

cetiminfos

Sommaire

ZOOM

2 Transition industrielle

Accélérer la sortie des PFAS

RENCONTRE

3 Dagny Primdahl

La fabrication additive n'est pas encore un procédé courant

DÉCRYPTAGE

4 Contrôle non destructif

Les procédés de soudage suivis en temps réel

6 Caractérisation des matériaux, robotique, fonderie

Trois études et veilles pour préparer l'avenir

APPLICATION

8 Groupe M - Il conforte ses choix technologiques avec Quatrium

C AU CETIM

10 Assemblages vissés

Cobra fait peau neuve

11 Économie circulaire

La preuve par R2P2

11 Plateforme communautaire

LinkIM évolue !

12 Formations



Transition industrielle

Accélérer la sortie des PFAS

Face à l'urgence de trouver des solutions viables aux « polluants éternels », un nouveau consortium Carnot réunit plusieurs laboratoires alsaciens, un industriel et le Cetim. Objectif : remplacer les PFAS sans perdre en performance.

La transition hors PFAS s'organise. Trois laboratoires du CNRS (LIMA, IS2M et Institut Charles Sadron), le Cetim et l'entreprise APS Coating Solutions ont lancé un programme de recherche d'envergure coordonné par l'alliance Carnot Cetim-MICA. Ce consortium vise à développer des matériaux antifriction capables de se substituer aux polymères fluorés, désormais menacés par la réglementation européenne et progressivement interdits en France depuis le 1^{er} janvier 2026 dans plusieurs usages sensibles. Prisés pour leur résistance et leurs propriétés de glissement, les composés per- et polyfluoro-alkylés, appelés communément PFAS, sont essentiels à de nombreux secteurs industriels. Mais leur persistance dans l'environnement et leurs effets sanitaires potentiels imposent une transition rapide. Pour les industriels, l'enjeu est double : rester dans les clous réglementaires tout en conservant les perfor-



mances qui limitent l'usure et les pertes économiques liées au frottement.

Des compétences complémentaires mobilisées

Le programme s'appuie sur trois thèses de doctorat, financées par le Cetim et APS Coating Solutions. Le LIMA conçoit et synthétise de nouvelles briques moléculaires,

fluorées mais « non-PFAS » ou totalement exemptes de fluor. L'IS2M les transforme ensuite en matériaux et revêtements exploitables, en testant différentes voies de polymérisation. L'Institut Charles Sadron et le Cetim évaluent les propriétés tribologiques, mécaniques et la stabilité des matériaux, tandis qu'APS Coating Solutions définit les

cas d'usage et prépare l'industrialisation. Cette chaîne complète, de la molécule au test industriel, permet d'avancer plus vite et d'ajuster la recherche selon les contraintes du terrain.

Structurer une trajectoire de substitution durable

Au-delà des premières formulations, le consortium veut sécuriser une continuité industrielle malgré les futures interdictions de PFAS. Les partenaires visent des revêtements fiables, reproductibles et testés en conditions réelles. Ils envisagent déjà un élargissement du réseau, la création d'un laboratoire commun et de nouveaux programmes soutenus par des financements nationaux ou européens. Avec ce consortium, l'Alsace se positionne pour sa part comme un territoire moteur de la substitution des PFAS, capable de répondre rapidement à l'un des défis industriels majeurs de la décennie. ■ AD

cetiminfos

CETIM - 52 avenue Félix-Louat - CS 80067 - 60304 Senlis Cedex - cetim.fr

Directeur de la publication : **Daniel Richet** - Rédacteur en chef : **Jean-Sébastien Scandella** (06 08 77 45 01)

Rédacteur en chef délégué : **Akim Djouadi** - Maquette/Infographie : **Magali Aït Mbark** (06 77 07 92 22), **Guilbert Gabillot** (03 44 67 47 08)

Ont participé à ce numéro : Marc Tharaud

Prix du n° : 16,53 € TTC (15,67 € HT) - Pour joindre vos correspondants par mel : prenom.nom@cetim.fr



© Cetim

**Dagny Primdahl,
chef du département fabrication additive
de Grundfos**

« La fabrication additive n'est pas encore un procédé courant »

Invitée d'honneur du congrès Metal AMS 2026, celle qui dirige le département technique dédié à la fabrication additive pour l'ensemble du fabricant de pompes danois délivre sa stratégie dans ce domaine et sa vision du futur.

Cetim Infos : quel est le statut de la fabrication additive au sein du groupe Grundfos ?

DP : Grundfos emploie 20000 personnes dans le monde et produit des millions de pompes par an. Nous avons des sites de production partout dans le monde. La majeure partie du développement des produits se fait au Danemark et en particulier tous les développements liés à la Fabrication additive (FA). C'est une activité que nous pratiquons depuis longtemps. Nous disposons d'une imprimante 3D métallique depuis près de 20 ans ! Nous avons d'abord utilisé ces technologies pour les outillages et nous évoluons progressivement vers la production de composants finis. Pour le moment, nous produisons quelques centaines de pièces par an. Les volumes augmentent et nous comptons nous orienter vers une production, en sous-traitance plutôt qu'en interne, au sein de chaque division.

CI : Diriez-vous que c'est un procédé « courant »

DP : Tout dépend de ce que signifie courant ! Selon moi ce n'est pas encore le cas ; cela le deviendra sans doute pour les petites séries de produits spéciaux d'ici à cinq ans. Mais il n'y a pas d'intérêt à « copier » ce qui est déjà possible avec les autres procédés. Le but est d'obtenir des fonctionnalités supplémentaires. Pour nous, c'est aussi un moyen de répondre à des besoins des clients, par exemple, sur des pièces produites à 40000 exemplaires par an, quand un client nous demande 500 pièces par an d'une variante parce qu'il a un câble spécial à brancher. Dans ce cas, la FA est intéressante car l'outillage pour la fabrication conventionnelle est très coûteux en raison du faible volume. Elle peut aussi être intéressante pour les matériaux très onéreux. Le multimatériaux est également intéressant d'un point de vue technique, mais cela peut poser problème pour la

valorisation des produits en fin de vie, un point qui est très important pour Grundfos.

CI : Quels sont les défis auxquels vous êtes confrontés actuellement ?

DP : La performance et la qualité des pièces sont de moins en moins un sujet. En revanche, l'aspect conception reste un défi. Il faut lutter contre les habitudes et la réticence aux nouvelles technologies, surtout quand les concepteurs mettent beaucoup moins de temps à concevoir des solutions basées sur des procédés classiques. Il y a un besoin important de formation dans ce domaine et nous y travaillons. Et puis, il y a le coût de l'impression 3D qui reste souvent élevé par rapport aux procédés traditionnels.

« L'aspect conception reste un défi. »

CI : Vous avez participé au congrès Metal AMS 2026. Quel est votre retour sur cette édition ?

DP : Je suis toujours curieuse de savoir sur quoi travaillent les gens, de voir ce qui se passe sur le terrain et au niveau de la recherche. C'est très différent d'un salon où les discussions sont surtout commerciales. Participer à un congrès comme celui-ci nous permet de détecter des choses à surveiller de plus près, qui pourrait exister dans 5 ans. Je suis particulièrement intéressée par les évolutions du Metal Binder Jetting, que nous utilisons déjà. Nous nous intéressons aussi au DED.

Sur les aspects recherche, nous travaillons avec l'université technologique du Danemark et participons à des projets nationaux et au niveau européen. Avoir un œil sur l'avancée de la recherche est utile. Je suis attentive à ce qui se fait, notamment sur la caractérisation des matériaux, mais aussi tout ce qui concerne la résistance à la corrosion, qui est un sujet important pour Grundfos. ■

Propos recueillis par Jean-Sébastien Scandella

Contrôle non destructif

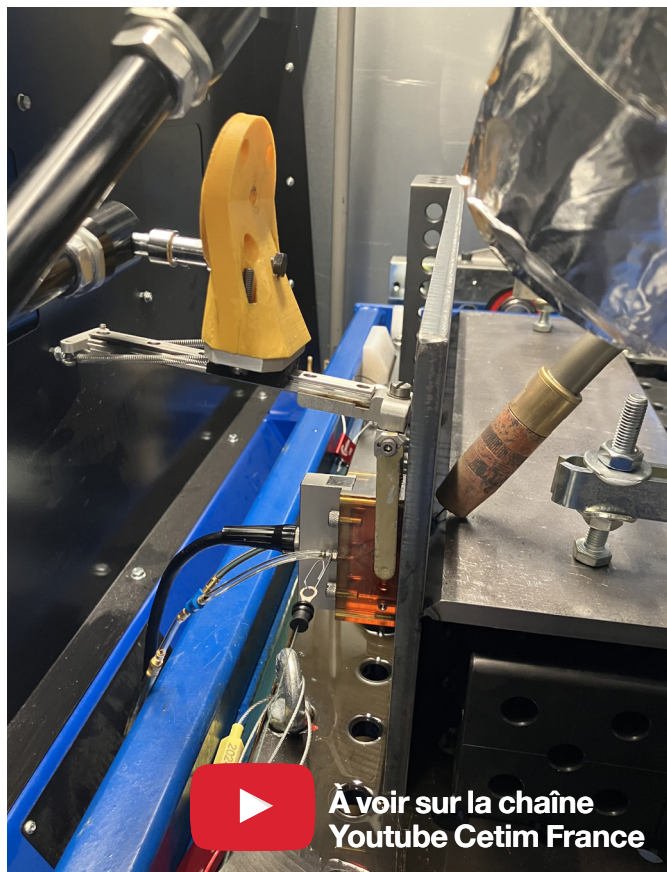
Les procédés de soudage suivis en temps réel

Détecter les défauts de soudage directement lors de la fabrication représente une source de gain important pour les industriels. Plusieurs études ont permis d'avancer vers une possible automatisation.

Dans un contexte réglementaire de plus en plus exigeant, les industriels de la chaudronnerie et de la tuyauterie doivent impérativement améliorer la performance et la productivité de leurs contrôles pour rester compétitifs. Traditionnellement, la qualité des soudures réalisées est vérifiée soit entre deux passes, soit après l'opération complète, *via* des méthodes telles que le ressuage, la magnétoscopie, la radiographie ou les ultrasons. Mais « ces contrôles a posteriori impliquent souvent des réparations lourdes et coûteuses en cas de non-conformité, commente Sébastien Saint Yves, spécialiste en technologies de contrôle non destructif au Cetim. Une surveillance en ligne permettrait de réduire, voire de s'affranchir des contrôles traditionnels en détectant de manière précoce l'apparition de défauts et ainsi de gagner du temps dans la phase de réparation ou de mise au point de nouveaux procédés. » L'enjeu majeur pour ces industriels réside donc dans le développement de solutions capables de surveillance en temps réel, intégrées au procédé de fabrication.

Des projets menés avec des industriels

C'est dans ce sens que le Cetim, dans le cadre du consortium industriel



Instrumentation associant thermographie infrarouge et ultrasons multiéléments sur un cas d'application MAG, avec soudure en angle partiellement pénétrée sur acier au carbone.

Factory Lab, avec plusieurs industriels, a mené le projet Optim Soudage. Son but : évaluer les capacités de la thermographie infrarouge passive pour détecter des défauts de fusion en cours de soudage en instrumentant une torche de soudage. Les travaux se sont ensuite pour-

suivis au sein des projets stratégiques sectoriels et projets thématiques transversaux du Cetim et de Qualisoud, un autre projet avec des industriels.

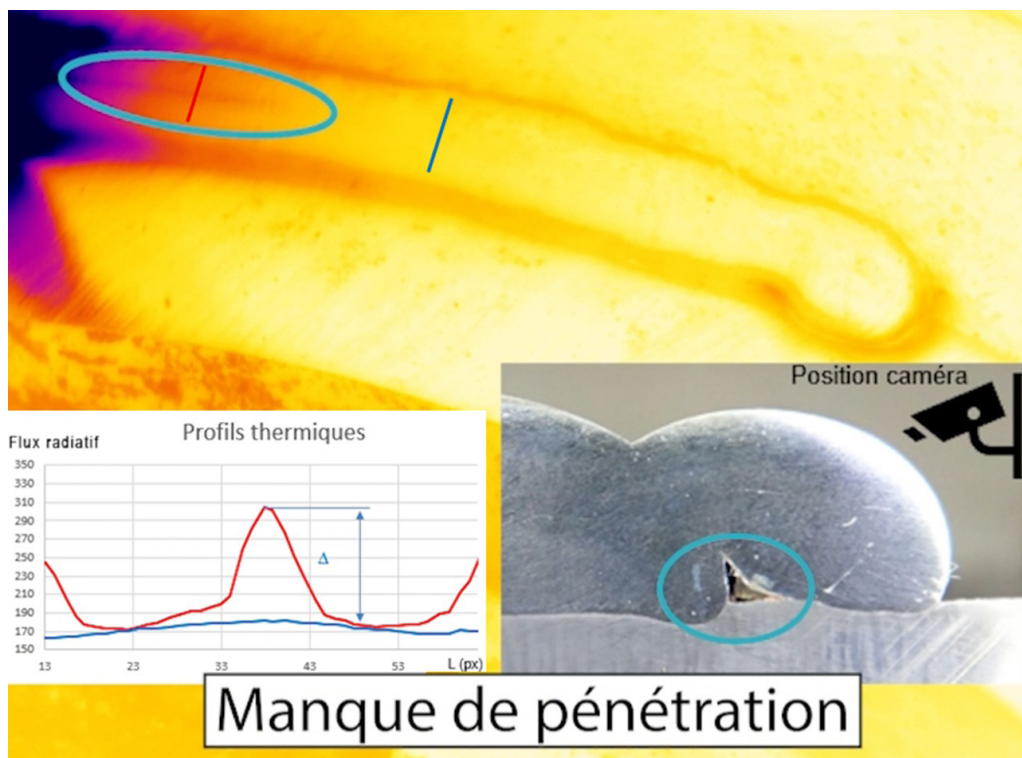
Le système de surveillance développé pour ces différentes applications repose sur une caméra infrarouge à ondes

longues ou moyennes (selon le procédé de soudage et la zone à visualiser) embarquée directement sur la torche de soudage, positionnée afin de visualiser, selon les besoins, le bain de fusion, la zone de solidification ou les premiers centimètres du cordon en cours de refroidissement. « La caméra est reliée par câble Ethernet à un PC d'acquisition des données », explique Sébastien Saint Yves. Doté d'un logiciel d'analyse spécifique, il permet d'afficher en direct le thermogramme de la scène de soudage et d'extraire entre autres des profils thermiques, c'est-à-dire une analyse pixel par pixel sur des zones ciblées, générant ainsi des données brutes potentiellement exploitables pour une détection automatique. Pour obtenir une bonne visualisation de la scène filmée, les développeurs ont dû lever un verrou technologique majeur : la saturation du détecteur par le rayonnement de l'arc. Cela a été rendu possible par une sélection rigoureuse des bandes passantes de longueurs d'onde et l'utilisation de filtres adaptés à l'environnement de soudage.

Des résultats probants

Le dispositif mis en place permet d'extraire des profils thermiques, un suivi temporel et des signatures spécifiques pour chaque type de défaut,

systématiquement validés par des méthodes de contrôle traditionnelles. « Un grand nombre de défauts sont détectés : arrondis ou linéaires, débouchants ou sous-jacents, ponctuels ou en amas, détectables dès le bain de fusion ou dans les premiers millimètres du cordon se refroidissant », note Sébastien Saint Yves. Ainsi, lors de leurs études, les équipes du Cetim ont pu générer et détecter des défauts de différents types : manques de fusion, fissurations à chaud, détectables principalement dans le cordon se refroidissant, inclusions de graphite ou d'oxyde dès le bain de fusion ou dans le cordon refroidi, ou encore piqûres. Enfin, des défauts sous-jacents comme des manques de pénétration peuvent être détectés en fonction de l'application.



Mise en évidence d'un manque de pénétration entre deux passes de rechargement avec le procédé de soudage TIG, inconel sur acier au carbone.

Extensions récentes

« Les premières études ont parfaitement validé l'application de la technologie infrarouge à la détection d'hétérogénéité de soudage par le biais d'une surveillance en ligne », indique Sébastien Saint Yves. Pour aller plus loin, d'autres travaux ont cherché à appliquer d'autres méthodes pendant le processus de soudage : émission acoustique sur le procédé WAAM-MAG (Wire Arc Additive Manufacturing), ultrasons multiéléments sur le soudage MAG et courants de Foucault sur le soudage TIG. Pour le procédé WAAM-MAG, les études ont porté sur la détection de manques de fusion entre passes et d'indications arrondies. Avec une innovation : le couplage de la thermographie avec l'émission acoustique. Si la thermographie identifie les défauts de fusion, l'émission acoustique s'avère particulièrement efficace pour mettre en évidence

les changements de paramètres de soudage, tels que les variations d'intensité ou de vitesse d'avance. Concernant le soudage MAG, les équipes du Cetim ont testé une approche multi-modale associant la thermographie et les ultrasons multiéléments. Les ultrasons permettent de déceler des manques de pénétration internes. Un logiciel spécifique d'acquisition et d'analyse a été développé par le Cetim pour centraliser ces données et tendre vers une sanction automatique en temps réel.

Cap sur l'automatisation

Les travaux menés ouvrent des perspectives majeures pour la fabrication industrielle. La priorité immédiate concerne l'automatisation de la sanction. En définissant des seuils de détection précis basés sur les signatures thermiques et acoustiques déjà

identifiées, il devient possible d'envisager un système de contrôle autonome capable d'arrêter le processus ou de signaler une anomalie instantanément. Un autre axe de développement essentiel est le dimensionnement des indications. Si le dispositif actuel détecte des piqûres d'un millimètre de diamètre, l'objectif est d'affiner la résolution pour caractériser plus finement la taille et la profondeur des défauts. L'industrialisation passera également par l'amélioration de l'ergonomie du matériel, avec le choix de caméras moins encombrantes et plus résistantes aux environnements sévères (poussières, fumées, vibrations). Enfin, la corrélation systématique entre les données de contrôle et les paramètres de soudage permettra de créer des modèles prédictifs performants. À terme, ces avancées pourraient permettre de s'af-

franchir totalement des contrôles traditionnels a posteriori, transformant radicalement la chaîne de production vers une usine intelligente où la qualité est assurée dès le dépôt du premier cordon de soudure. ■ JSS

Contact : Sébastien Saint Yves



Cliquez pour participer aux PSS/PTT

Caractérisation des matériaux, robotique, fonderie

Trois études et veilles pour préparer l'avenir

Utiliser des CND pour caractériser des matériaux, robotiser l'ébavurage des pièces et choisir le bon four de fonderie : trois points traités dans le cadre de veilles et d'études collectives dont les résultats sont disponibles en ligne.

1 Caractérisation par méthodes CND et macro-indentation

Connaître les propriétés mécaniques d'un matériau sans recourir systématiquement aux essais destructifs : c'est l'objectif de l'étude « Caractérisation des propriétés mécaniques par méthodes CND et macro-indentation instrumentée », menée dans le cadre de l'axe 2 du Projet thématique transversal CNDMAT dont les résultats sont publiés dans un ouvrage de la collection Performances. Pour les industriels, l'enjeu est de réduire les coûts et les délais associés aux contrôles qualité ou aux phases de développement.

Les travaux montrent que l'érouissage des aciers inoxydables austénitiques peut être relié à des mesures accessibles par contrôle non destructif. Les essais de dureté permettent d'estimer la contrainte à rupture, avec une précision accrue quand les corrélations sont établies nuance par nuance. Moyennant un étalonnage spécifique à chaque nuance, les



ultrasons aussi peuvent indiquer l'état d'érouissage. Les courants de Foucault se distinguent par une approche plus globale : un seul modèle suffit pour les nuances 304L, 321 et 316L.

L'étude confirme aussi l'intérêt de la macro-indentation instrumentée pour estimer la contrainte à rupture et, avec

une précision plus limitée, la limite d'élasticité d'un matériau. La méthode est pertinente lorsque les propriétés locales mesurées reflètent le comportement global du matériau et que celui-ci peut être décrit par un modèle élasto-plastique de type Hollomon. En revanche, son application est plus délicate

pour les aciers inoxydables austénitiques et les tôles anisotropes et de faible épaisseur. ■

Contact : Romaric Collet



Cliquez pour télécharger l'ouvrage

2 Robotiser l'ébavurage et le polissage pour maîtriser l'état de surface

Précision des trajectoires, constance de l'effort appliqué et répétabilité sont les prérequis d'un ébavurage ou d'un polissage qui garantit la qualité finale de l'état de surface d'une pièce. C'est tout l'enjeu de l'automatisation de ces opérations, au cœur de la note de veille « 7^e édition des Journées Techniques Stäubli ».

À chaque besoin, son robot. La taille et la masse de la pièce, le matériau (titane, aluminium, acier, inconel), le niveau de rugosité visé ou

la variabilité géométrique conditionnent la portée, la charge utile et les performances en mouvement nécessaires. Outillage compliant passif ou actif, changeurs d'outils et capteurs force/couple à six degrés de liberté... l'effecteur assure quant à lui la gestion fine de la pression et la maîtrise d'un effort constant.

Différentes conceptions de préhension élargissent le champ des applications : pneumatique, électrique, magnétique ou adhésive, comme les pinces Adheso de

Schunk inspirées du gecko. Au cœur du process, la programmation joue également un grand rôle. Elle peut passer par les langages constructeurs, le pilotage *via* une commande numérique, le mode hors ligne à partir de la CAO ou la télé-opération haptique.

Enfin, la vision industrielle et l'IA renforcent la qualité, la sécurité et la répétabilité. Capteurs 2D/3D, Lidar, caméras haute résolution, inspection par Deep Learning adaptent les gestes aux défauts détectés. Et ces tech-

nologies peuvent s'intégrer sur un robot seul ou des cellules complètes comprenant sablage, polissage, mesure embarquée ou contrôle esthétique. ■

Contact : David Dubois



Cliquez pour télécharger la note de veille

3 Fours de fonderie : comment arbitrer entre les technologies

Électrique à induction, à combustion au gaz ou au coke ? Quel type de four de fonderie privilégier selon l'usage ? Le dossier de veille « Performance énergétique des fours de fonderie » apporte des points de repère pour aider les industriels à arbitrer en fonction des données techniques, des performances requises et des coûts. De la technologie employée dépend fortement l'efficacité énergétique des fours de fonderie. Les fours électriques à induction offrent un meilleur rendement de conversion de l'énergie en chaleur utile, de l'ordre de 65 à 75 %, que les fours à combustion au gaz ou au coke, dont le rendement atteint au mieux 50 %. Pour autant, le choix d'un four est aussi déterminé par la capacité de production



© Decisif / Anais Cuiot

attendue, le coût énergétique, la qualité métallurgique recherchée, les investissements nécessaires et les impacts environnementaux,

notamment les émissions de CO₂. Pour l'acier, le four à arc domine dans les grandes aciéries, où il est adapté aux volumes élevés, tandis que

les fonderies de plus petite taille se tournent vers l'induction pour sa souplesse. En fonderie d'aluminium, le gaz reste très répandu pour la fusion de grandes quantités de métal recyclé, même si des améliorations comme les brûleurs régénératifs ou une meilleure isolation réduisent la consommation. Pour le cuivre et ses alliages, enfin, la tendance est à l'abandon des creusets à flamme au profit de l'induction, plus économe et offrant un meilleur contrôle du bain. ■

Contact : Jérôme Lasne



Cliquez pour télécharger le dossier de veille

Groupe M

Il conforte ses choix technologiques avec Quatrium

Au moment de lancer un tout nouveau site de production, le groupe français s'est appuyé sur le Cetim et Quatrium pour conforter ses choix technologiques.

S'assurer, grâce à des échanges réguliers avec des spécialistes rompus aux technologies du futur, de faire les bons choix avant de sélectionner les solutions techniques à implanter dans sa nouvelle usine. C'est ce qu'est venu chercher le Drômois Groupe M auprès de Quatrium.

Depuis plus de 25 ans, le groupe industriel familial propose des solutions complètes dans le domaine de la mécanique avec les métiers de l'ingénierie, de la chaudronnerie, la tuyauterie, le soudage, l'usinage et le contrôle. « Nous couvrons toute la chaîne de valeur depuis la conception jusqu'à l'installation. Cela au travers de nos 70 000 m² d'usine

sur sol français, mais aussi en installation sur les sites de nos clients, y compris à l'export », note Annabel Vigier, directrice générale du groupe. Un groupe construit autour de Monteiro, l'entreprise historique fondée en 1999 et spécialisée dans les activités de tuyauterie et soudage pour le nucléaire, et plusieurs acquisitions stratégiques réalisées au fil des années. Il emploie désormais 3 000 collaborateurs et travaille pour des secteurs d'activité exigeants tels que les énergies, le nucléaire, le naval, la santé et la défense, et est reconnu en France et à l'international. Une spécificité qui nécessite pour l'entreprise d'être certifiée ISO 9001, ISO 14001 et de satisfaire de nom-

breux autres référentiels incontournables pour ses domaines d'activité.

Un tout nouveau site

En 2021, pour soutenir sa croissance, le groupe qui collabore de longue date avec le Cetim sur différents sujets décide de construire un site de production entièrement neuf à Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme), à deux pas de la centrale nucléaire du Tricastin. L'usine de 11 000 m² a été mise en service début 2025. « C'est un site unique en Europe, commente la directrice générale. Il a été pensé aux meilleurs standards internationaux en matière de digitalisation, d'innovation et d'ergonomie au poste de travail ».

« Construire une telle usine est un projet d'ampleur. C'est pourquoi nous avons souhaité faire appel au dispositif d'accompagnement Quatrium. Il a permis de conforter nos choix technologiques, de sécuriser la mise en production et de garantir que nos innovations sont aux meilleurs standards internationaux », poursuit-elle. A partir d'une liste de technologies considérées comme « à fort potentiel de transformation », les équipes du groupe ont renoncé à plusieurs reprises les spécialistes du Cetim pour découvrir les briques technologiques concernées, approfondir certains sujets avec des experts du centre et confirmer leur intérêt dans la mise en œuvre de la nouvelle usine, en tenant compte de ses caractéristiques propres et de ses contraintes. « Pour nous, il était essentiel d'anticiper l'implémentation de la traçabilité matière et du 100 % digital dans nos process. Les échanges ont permis d'identifier des solutions disponibles sur le marché, qui intègrent les enjeux de souveraineté et de stockage des données », note la directrice générale.

Planté au bord de l'autoroute A7, le site construit avec le soutien de la Région Auvergne-Rhône-Alpes et de BPI France regroupe le siège, les structures dédiées au campus de formation du groupe et une aire de production, pour un total de près de 350 personnes. La nouvelle usine est divisée en



À voir sur la chaîne
Youtube Cetim France

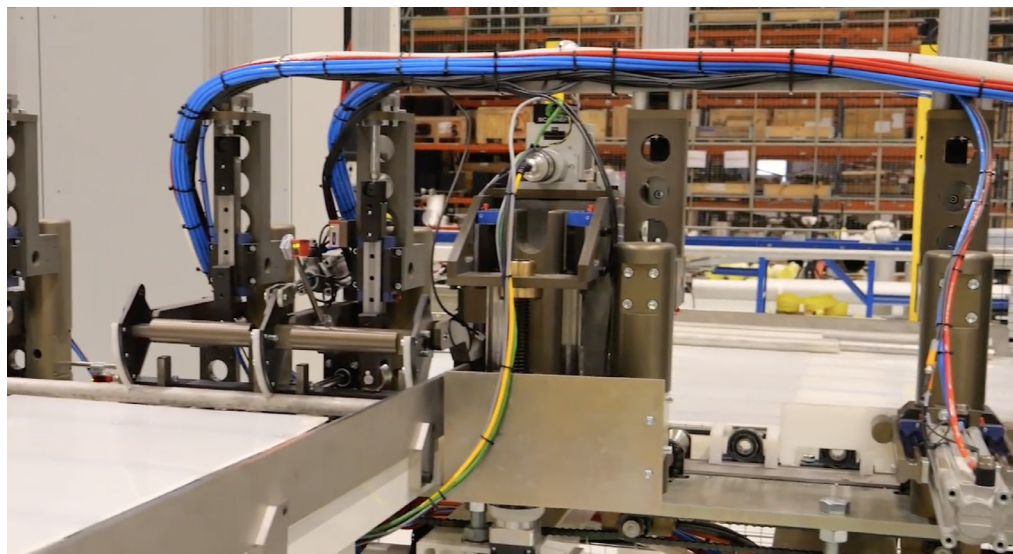
Dans sa nouvelle usine, Groupe M réalise un contrôle de composition matière dès la réception avec deux technologies : la fluorescence X et l'émission optique.

plusieurs zones : une zone « blanche » dédiée au travail des aciers inoxydables et une zone « noire » dédiée aux aciers classiques, sur lesquelles sont installées des cellules de soudage traditionnel et robotisé, et une zone de contrôle des ensembles réalisés avant leur départ sur leur site de destination. Une partie du bâtiment est réservée aux activités de formation des apprentis soudeurs.

La production repose sur plusieurs postes de soudage automatisés, dont deux focalisés sur les soudages complexes, et des postes manuels pour la réalisation des pièces à façon. Des travaux en cours permettront à terme de réaliser le contrôle directement en production et un laboratoire installé au sein même de l'usine permet de réaliser divers essais en interne. Accolé à la production, un bâtiment est entièrement consacré à la réception, au stockage et à la préparation des matières premières. En particulier sur les productions critiques ou lorsque les clients exigent un certificat 3.1 (un document de conformité technique défini par la norme européenne EN 10204) relatif au matériau utilisé, la composition matière des tubes est contrôlée dans la « scan zone » avant leur placement en magasin. Selon les besoins ils passent ensuite sur une machine de débit et chanfreinage automatisés capable de traiter des diamètres de 1 à 4 pouces (25 à 100 mm), pour une longueur maximale de 7,5 m. Chaque tube est identifié par un marquage au laser.

Trois projets clés

« Dans notre usine, chaque étape du flux de production a été pensée pour garantir un processus robuste et performant et répondre au mieux aux attentes de nos clients explique Robin Mandras, responsable de la fabrication. Dans le cadre de notre accompagnement avec



Pour garantir la traçabilité, tous les tuyaux coupés et chanfreinés sont marqués au laser sur une machine automatisée développée par le groupe.

Quatrium, nous nous sommes concentrés sur trois thématiques principales. Au stade de la réception matière, nous avons intégré par sondage un contrôle de composition des matériaux. Nous utilisons deux technologies de PMI : fluorescence X et émission optique. Cette mesure supplémentaire met en évidence la cohérence entre la composition des matériaux utilisés et les exigences de nos projets. Nous avons également codéveloppé une solution de marquage laser entièrement intégrée à nos moyens de débit chanfreinage haute performance. Grâce à ce procédé, nous assurons une traçabilité durant l'intégralité du processus de production tout en renforçant l'efficacité et la fiabilité de nos outils d'identification. Enfin, à l'issue du flux de production, nous effectuons un contrôle tridimensionnel. L'objectif est de comparer nos modèles CAO avec les produits finis. Toutes ces actions font partie de notre démarche d'amélioration continue pour produire mieux, plus efficacement et faire bon du premier coup ». Pour chaque sujet, des spécialistes du Cetim ont apporté à Groupe M les informations lui permettant d'identifier les solutions techniques

pertinentes. « Le groupe a fait le choix de consulter et de sélectionner par lui-même les fournisseurs de solutions techniques adaptés à ses besoins mais, si cela est nécessaire, Quatrium peut accompagner les entreprises jusqu'au dernier kilomètre, c'est-à-dire lors du déploiement de la solution et de la validation des premières pièces bonnes », souligne Jérôme Gidon, pilote de la plateforme Quatrium Auvergne Rhône-Alpes.

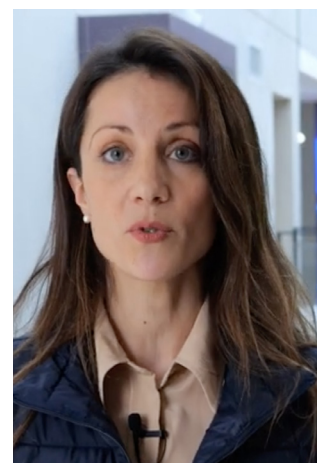
D'autres projets en vue

Dans l'usine, « nous produisons 700 000 pouces (plus de 17 500 m) de tuyauterie chaque année », déclare Robin Mandras. Et si le groupe est satisfait du travail accompli, pas question d'en rester là. « Dans un second temps, nous souhaitons utiliser l'intelligence artificielle pour détecter d'éventuels écarts entre les produits finis et les modèles CAO et les localiser dans notre processus de production », annonce le responsable de la fabrication. ■ JSS

Contact : Jérôme Gidon



Cliquez pour découvrir la vidéo



© Cetim

“ En complément des résultats concrets pour notre usine, ces innovations ont un impact plus global sur la définition des standards de la profession comme, par exemple, sur la thématique du marquage laser. Ainsi, nous faisons avancer ensemble l'industrie mécanicienne. ”

Annabel Vigier,
directrice générale de Groupe M

Assemblages vissés

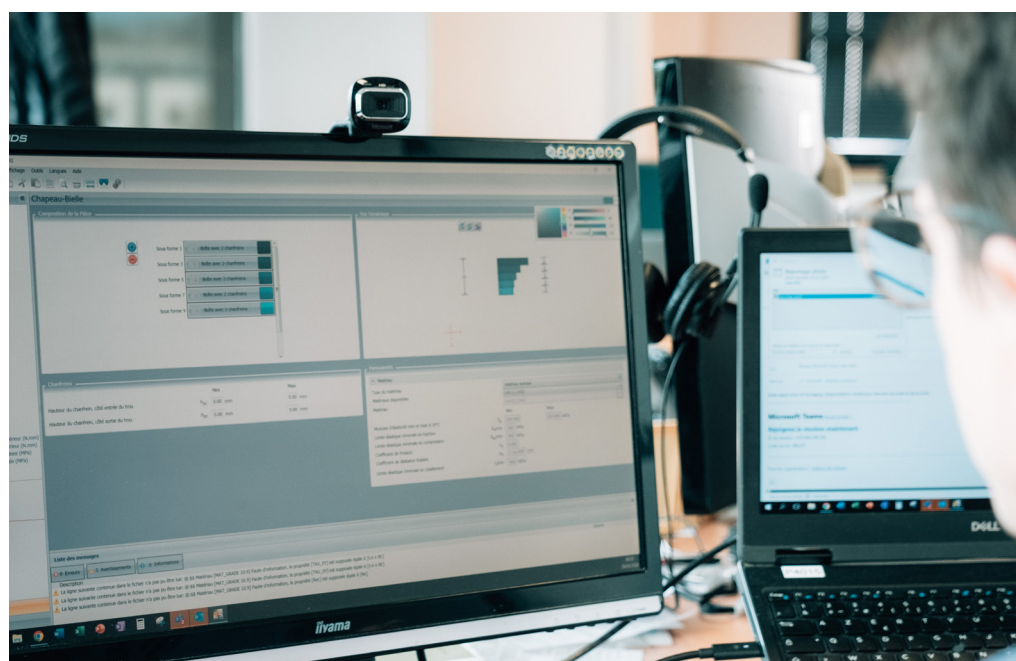
Cobra fait peau neuve

En incluant en particulier un mode de calcul beaucoup plus performant pour le serrage couple + angle, la nouvelle version du logiciel permet d'avoir recours facilement à cette méthode plus précise mais encore trop peu utilisée.

Devancer les prochaines évolutions normatives et procurer de nouvelles opportunités aux utilisateurs grâce à des fonctionnalités inédites ou encore améliorées. C'est ce que propose la toute nouvelle version de Cobra.

Cobra est un outil logiciel intuitif de dimensionnement des assemblages vissés à serrage contrôlé qui permet d'effectuer des calculs analytiques selon la norme NF E25-030-2, définissant les règles pour la liaison de pièces subissant en fonctionnement des sollicitations mécaniques ou thermiques. Il s'adresse prioritairement aux ingénieurs des bureaux d'études, mais en pratique à toute personne devant réaliser un calcul d'assemblage vissé : dimensionnement, conception, définition ou vérification de la consigne de serrage.

Son principal intérêt réside dans son ergonomie : il facilite la mise en données, dont il permet de vérifier la cohérence visuellement ou en analysant les éventuelles incompatibilités, et accompagne l'utilisateur *via* des bases des données. Les calculs s'effectuent en quelques secondes, les résultats s'affichant en fonction des normes. Autre avantage de Cobra, disponible sous licence : le support technique est assuré par le Cetim, qui dispose d'une solide expé-



rience métier grâce à son service dédié aux assemblages vissés.

Des fonctionnalités inédites

La nouvelle version, disponible depuis mars, présente plusieurs nouveautés visant à devancer les prochaines évolutions normatives et à procurer de nouvelles opportunités aux utilisateurs. La principale réside dans un nouveau modèle pour le serrage couple + angle, développé par le Cetim et validé par des essais, en collaboration avec des industriels français, au premier rang desquels Stellantis.

Le serrage couple + angle est l'autre grande méthode stan-

dard après le serrage au couple. Ce dernier, de loin le plus répandu car le plus simple et qui est celui défini dans les standards de calcul, présente néanmoins un inconvénient : il dépend des frottements et s'avère donc fortement dispersif, pouvant générer ainsi des résultats très variables pour une seule et même consigne. La méthode du serrage couple + angle limite cette dispersion : « *l'introduction d'une partie angulaire, qui ne dépend plus des frottements, permet de réduire drastiquement cette dispersion pour un serrage beaucoup plus précis, ce qui se révèle précieux pour des applications sensibles* », explique Mathieu Buard, référent Cobra au

Cetim. Or il n'existait jusqu'à présent aucune méthode analytique précise permettant d'estimer les bonnes consignes. Ecueil que comble cette nouvelle version : « *L'ancienne proposait une ébauche de calcul peu précise. Ce nouveau modèle permet de calculer un angle beaucoup plus proche de la réalité et donc d'estimer plus précisément les réglages à réaliser en amont en vue des essais* ». Des essais expérimentaux qui peuvent naturellement être réalisés au Cetim. ■ MT

Contact : Mathieu Buard



Cliquez pour découvrir le logiciel Cobra

Economie circulaire

La preuve par R2P2

Un nouvel équipement Quatrium se focalise sur les problématiques de rénovation et de réemploi de produits industriels.

Illustrer concrètement la gestion des produits (re) manufacturés, en l'occurrence une pompe hydraulique à pistons, et de leurs composants dans une logique d'économie circulaire et durable. C'est la vocation de R2P2, pour « Rénovation et réemploi de produits industriels », nouvel équipement de démonstration installé sur la plateforme Quatrium Grand Est.

Réalisé en collaboration avec Bosch Rexroth, Bosch Rodez Services (BRS) et Pingflow, ce nouveau démonstrateur offre la possibilité de tester des solutions du marché, adaptées aux PME et conçues pour optimiser la qualité, la rentabilité et l'impact environnemental de l'activité de rénovation. BRS apporte son



savoir faire en (re)manufacturing d'organes mécaniques, tandis que Pingflow, expert du digital et des organisations industrielles, a aidé à concevoir le tableau de bord de management visuel ; cette solution numérique, agile et évolutive met à disposition des équipes

terrain les informations clés de pilotage (opérationnelles, économiques et environnementales) au service d'organisations plus agiles et réactives.

La ligne, modulaire et évolutive, embarque des solutions de nomenclature enrichie interactive, de nettoyage, de contrôle

qualité en ligne, de remontée et de traçabilité des data, de monitoring de la performance environnementale et économique et de management visuel.

Avec cet outil, les équipes du Cetim peuvent accompagner les industries manufacturières, de la PME aux grands groupes, de la première idée ou questionnement jusqu'à la validation d'un business model. Elles apportent toute leur expertise dans l'industrialisation d'un processus de rénovation basé sur des solutions parfaitement adaptées et performantes. ■

Contact : Jérôme Thabourey



Cliquez pour visionner la vidéo

Plateforme communautaire

LinkIM évolue !

La plateforme communautaire du Cetim propose désormais une nouvelle interface synthétique et complète.

La plateforme communautaire du Cetim, qui réunit déjà plus de 3800 membres, ne cesse de se doter de nouvelles fonctionnalités pour faciliter l'accès aux informations et les échanges entre membres et entre les membres et les équipes du centre. Parmi les derniers gros changements, une nouvelle page d'accueil qui présente de manière syn-

thétique les informations et notifications que les utilisateurs pourraient avoir ratées. En un seul coup d'œil elle offre une vue complète sur toute votre activité. En particulier, elle permet d'accéder en un clic à toutes les nouvelles publications parues depuis votre dernière visite, d'afficher toutes vos inscriptions aux projets, communautés thématiques et événements, de décou-

vrir le top 5 des conversations les plus actives en fonction de l'intérêt et des interactions qu'elles suscitent et d'entrer facilement en relation avec les utilisateurs qui partagent vos compétences et centres d'intérêt. Le bas de la page permet de parcourir les projets qui peuvent vous intéresser et de découvrir les prochains événements à venir. Petit bonus, la plateforme propose aussi

désormais une messagerie instantanée !

Pour la découvrir de plus près, il vous suffit de vous connecter à la plateforme *via* votre espace personnalisé sur Cetim.fr. ■



Cliquez pour vous connecter ou créer votre compte

Devenez fondu de fonderie !



© Decisiff / Aramis Couët

Le Cetim consacre plus d'une vingtaine de formations à la chaîne de valeur « Fonderie métaux non ferreux ». Cette large variété permet de répondre aux besoins et niveaux de connaissance de chacun, au niveau des produits comme à celui de l'usine.

Ainsi, les néophytes qui le souhaitent pourront s'initier aux bases de la fonderie.

Les problématiques de conception et méthodes font l'objet de six d'entre elles, notamment autour du moulage, de la résistance et du dimensionnement des matériaux, ou encore des outillages.

Le process de fonderie bénéficie de six formations abordant tant les fours de fusion à induction que les produits réfractaires dans l'industrie, le moulage et le noyautage en sable à prise chimique, les sables à vert et la fonderie sous pression alu ou zamak.

Les process de fabrication et de traitements sont également traités : robotisation, maintenance, peinture sur pièces métalliques, décolletage et usinage...

Enfin, le thème du contrôle et de la qualité est abordé à travers cinq thèmes : contrôles et analyses de défauts de pièces de fonderie, analyse chimique par spectrométrie sur produits métalliques, techniques de CND sur pièces métalliques, radiographie numérique des pièces moulées, et défauts en fonderie d'alliages d'aluminium.

Nombre de ces formations, dispensées par des experts bénéficiant d'une longue expérience dans chacun des domaines concernés, font l'objet de plusieurs sessions, en distanciel ou en présentiel, et sont aussi disponibles en intra. ■



Cliquez pour découvrir ces formations

Contact : Pascal Roger

La vision industrielle au cœur de l'automatisation

Dans un contexte d'automatisation croissante, la maîtrise de la vision industrielle s'avère de plus en plus indispensable aux entreprises. Ce sont en effet ses différents systèmes qui permettent à la fois d'inspecter, de mesurer et d'analyser les pièces et produits à chaque phase, et par conséquent de garantir la qualité du résultat final.

Dispensée sur deux jours par un expert intervenant dans des missions de faisabilité et d'assistance technique, cette formation aide à comprendre les grands principes de la vision industrielle pour pouvoir ainsi *in fine* échanger avec des fournisseurs de matériel ou des offreurs de solutions afin de choisir les plus adaptés et mettre au point des configurations de contrôle. Elle s'adresse plus particulièrement aux responsables, ingénieurs et tech-

niciciens des services méthodes, qualité et production avec des notions d'optique géométrique désirant acquérir les connaissances pratiques et théoriques nécessaires à la mise en place de contrôle par vision.

Interactive et épousant le plus possible les besoins spécifiques des stagiaires, elle alterne présentations et exercices de travaux pratiques avec du matériel de vision industrielle (caméras, éclairages, filtres...) sur différents types de pièces.

Si deux sessions, respectivement à Nantes et Mulhouse, sont prévues en 2026, elle est également disponible en intra. ■



Cliquez pour découvrir cette formation

Le Machine Learning au service des mécaniciens

À l'heure où l'Intelligence artificielle (IA) est au cœur des préoccupations des professionnels et transforme déjà de nombreuses activités, la formation « Le Machine Learning appliqué à l'ingénierie mécanique » (IA03) propose de découvrir comment l'exploiter pour optimiser la conception et l'exploitation des équipements mécaniques, ainsi que la qualité de production. Cette formation s'adresse prioritairement aux ingénieurs R&D, aux bureaux d'études de fabricants d'équipements et aux techniciens supérieurs en maintenance ou en contrôle, disposant de connaissances de base en programmation.

Dispensée sur deux jours, elle

permet d'appréhender l'utilisation de l'IA pour des cas d'usage industriels concrets : anticipation des pannes, diagnostic d'anomalies de fonctionnement, automatisation de la détection des défauts par inspection augmentée, optimisation de la conception et des réglages industriels, jusqu'au déploiement d'un modèle de Machine Learning sur un cas industriel précis.

Plusieurs sessions sont organisées en présentiel ainsi qu'en classe virtuelle. À noter : cette formation est également disponible en intra-entreprise et réalisable en anglais. ■



Cliquez pour découvrir cette formation



Près de 600 formations pour l'industrie d'aujourd'hui et de demain

Le Cetim, au cœur de la transformation du capital humain, pour une industrie décarbonée, plus flexible et réactive :

- ▶ 250 formateurs experts et un réseau de partenaires déployé partout en France
- ▶ 60 ans d'expérience terrain en « matériaux-produits-process » sur tous les secteurs industriels
- ▶ Un savoir-faire en ingénierie pédagogique et ingénierie de la formation pour des parcours sur-mesure
- ▶ Des contenus enrichis de nos activités de R&D et de veille technologique et normative
- ▶ Intégration de 30 nouvelles références : IA, CND, programmation des machines-outils à CN
- ▶ Des formations certifiantes ou diplômantes : Cofrend, Coffmet, CQPM, ...
- ▶ Des parcours de validation des compétences avec tutorat
- ▶ Une présentation novatrice de la formation par « chaînes de valeur » et « briques technologiques »
- ▶ Une offre à l'international



cetimacademy

Contact :
formation@cetim.fr





d'accélération
technologique

60 ANS D'ENGAGEMENT AU SERVICE DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE



Le Cetim est labellisé Carnot, membre du réseau CTI

Co-fondateur de
mecallians
LES INDUSTRIES MÉCANIQUES EN FRANCE

Mecallians est la bannière commune des Industries Mécaniques, créée à l'initiative de la FIM, du CETIM, de l'UNM, de SOFITECH et de CEMECA.