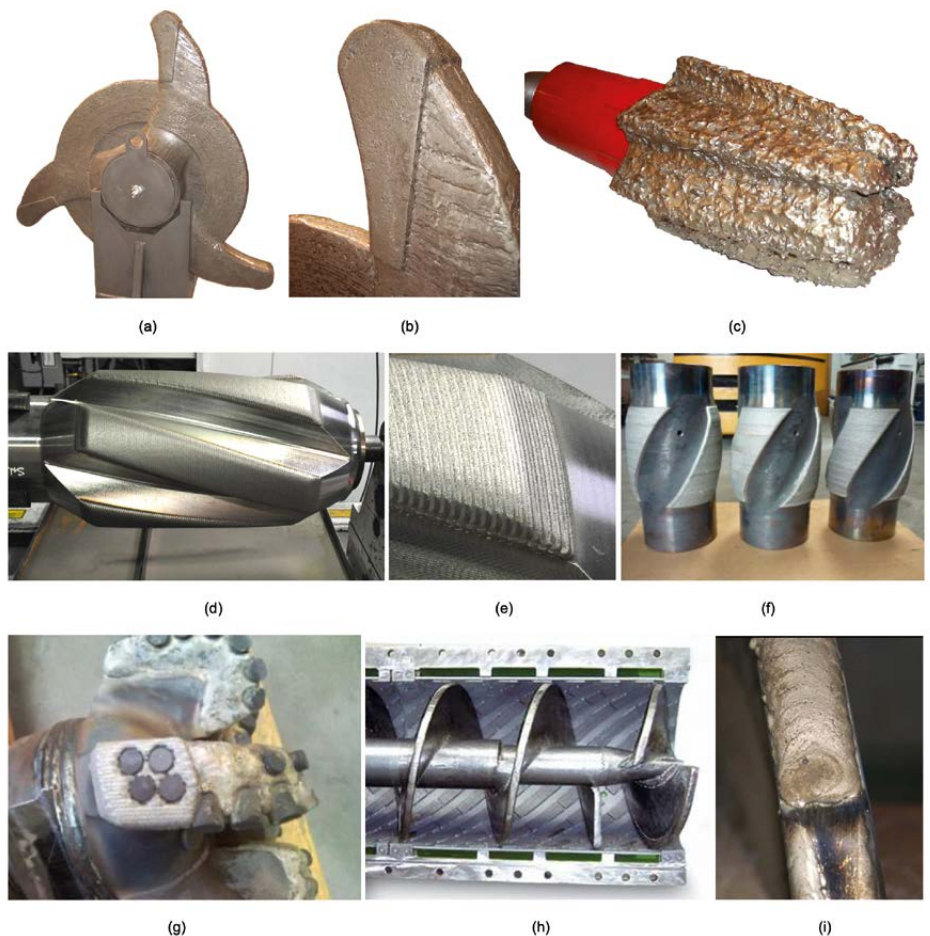


Figure 3 : Exemples d'application de rechargement / revêtement avec des produits à base de carbures de tungstène : (a, b) étoile de broyeur d'aggloméré, doc. Durum ; (c) trépan de forage, doc. Castolin Eutectic et (d, e) stabilisateur de forage, doc. Technogenia ; (f, g) jupes et trépan de forage, doc. LaserCo DT ; (h, i) vis d'extrusion (industrie briquetière), doc. Welding Alloys.

## 2.6 Les applications

Les applications industrielles des rechargements durs à base de carbures de tungstène sont très nombreuses. Voici quelques exemples par secteur :

- industrie pétrolière : stabilisateurs et trépan de forage, paliers intérieurs et arbres de moteur de fond ;
- industrie céramique : malaxeur d'alumine, plaques de broyeur, filières de forme, vis, doigts et dents de malaxeurs, pièces d'aérateur pour carbone, pales de ventilateur, racleurs de cylindre de laminoir, brise-mottes, chemises de mouleuses, dents de godets ;
- fonderie : racleurs de mélangeurs de sable, fraises de bol de coulée ;
- secteur minier : matériel d'extraction (dents de godets de roue-pelle) et de traitement du minerai (cribles, trémies, vis d'alimentation et de transport) ;
- agroalimentaire : appareils d'extrusion, de granulation, de broyage, de convoyage ;
- papeterie : protection des rotors d'hydro-pulpeurs, manchons d'arbre de pompe, vis de compactage, couteaux d'écorçage ;
- sidérurgie : racleurs de cylindres de laminoir, pales de ventilateur, galets, éléments de guidage de dresseuse, mors d'étirage.

Quelques applications sont illustrées dans la Figure 3.

## 3 TRAVAUX EXPÉRIMENTAUX

### 3.1 Réalisation de dépôts durs

Les dépôts durs ont été réalisés par les sociétés participant au projet suivant des procédures de rechargement bien établies. Les seules exigences du cahier des charges étaient que ces dépôts soient réalisés sur des substrats en acier de construction S235 d'épaisseur 10 mm (pour permettre le prélèvement des diverses éprouvettes nécessaires à l'investigation) et que la couche rechargée ait une épaisseur de 2 à 4 mm. En tout, 16 dépôts de dimensions 100 × 100 mm tel que celui montré dans la Figure 4 ont été réceptionnés.

Les dépôts durs ont été réalisés avec une large gamme de produits d'apport et différents procédés de rechargement, représentatifs des solutions de rechargement



Figure 4 : Exemple de dépôt dur à base de carbures de tungstène (dimensions 100 x 100 mm). Procédé : PTA.

typiquement rencontrées dans des cas industriels faisant appel à des produits à base de carbures de tungstène :

- Produits d'apport : mélange de poudres, cordon souple, baguette tubulaire, électrode tubulaire enrobée, fil fourré
- Procédés : laser, chalumeau, MIG, PTA, électrode enrobée, infiltration.

Selon les problèmes d'usure rencontrés dans des cas réels et leurs solutions technologiques, les dépôts ont été réalisés à la fois avec différents types de carbures de tungstène et plusieurs types de matrices. Les détails relatifs aux 16 types de dépôts durs sélectionnés pour l'investigation sont donnés dans le Tableau 2.

Repère	Produit d'apport	Procédé	Carbures			Base de la matrice
			Type	Morphologie	Teneur	
A	Poudre	Laser	Fondus	Sphérique (pulvérisés)	60 %	Ni
B	Poudre	Laser	Fondus	Sphérique (pulvérisés)	70 %	Ni
C	Cordon souple	Chalumeau	Fondus concassés	Angulaire	62 %	Ni
D	Cordon souple	Chalumeau	Fondus pulvérisés	Sphérique	62 %	Ni
E	Poudre	Infiltration	Fondus	Sphérique (pulvérisés)	55 %	Cu-Mn
H	Fil fourré	MIG	Fondus pulvérisés	Sphérique	60 %	Ni
K	Fil fourré	MIG	Frittés	Angulaire	60 %	Fe
L	Fil fourré	MIG	Fondus	Angulaire	60 %	Fe
M	Fil fourré	MIG	Fondus	Angulaire	60 %	Ni
P	Baguette tubulaire	Chalumeau	Fondus	Angulaire	60 %	Fe
R	Électrode tubulaire enrobée	EE	Fondus	Angulaire	60 %	Ni
S	Fil fourré	MIG	Fondus	Sphérique (sphéroïdisés)	60 %	Ni
T	Poudre	PTA	Fondus	Sphérique (sphéroïdisés)	60 %	Ni
U	Poudre	PTA	Fondus	Angulaire	60 %	Ni
V	Poudre	PTA	Fondus	Sphérique (pulvérisés)	60 %	Ni
W	Fil fourré	MIG	Fondus	Angulaire	60 %	Ni

Tableau 2 : Données relatives aux 16 dépôts durs approvisionnés. Note : les deux types de carbures fondus sphériques (pulvérisés ou sphéroïdisés) font référence à deux méthodes distinctes de fabrication.

### 3.2 Préparation des dépôts, échantillons et éprouvettes

Comme cela a été mentionné dans la section 2.1, les dépôts à base de carbures de tungstène présentent inévitablement une certaine hétérogénéité microstructurale dans leur épaisseur due à la ségrégation des carbures au bas du dépôt. Il a par conséquent été jugé approprié d'éliminer par rectification environ 1 mm de la surface de chaque dépôt afin d'obtenir des propriétés de résistance à l'usure plus représentatives de chaque matériau, cf. Figure 5(a). Le plan de prélèvement des éprouvettes est donné dans la Figure 5(b).

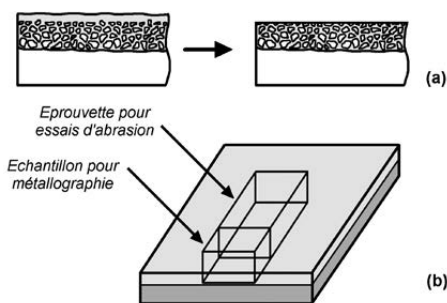


Figure 5 : (a) Représentation schématique de l'opération de rectification des dépôts ; (b) prélèvement d'un échantillon métallographique (25 x 10 x 12 mm) et de l'éprouvette d'essai ASTM G65 (45 x 25 x 10 mm).

Toutes les éprouvettes ont été prélevées par électroérosion au fil et à l'écart des extrémités des dépôts rechargés afin de garantir que les propriétés du matériau de rechargement ne soient pas altérées.

### 3.3 Examens micro- et macrographiques

Un examen de la section des dépôts a été réalisé à faible grossissement au microscope binoculaire afin d'apprécier l'homogénéité de la structure (notamment la distribution de carbures de grande taille, qui n'ont pas été refondus lors de l'opération de rechargement) et de relever la présence de défauts tels que des fissures ou de la porosité. Des micrographies représentatives de la microstructure ont ensuite été réalisées perpendiculairement à la surface des dépôts à des grossissements de 50 x et 200 x.

### 3.4 Essais de dureté et de microdureté

La taille relativement importante des grains de carbure de tungstène présents dans les dépôts a naturellement conduit au choix de l'essai de dureté Rockwell C pour tenter de mesurer la dureté

« globale » des dépôts. Des essais de microdureté ont été menés avec une charge de 500 g aussi bien pour les mesures dans la matrice des dépôts que sur les carbures.

### 3.5 Essais d'abrasion ASTM G65

#### 3.5.1 Essais ASTM G65 : généralités

Bien qu'aucun essai d'abrasion ne soit universel, l'essai d'abrasion ASTM G65 est devenu une référence internationale pour l'évaluation de la tenue à l'abrasion à trois corps de rechargements durs. Cet essai permet de classer des matériaux suivant leur résistance à l'abrasion avec des conditions bien précises. Les résultats sont généralement exprimés en termes de perte de volume (ce qu'impose la norme), mais cela nécessite une mesure de la densité des matériaux. Avec ses 5 procédures d'essai, la norme ASTM G65 permet de classer la tenue à l'abrasion d'une large gamme de matériaux, y compris la plupart des rechargements durs. La procédure A, qui est la plus sévère, est destinée à classer les matériaux de résistance moyenne à extrême à l'abrasion.

Il faut cependant noter que l'essai ASTM G65 ne permet en aucun cas d'anticiper la tenue réelle en service de dépôts. En effet, les propriétés des abrasifs (granulométrie, dureté, morphologie...) ainsi que la présence d'autres mécanismes favorisant la dégradation tels que les chocs, la corrosion, des températures élevées, etc. contribuent à la dégradation de dépôts durs en service. Néanmoins, l'expérience montre que l'essai ASTM G65 donne une bonne indication de la performance des rechargements durs. De façon très sommaire, la procédure d'essai est la suivante :

- Nettoyage de l'éprouvette à l'acétone, suivi du séchage
- Mesure de la masse de chaque éprouvette avec une balance de sensibilité 500 µg
- Mise en place de l'éprouvette dans la machine d'essai (cf. Figure 6), suivi de l'essai d'abrasion dans des conditions bien définies
- Mesure de la masse de chaque éprouvette après l'essai, la perte de masse étant par la suite converti en perte de volume

L'expérience montre que de la mesure de la résistance à l'abrasion de dépôts composites contenant des carbures de

tungstène avec cet essai est rendu extrêmement difficile voire impossible du fait de la microstructure des dépôts. En effet, la combinaison d'une fraction volumique élevée de carbures de tungstène de "grande taille" très durs et d'une matrice, en comparaison relativement souple, a tendance à endommager rapidement la roue en chlorobutyle par un mécanisme de gougeage.

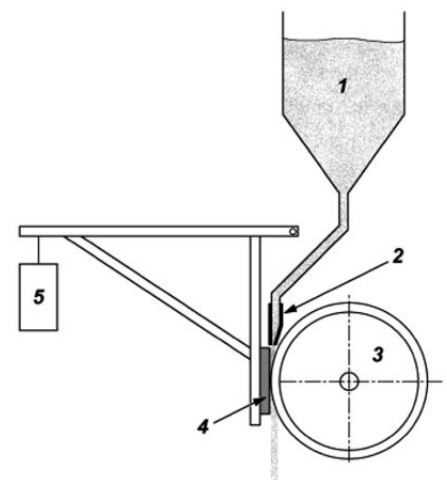


Figure 6 : Représentation schématique d'un banc d'essai ASTM G65, avec : 1 trémie contenant l'abrasif ; 2 buse ; 3 roue revêtue de chlorobutyle ; 4 échantillon ; 5 masse.

#### 3.5.2 Essais d'abrasion menés avec une roue normalisée (série d'essais n°1)

L'essai ASTM G65 peut être utilisé pour évaluer des dépôts composites à condition d'adapter les conditions d'essai. Une première modification a consisté à changer de type d'abrasif. Le sable normalisé, qui est de la silice (AFS 50/70), a été remplacé par l'alumine ayant une granulométrie équivalente, mais dont les grains sont angulaires (cf. Figure 7). Des essais d'abrasion antérieurs menés sur des dépôts de type fonte au chrome hypereulectique (60 HRC) montrent que la perte de masse est environ 20 fois supérieure en utilisant l'alumine plutôt que la silice comme abrasif.

Étant donné la résistance extrême à l'abrasion que peuvent présenter les dépôts contenant des carbures de tungstène, il est souvent impossible de mener les essais ASTM G65 à terme (6 000 tours de roue) étant donné que le bandage de la roue (chlorobutyle) se désagrège rapidement. Il est cependant possible de réaliser des essais allant jusqu'à 1 000 ou 2 000 tours de roue, ce qui malheureusement réduit la perte de masse mesurée.

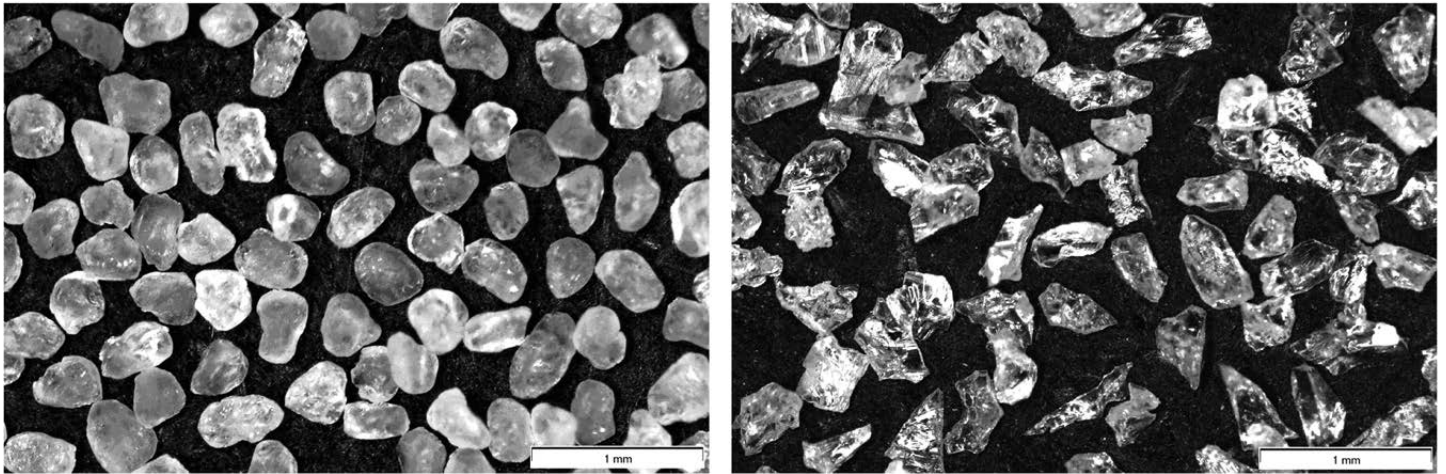


Figure 7 : Photographies de deux abrasifs : à gauche,  $\text{SiO}_2$  de forme arrondie (sable standard AFS 50/70) et à droite  $\text{Al}_2\text{O}_3$  de forme angulaire.

Le choix de l'alumine semblait par conséquent judicieux. Une comparaison entre des paramètres d'essai standards et ceux utilisés dans cette première série d'essais est donnée dans le Tableau 3.

### 3.5.3 Essais d'abrasion menés avec une roue non normalisée (série d'essais n°2)

Une seconde approche pour réaliser des essais d'abrasion sur des dépôts composites consiste à remplacer la roue normalisée par une autre en acier (par exemple un acier rapide). Des roues en X160 CrMoV 12-1 (AISI D2) à l'état trempé (dureté 60 HRC) ont été approvisionnées, cf. Figure 8.

Des mesures de pertes de masse ont été menées initialement en gardant les paramètres d'essai de la série 1 donnés dans le Tableau 3 (à l'exception du type de roue), ce qui représente un essai très sévère.

Des essais complémentaires ont ensuite été réalisés en réduisant consécutivement la durée de l'essai (de 30 minutes à 5 minutes, c.-à-d. de 6 000 à 1 000 tours de roue), puis la force appliquée (de 130 N à 30 N) et finalement en réduisant la dureté de la roue par traitement thermique (de 60 HRC à 40 HRC). Ces variantes ont pour but de réduire la sévérité de l'essai d'abrasion. En effet, comme il en sera fait mention plus loin, aussi étonnant que cela puisse paraître, un essai d'abrasion trop sévère ne permet pas de discerner la performance des divers matériaux testés, tous s'usant quasiment de la même manière.

La suite de cet article dans notre prochain numéro.

Paramètres d'essai	Essai normalisé ASTM G65-00 procédure A	Essai non normalisé Série d'essais n°1
Force appliquée, N	130	130
Type de roue	Roue revêtue de chlorobutyle (normalisée)	Roue revêtue de chlorobutyle (normalisée)
Nombre de rotations de la roue	6000	1000
Type et morphologie de l'abrasif	$\text{SiO}_2$ arrondi (sable AFS 50/70 normalisé)	$\text{Al}_2\text{O}_3$ angulaire (pureté : 99,8 % d'alumine)
Granulométrie de l'abrasif, $\mu\text{m}$	212 à 300	212 à 300
Débit de l'abrasif, g/min	Entre 300 et 400	Mesuré : 265

Tableau 3 : Paramètres utilisés pour des essais d'abrasion. Note : pour une buse de dimensions données, le débit d'alumine est plus faible du fait de la forme des grains, mais il reste suffisant pour réaliser l'essai dans de bonnes conditions.

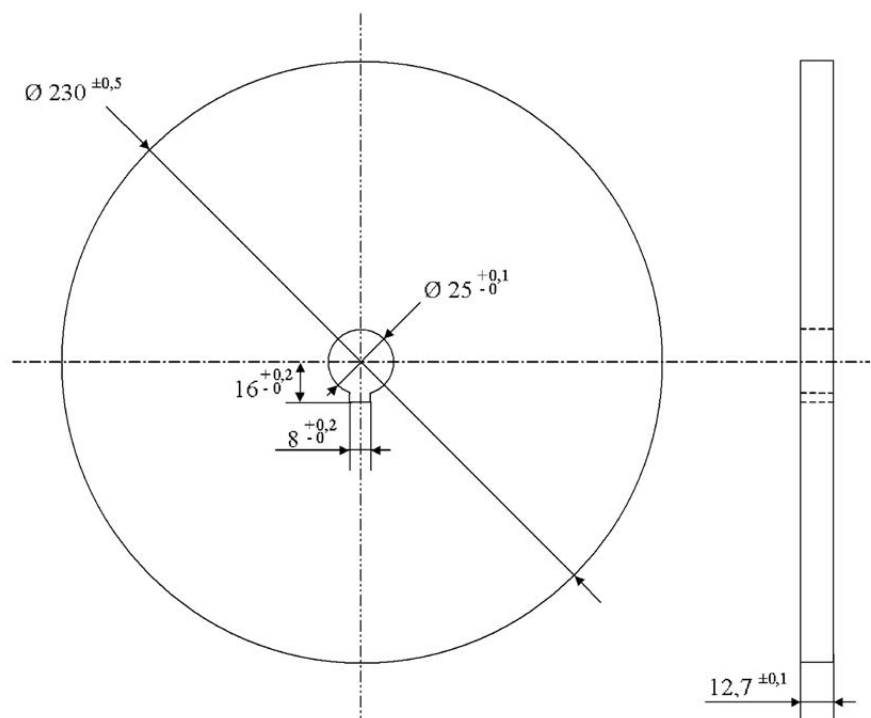


Figure 8 : Dimensions des roues en acier rapide X160 CrMoV 12-1.

Soudage et Techniques connexes (septembre-octobre 1956)

# Énergie : indispensable soudage

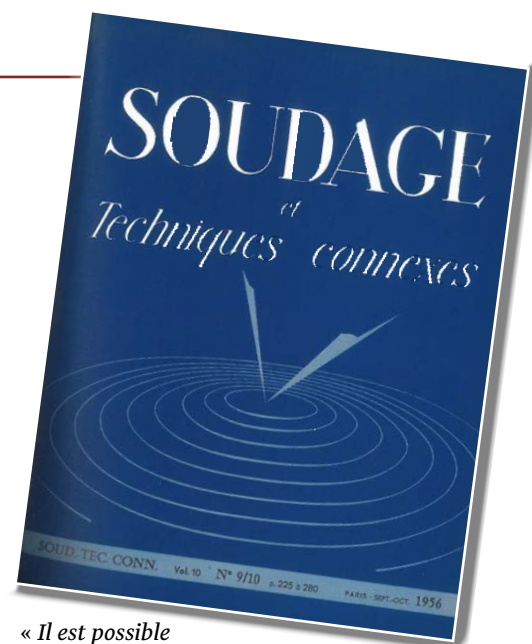
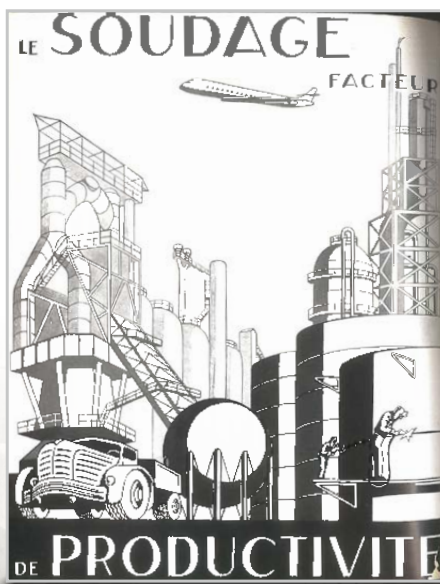
Le développement, depuis les années 1930, des fabrications métalliques est lié à la qualité et à la facilité d'exécution des ensembles métalliques soudés. Le soudage industriel a profité de sources suffisantes d'énergie électrique et de matières premières nobles (oxygène, acétylène, puis argon). L'auteur s'attache, en presque quarante pages, à présenter des exemples de « fabrications modernes ». Considérons le seul secteur de l'énergie.

La productivité de l'industrie française exige que l'énergie hydraulique et thermique (la première étant alors prépondérante) soit produite et transportée sur de grandes distances, à grand renfort de création d'appareils de transformation et de sectionnement. Le soudage est utilisé pour la construction des cuves soudées étanches contenant le diélectrique. Le soudage électrique, pour rabouter les brins des câbles de transport d'énergie. Quant au soudobrasage ou au brasage, il économise le cuivre dans les conducteurs, contacteurs et disjoncteurs. La canalisation soudée, étanche, chargée d'azote sec sous pression, protège les conducteurs des câbles souterrains à très haute tension. La réparation par rechargement des turbines hydrauliques devient rentable avec des matériaux parfaitement soudables.

Depuis l'après-guerre, tous les équipements thermiques de transformation de la houille sont soudés avec des installa-

tions devenues hypercritiques (vapeur à 350 kg et resurchauffe à 650 °C), ce qui impose des aciers austénitiques. Et rend très important le rôle des échangeurs, pour lesquels le soudage permet la « réalisation économique d'appareils de formes très spéciales » avec à l'avenir, « des tubes soudés aux collecteurs ».

La turbine à gaz, qui « exerçait sur l'imagination, il y a peu d'années encore, l'attrait des images d'anticipation commence à prendre peu à peu forme pratique ». Mais s'interroge l'auteur, faut-il utiliser « les quelque gisements en produits carbonés » pour les épuiser par brûlage alors que les industries chimiques les transforment en produits de synthèse ?



« Il est possible que nos descendants tiennent le XX<sup>e</sup> siècle comme période de gaspillage des ressources naturelles les plus précieuses. Devant cette situation critique, il est particulièrement réconfortant de penser que, dans quelques décades peut-être, l'exploitation pratique de l'énergie nucléaire pourra assurer la relève. »

En 1956, c'est encore la « période de l'expérimentation préalable » avec notamment la pile expérimentale E L 3 en achèvement pour le centre de Saclay avec des éléments soudés dans la cuve de réaction à eau lourde, son couvercle, les gaines minces en zirconium pur contenant les barres d'uranium, mais aussi au niveau du groupe motopompe, de l'échangeur de chaleur, etc. « On peut être assuré, quelles que soient les solutions finalement adoptées, que le soudage sera indispensable à la réalisation de matériels où toute fuite, toute réparation, toute retouche après mise en service sont rigoureusement proscrites ».

Frédérique Champigny

Titre original : Considérations sur le soudage envisagé comme facteur de productivité  
Auteur : H. Gerbeaux, Ingénieur Chef de service à l'Institut de Soudure, à Paris. Communication présentée à l'Institut International de Soudure, à Madrid, le 2 juillet 1956  
Source : Soudage et Techniques Connexes, Vol. 10, N° 9/10, sept.-oct. 1956, pp. 235-272

28<sup>e</sup> ÉDITION

# EXPO PROTECTION

LE SALON INTERNATIONAL DE LA PRÉVENTION  
ET DE LA MAÎTRISE DES RISQUES

15-17 NOV. 2022  
PARIS-PORTE DE VERSAILLES-PAV. 1

PRÉVENTION @ WORK • PROTECTION SST  
• INTERVENTIONS ET SECOURS  
WORKWEAR, COMPOSANTS ET ACCESSOIRES  
• RISQUES INDUSTRIELS ET ENVIRONNEMENTAUX  
SÛRETÉ/SÉCURITÉ • PRÉVENTION ET PROTECTION INCENDIE



Suivez-nous sur



#Expoprotection2022



Rendez-vous sur

[www.expoprotection.com](http://www.expoprotection.com)  
pour demander votre badge gratuit

# A la recherche d'une technique efficace afin de souder vos pièces en aluminium ?

Découvrez le soudage par friction malaxage - FSW, une nouvelle technologie de soudage pour l'aluminium et assemblages dissimilaires.

Transformez votre centre d'usinage ou votre robot en machine hybride de soudage et d'usinage à travers ces équipements de haute technologie : têtes FSW pour centre d'usinage, broche FSW pour robot à forte charge, outils FSW.

## Friction Stir Welding : Equipements Stirweld



Broche FSW  
pour robot



Tête FSW pour  
centre d'usinage



Tête FSW à pion  
rétractable pour CN

[www.stirweld.com](http://www.stirweld.com)



