

cetiminfos

Sommaire

ZOOM

2 Ouvrage de référence - Comprendre et maîtriser les déformations

RENCONTRE

3 Isabelle Hermite - Directrice de l'innovation de KNDS France

DÉCRYPTAGE

4 Procédés de fabrication

L'intelligence artificielle mise au service de l'usinage

6 Méthodes, usinage, manutention-levage-stockage - Trois études et veilles pour préparer l'avenir

APPLICATION

8 Osiris Agriculture - L'irrigation des cultures maîtrisée grâce à la robotique

C AU CETIM

10 Décarbonation dans l'industrie

Un guide tout en pratique, version 2025

11 Formation - Une chaîne de valeur dédiée à l'électrification de la mobilité

12 Formations



Ouvrage de référence

Comprendre et maîtriser les déformations

Tout procédé de fabrication peut entraîner des déformations des pièces réalisées. Le Cetim propose un guide pratique pour les anticiper, voire les maîtriser.

La déformation est une problématique omniprésente dans le monde industriel.

Quels que soient le matériau, la taille de la pièce, ou encore le processus de fabrication mis en œuvre, que ce soit lors de la conception, de l'élaboration, de la mise en service ou tout au long de la durée de vie d'une pièce, les risques de déformation – précisément la modification d'un corps sous l'effet de la force qu'il subit – sont inévitables. Avec des conséquences variables, à commencer par la mise au rebut des pièces sortant des plages de tolérances prévues par le concepteur, induisant des coûts supplémentaires. Il est donc essentiel de comprendre leur origine pour pouvoir les anticiper, voire les éviter dans la mesure du possible.

De nombreux procédés étudiés

Le guide « Comprendre et maîtriser les déformations dans l'industrie mécanique » explore les origines

des déformations et les moyens à disposition des industriels pour les anticiper et les éviter. À travers une analyse détaillée, il présente l'importance du choix des matériaux et des procédés de mise en forme. Il aborde les déformations inhérentes aux procédés de mise en forme comme le laminage, l'emboutissage, le forgeage, l'usinage, le soudage, et les traitements thermiques et mécaniques de surface. Il examine également les déformations spécifiques aux procédés de fabrication additive.

Dans un deuxième temps, ce guide met en lumière l'intérêt de la simulation numérique pour comprendre et maîtriser les déformations. Grâce à des exemples concrets et des études de cas, il illustre comment la modélisation et les outils de simulation peuvent apporter des solutions efficaces aux problématiques industrielles.

Issu des travaux menés dans le cadre du Projet thématique transversal (PTT) Déformations, cet ouvrage constitue une référence incontournable

pour quiconque souhaite approfondir ses connaissances sur les déformations dans l'industrie mécanique, découvrir des méthodes innovantes pour les maîtriser et transformer les défis de la déformation en

opportunités d'innovation et d'amélioration continue. ■

Contact : Ayoub El moutaouakkil



Cliquez pour télécharger l'ouvrage



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 : Christophe Duprez, Youssef Belgnaoui

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



© Gilles ROLLE/KNDS France

**Isabelle Hermite,
directrice de l'innovation de KNDS France**

« En partageant, on va plus vite et plus loin »

La directrice de l'innovation du leader européen de l'industrie de défense terrestre (chars, véhicules, systèmes robotisés, obus...), cofondateur de Printing Bourges avec MBDA et le Cetim, revient sur l'intérêt de la fabrication additive pour son activité.

Cetim Infos : Quels sont les grands enjeux de votre filière ?

Isabelle Hermite : Dans le contexte actuel, ils sont nombreux. S'il faut en retenir deux, je citerais la réémergence de la guerre de haute intensité avec ses défis inhérents, notamment le retour à une productivité proche d'une économie de guerre, et l'accélération des technologies (et donc des capacités d'innovation) et des évolutions des produits : le tempo s'accélère, impactant tant le développement de nos systèmes que leurs besoins en maintenance.

CI : La Fabrication additive (FA) constitue-t-elle une réponse ?

IH : Elle offre surtout l'opportunité de considérer les choses différemment et nous intéresse particulièrement pour deux raisons : sa facilité d'exécution en comparaison des procédés traditionnels et sa faculté à lever des verrous techniques pour réaliser des pièces jusqu'ici inenvisageables, en un seul tenant par exemple ou inédites en termes de forme. Elle élargit le champ des possibles, y compris au niveau des matériaux, de la masse et des structures, centraux dans notre activité. Elle peut permettre dans certains cas aussi d'obtenir des pièces plus compétitives tant en prix qu'en délais par rapport à des techniques traditionnelles et génère un gain en autonomie et en flexibilité. Mon collaborateur Sylvain Kahoun coordonne ainsi une équipe de 18 personnes couvrant l'ensemble des entités de KNDS France chargée d'exploiter ses diverses possibilités d'usage.

CI : Pourquoi avoir cofondé Printing Bourges ?

IH : Pour deux raisons. D'une part : mieux appréhender la technologie, en particulier la FA métallique, moins accessible, et monter en compétences et connaissances tant sur le matériel

que sur les matériaux afin de l'exploiter de façon optimale. D'autre part : en tant qu'intégrateur, KNDS doit pouvoir s'appuyer sur une filière qui maîtrise la FA et la faire monter en compétences à ses côtés. Nous nous devons d'apporter du crédit à nos chefs de projets pour qu'ils insufflent de la confiance à leurs partenaires sur cette technologie que nous utilisons dans 3 domaines : prototypage / outillage, produits neufs / ruptures technologiques et rechange / traitement d'obsolescence / optimisation technico-économique.

En deux ans, la plateforme a atteint des résultats extrêmement positifs. Elle agrège en effet PME et donneurs d'ordres dans une vraie dynamique de partage de connaissances. Elle permet d'obtenir des coûts de création de pièces

« ... La plateforme a atteint des résultats extrêmement positifs. »

avantageux *via* le recours à ses machines et à la mutualisation des investissements. Nous travaillons sur des cas concrets pour ne pas faire miroiter à nos partenaires des objectifs inatteignables et garder en tête l'importance de la fiabilité des solutions que nous proposons chez nos clients, des vies sont en jeu !

Printing Bourges est un vrai succès. Depuis l'an dernier, des premières pièces passent à la série en FA. C'est un travail d'équipe. Le Cetim fédère un écosystème jusqu'ici disparate : il engrange le savoir et en fait bénéficier les autres acteurs. KNDS et MBDA apportent leur dynamique et agrègent toujours plus de PME qui deviennent elles-mêmes moteurs de la plateforme. Tous ont bien saisi son côté vertueux. En autorisant l'acquisition de machines de technologies variées par la mutualisation, elle élargit le cercle d'utilisateurs potentiels. La fabrication additive n'en est qu'au commencement, et les solutions nouvelles se développent à un rythme soutenu. Par le partage, on va plus vite et plus loin ! ■

Propos recueillis par Christophe Duprez

Procédés de fabrication

L'intelligence artificielle mise au service de l'usinage

Il est possible de rendre la machine-outil plus intelligente, grâce à l'analyse de données et aux capacités d'apprentissage de l'intelligence artificielle. Les avancées opérées par le projet stratégique sectoriel Machine-outil intelligente et connectée fournissent des outils d'aide à la décision pertinents et réactifs.

Démontrer comment l'Intelligence artificielle (IA) peut transformer l'usinage industriel en tirant parti des données. C'était l'objectif du Projet stratégique sectoriel Machine-outil intelligente et connectée (MOIC).

Les processus de production industrielle produisent de plus en plus de données. Or, une grande partie des données générées par les machines-outils ne sont pas ou peu exploitées par les industriels. Pourtant, il existe aujourd'hui des techniques de capture et de traitement de l'information ainsi que des solutions d'interprétation des données et de prise de décision qui permettent une action sur les paramètres d'usinage ou toutes autres commandes de la machine-outil. Mené depuis 2022 et achevé en décembre dernier, MOIC s'est attaché à tirer parti de la richesse des données et à développer et mettre en œuvre des démonstrateurs de machine-outil intelligente et connectée.

Développement de démonstrateurs

Le projet s'est appuyé sur quatre axes clés : le développement de démonstrateurs technologiques, la maintenance connectée et prédictive, l'analyse des contraintes



[À voir sur la chaîne Youtube Cetim France](#)

Le système développé dans le cadre du projet Machine-outil intelligente et connectée permet de collecter des données sur la machine et de prendre des décisions éclairées à partir de ces informations.

résiduelles et la métrologie embarquée, et l'exploitation des données par intelligence artificielle. « L'objectif était de fournir aux industriels une vision concrète de ce que l'IA peut apporter en usinage, à travers des preuves de concept mises en œuvre sur une véritable machine », explique Roger Busi, en charge de cet axe dans le projet. Pari gagné puisque MOIC a donné naissance à des démonstrateurs capables de dialoguer en temps réel avec la machine-

outil et de prendre des décisions éclairées à partir de données issues du processus d'usinage.

Un tour équipé pour nourrir une IA

Au cœur de l'expérimentation, un tour de décolletage équipé d'un embarreur pour l'usinage de pièces de 20 à 30 mm de diamètre a été équipé de capteurs installés au plus près de la zone de coupe afin de mesurer les efforts de coupe, les vibrations, la puissance moteur de broche...

Un système d'acquisition développé par le Cetim permettait de synchroniser la collecte des données avec les opérations critiques de la machine. C'est ici que l'IA entre en scène via le Machine Learning (ou apprentissage machine). Il s'agit d'un sous-domaine de l'IA qui permet à un système d'apprendre et de s'améliorer de manière autonome à l'aide des réseaux de neurones, en étant alimenté par une variété de données. Contrairement à l'algorithmique classique, le

Machine Learning ne repose pas sur des règles prédéfinies, mais sur l'apprentissage à partir d'exemples. Plus les données sont variées et bien étiquetées, plus l'algorithme peut extraire des modèles (on parle de patterns) fiables pour reconnaître une situation ou anticiper un comportement.

Reconnaître la matière usinée

Premier défi relevé par le projet : s'assurer que la matière usinée est bien celle attendue. Un enjeu de qualité critique pour l'industrie. En analysant les signaux issus des capteurs pendant l'usinage d'une pièce simple, l'équipe a mis en évidence des signatures caractéristiques propres à chaque matériau : acier, laiton, inox... Un réseau de neurones - algorithme de Machine learning inspiré du fonctionnement du cerveau humain - a été entraîné sur une dizaine de pièces issues de différentes matières. L'apprentissage, réalisé en une matinée, a suffi à créer un modèle capable de distinguer les matériaux avec une précision intéressante.

Lors des tests, huit matières différentes ont été utilisées, dont deux nuances proches issues de fournisseurs distincts. Le modèle IA a su, à partir des données fournies par les capteurs embarqués sur la machine, identifier la matière en cours d'usinage avec un taux de probabilité maîtrisé, permettant de vérifier en temps réel la conformité du lot.

Détection des effets des vibrations parasites

Deuxième problématique abordée par MOIC : la détection de vibrations indésirables pendant l'usinage, susceptibles d'altérer la qualité de surface de la pièce

produite. Ce qui est particulièrement dommageable pour les surfaces fonctionnelles d'une pièce, car cela peut compromettre la performance d'un assemblage. La détection de ce phénomène est d'autant plus délicate que sur un lot de pièces produites sur une même machine, une seule d'entre elles peut être « vibrée » et suffit à générer ainsi un problème de non-qualité.

Un second réseau de neurones, structuré différemment du premier, a été mis en œuvre pour reconnaître les profils de surface dits « sains ». L'apprentissage a été réalisé à partir de données issues de pièces bien usinées, dans des conditions optimales. Une fois le modèle entraîné, le système pouvait, en cours de production, analyser en temps réel les données de surface et détecter toute anomalie due à une vibration excessive. Là encore, la déci-

sion était prise en quelques secondes.

Vers la génération automatique de programmes

Le cœur de la solution développée repose sur un séquenceur logiciel tournant sur un PC. Celui-ci synchronise les opérations de la machine-outil, déclenche l'acquisition des données, appelle le modèle d'IA approprié et restitue un diagnostic en moins de cinq secondes, le tout sur un ordinateur non optimisé pour l'IA. Cette architecture assure une interaction fluide et intelligente avec la machine, permettant de fournir un résultat favorisant la prise de décisions en temps réel : continuer l'usinage, stopper la production, ou alerter un opérateur.

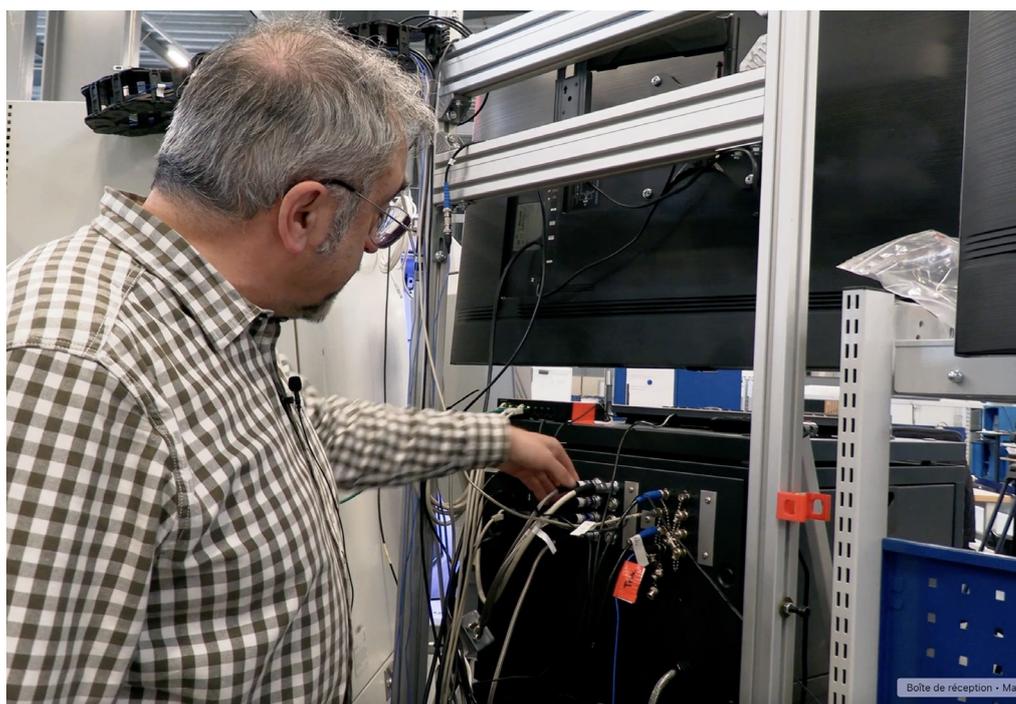
Pour aller plus loin, une piste exploratoire prometteuse a été ouverte avec un prestataire spécialisé en IA : la génération

automatique de programmes ISO à partir d'un plan de pièce. Si les premiers résultats sont encourageants, le principal obstacle réside dans la lecture et l'interprétation automatique des plans techniques, qu'ils soient au format PDF ou issus de la CAO. Le défi consiste à extraire les entités géométriques pertinentes (alésages, chanfreins, filetages, etc.) pour générer le code machine correspondant. Le projet a amorcé ce chantier, mais le chemin reste long pour atteindre un outil réellement opérationnel. ■ YB

Contact : Roger Busi



Cliquez pour découvrir la vidéo



Pour alimenter l'intelligence artificielle un tour a été équipé de multiples capteurs. Un séquenceur logiciel sur PC se charge de synchroniser les opérations.

Méthodes, usinage, manutention-levage-stockage

Trois études et veilles pour préparer l'avenir

Au sommaire de notre sélection de sujets : une méthode pour solidifier et alléger les assemblages soudés, des stratégies pour réduire l'empreinte environnementale des machines-outils et un panorama des nouveaux carburants alternatifs pour engins off-road

1 Surcharger pour mieux alléger : effets d'une précharge sur les assemblages soudés

Appliquer une surcharge maîtrisée dès la fabrication pour optimiser la tenue en fatigue des structures soudées tout en réduisant les épaisseurs. C'est la piste explorée depuis 2019 dans le cadre de travaux portés par le Cetim évaluant l'impact d'une précharge locale sur différents assemblages soudés.

Souvent imposées par les normes - proof load pour les équipements de manutention, essais de survitesse pour les turbomachines, surpressurisation des équipements sous pression -, ces techniques sont généralement mises en œuvre avant la mise en service, sans réelle évaluation de leurs conséquences sur la tenue en fatigue à long terme. Pourtant, en modifiant le champ de contraintes résiduelles, une précharge bien dimensionnée peut améliorer la résistance mécanique de structures, tout en autorisant une réduction des épaisseurs dès la conception avec, en bonus, des gains sur les



©Danni Emsky_AdiStock

approvisionnements et la mise en œuvre.

L'étude « Effet d'une précharge sur un assemblage soudé » (9Q490) documente précisément les configurations analysées (raidisseurs longitudinal et transversal, avec ou sans transmission d'efforts, en nuances S355 et S690), les niveaux de précharge appliqués et les conditions d'essai. Les résultats mettent en évidence des

hausse notable des classes de fatigue (FAT) selon le niveau de précharge appliqué en pied de cordon : pour un raidisseur transversal de détail F en S690, la FAT passe de 112 sans précharge à 160 avec la précharge maximale. Même tendance pour les détails W3, même si l'amorçage de fissure reste localisé en racine. Les aciers à Haute limite d'élasticité (HLE) tirent particulièrement profit

de ce procédé, en conjuguant gain de résistance et moindre sollicitation globale pour un même niveau de précharge locale. ■

Contact : Lauriane Guilmois



Cliquez pour télécharger le rapport

2 Réduire l'empreinte énergétique des machines-outils

Jusqu'à 50 % de la consommation d'une machine-outil peuvent provenir de phases non productives. Dans un contexte de réduction de la consommation d'énergie et des émissions de CO₂, plusieurs stratégies permettent d'optimiser l'efficacité énergétique de ces équipements sans compromettre leurs performances globales. Détaillées dans la note de veille « Comment réduire la consommation énergétique des machines-outils », elles permettent de réduire les coûts d'exploitation et de prolonger la

durée de vie des équipements. Ainsi, l'éco-conduite vise à piloter intelligemment les équipements : arrêt automatique des systèmes auxiliaires, récupération d'énergie, veille optimisée, pilotage adaptatif... Plusieurs fabricants (Okuma, Mazak, Haas) proposent déjà des solutions comme l'arrêt programmé des composants et le suivi énergétique en temps réel. Avec son Greenmode, DMG Mori annonce jusqu'à 30 % d'économie sur la consommation globale, tandis que Tornos récupère jusqu'à 70 % de l'énergie de freinage et que

Brother réduit de 80 % la consommation par cycle. Enfin, le projet FactoryLab Smart Standby, mené avec Safran, Stellantis Naval Group et SLB, affiche des gains de 10 à 50 % sur les consommations d'énergie des machines.

Le dimensionnement optimal est une autre voie qui vise à éviter les surcapacités énergivores (broches surpuissantes, moteurs surdimensionnés) et à opter pour des machines calibrées au plus juste. En réduisant la puissance installée, les pertes à vide et les consommations inutiles, une

machine bien dimensionnée peut en effet consommer jusqu'à trois fois moins qu'un modèle surcapacitaire pour une même tâche et à performance égale. Adoptée par certains constructeurs, l'approche « done-in-one » concentre quant à elle toutes les étapes d'usinage en une seule machine, limitant ainsi les transferts de pièces et les pertes associées. ■



Cliquez pour télécharger la note de veille

3 La décarbonation des engins off-road s'accélère

Grues mobiles alimentées en Huile végétale hydrotraitée (HVO), économisant jusqu'à 6 500 tonnes de CO₂ par an, sans modification moteur (Liebherr) ou moteurs à hydrogène montés sur des pelleuses et des groupes électrogènes, désormais homologués en Europe (JCB)... Matures ou de rupture, ces innovations présentées dans la note de veille « Développement des carburants alternatifs pour les moteurs à combustion interne » illustrent les alternatives explorées pour décarboner les moteurs thermiques dans les engins off-road, en particulier les machines de Manutention, levage et stockage (MLS). Si à court terme, les HVO s'imposent comme solution



© Adobe Stock scharfsm86

immédiate, d'autres carburants alternatifs pour moteurs à combustion interne sont à l'étude comme le biodiesel (FAME). Sensible au froid et au vieillissement, il reste pour le moment limité à des mélanges faibles sur de

nombreux engins MLS. Haulotte, par exemple, n'en recommande l'usage qu'à hauteur de 7 % dans ses moteurs qui, par ailleurs, acceptent le HVO pur. Plus ambitieux, les e-fuels combinent hydrogène vert et CO₂ capté pour produire

des carburants compatibles avec les moteurs et infrastructures actuels. Leur potentiel est élevé, mais leur industrialisation est toujours en cours. Enfin, les moteurs H2ICE conjuguent robustesse des architectures thermiques et combustion d'hydrogène à haut rendement. Déjà testés dans des conditions sévères, ils présentent des performances proches, voire supérieures, à celles des moteurs diesel et des émissions quasi nulles, ouvrant ainsi une voie crédible à la décarbonation du parc off-road, sans rupture technologique radicale. ■

Contact : Gaël Guégan



Cliquez pour télécharger la note de veille

Osiris agriculture

L'irrigation des cultures maîtrisée grâce à la robotique

Le Cetim a accompagné Osiris Agriculture dans le développement d'Oscar, son robot autonome destiné à simplifier l'irrigation des champs. Avec succès puisque la startup ne cesse de croître, dans le respect des différentes directives européennes.

Quoi de plus naturel pour une jeune pousse que de s'épanouir dans le milieu agricole ? C'est le cas d'Osiris Agriculture, startup en pleine croissance qui compte actuellement une vingtaine de collaborateurs, quatre ans après sa création par trois jeunes ingénieurs, Henri Desesquelles, Rodolphe Cockenpot et Léon Guyart.

Tous les trois fils d'agriculteurs, ces jeunes entrepreneurs ont été sensibilisés très tôt à la problématique de l'irrigation, tâche à la fois chronophage et éreintante mais qui ne s'avère pas moins nécessaire à cette activité. Pour eux, c'est une évidence : sans eau, pas de production ! Faute de pouvoir la supprimer, ils ont donc cherché une solution afin de la simplifier. C'est ainsi qu'Oscar a vu le jour. Disponible sous la forme d'un service, ce robot, susceptible également d'être utilisé pour la fertilisation et la protection des cultures, prend en charge l'irrigation sur l'ensemble de la saison. Amené et paramétré par les équipes d'Osiris Agriculture sur les parcelles à traiter, il y restera pendant toute la période, arpentant quotidiennement entre 12 et 25 hectares pour y déposer, au moyen d'un tuyau pouvant atteindre 600 mètres et d'une



À voir sur la chaîne
Youtube Cetim France

Oscar, le robot autonome d'Osiris Agriculture, permet d'économiser du temps, de l'eau et de l'énergie dans l'irrigation des cultures.

rampe comprise entre 24 et 36 mètres, la dose d'eau juste nécessaire à chaque plante. Sa connaissance détaillée des parcelles obtenue grâce à un recours à l'intelligence artificielle permet de prendre les meilleures décisions en suivant l'avancée de son travail et de moduler son intervention en fonction des besoins. Oscar se révèle autonome non seulement dans ses mouvements, grâce à une navigation en GPS RTK - très appréciée dans le milieu agricole car permettant une précision centimétrique - mais, aussi, en matière énergétique. Il

intègre en effet une turbine et un alternateur. Grâce à l'eau qui arrive sous pression dans le tuyau, il est capable de produire sa propre énergie électrique et de la redistribuer dans ses différents composants : moteurs, direction... A l'arrivée, Oscar permet d'obtenir une économie de 90 % de temps, de 30 % d'eau et de 20 % d'énergie par rapport à un système d'irrigation classique de type enrouleur.

Objectif :
garantir le marquage CE
Le défi relevé par Osiris Agriculture ? Réaliser un

ensemble robotique pointu à la fois robuste, sûr, adapté au milieu agricole et capable de fonctionner en parfaite autonomie sans supervision humaine.

Sur le volet sécuritaire, la jeune pousse a fait appel aux spécialistes du Cetim. Ils ont travaillé ensemble pendant près de trois ans sur les différentes fonctionnalités de la machine, de façon à lui permettre d'irriguer en toute sécurité. Cette aide avait plus particulièrement comme objectif la nécessaire obtention de la certification CE (Conformité européenne),



© Cetim

Rodolphe Cockenpot, cofondateur d'Osiris Agriculture

“ Nous avons travaillé avec le Cetim sur les différentes fonctionnalités de la machine. Il nous a aidés pour la certification européenne CE. A chaque étape, il a apporté son expertise pour que nous obtenions les bons documents afin d'être sereins sur sa certification. ”

extrêmement complexe à cerner pour une entreprise de la taille d'Osiris Agriculture. Pour la décrocher, un roboticien se doit en effet de répondre à trois grandes directives : la directive machines - qui assure au niveau européen une harmonisation des réglementations techniques de conception afin d'assurer la santé et la sécurité des utilisateurs -, la directive CEM - qui porte sur la compatibilité électromagnétique des appareils - et la

directive RED - qui concerne la mise sur le marché des équipements radioélectriques. Autant de textes et d'exigences que le Cetim maîtrise parfaitement. Le travail a suivi trois grandes phases. La première a porté sur l'analyse des risques, condition préalable indispensable avant de passer à la seconde : réfléchir à la façon de réduire les risques en trouvant des solutions permettant à la machine d'accomplir ses tâches en toute

sécurité. Enfin, la dernière a consisté à tester les différentes solutions proposées. Le Cetim a apporté son expertise et sa rigueur à chacune de ces étapes pour que la startup obtienne in fine les documents indispensables à la certification de la machine.

Un futur prometteur

Osiris Agriculture est sur le point de récolter les fruits de son dur labeur. Quatre modèles de machines ont en effet d'ores et déjà vu le jour, chacun testé directement chez plusieurs agriculteurs pendant une saison complète d'irrigation. À chaque fois avec des retours plus que positifs.

La jeune pousse travaille actuellement sur la cinquième génération de sa machine, qui sera déployée dès cette année chez plusieurs professionnels avec un objectif bien précis : rendre la machine toujours plus accessible, ergonomique, robuste, économe, mais aussi - et surtout - versatile, c'est-à-dire susceptible d'être déployée encore plus facilement sur le terrain. Ses travaux actuels portent ainsi plus particulièrement sur sa « tractabilité » afin de permettre à Oscar de se déplacer facilement entre deux parcelles grâce à un tracteur. ■ CD

Contact : Sylvain Acoulon



© Cetim



© Cetim

Osiris Agriculture assemble chacun de ses robots dans ses locaux d'Illies, près de Lille (59).



Cliquez pour découvrir la vidéo

Décarbonation dans l'industrie

Un guide tout en pratique, version 2025

L'édition 2025 du Guide pratique de décarbonation dans l'industrie mécanique offre de nombreux compléments permettant aux industriels d'engager des démarches de transition pas à pas.

Publié sous la bannière Mecallians, le Guide pratique de la décarbonation dans l'industrie mécanique connaît en 2025 une nouvelle édition largement étoffée. Dans un contexte où la pression réglementaire se renforce (loi Industrie verte, CSRD, MACF...), et où les enjeux environnementaux deviennent stratégiques pour la compétitivité industrielle, cette nouvelle version répond à une attente claire : fournir des clés opérationnelles pour agir.

Une méthode éprouvée, enrichie et structurée

Le guide repose toujours sur une démarche en cinq grandes étapes – stratégie, évaluation, mise en œuvre, communication et bilan – mais l'approche gagne en maturité. La logique d'amélioration continue (PDCA) est explicitée, des outils de diagnostic stratégique sont proposés, et la mise en œuvre s'inscrit désormais dans une dynamique globale de transformation des modèles économiques.

Avec plus de 60 fiches indépendantes et interconnectées, cette édition va aussi plus loin dans la personnalisation. Usinage, forge, plasturgie, traitement thermique, fonderie... chaque métier industriel peut construire son propre parcours de décarbonation. Des exemples d'entreprises permettent aux lecteurs de s'identifier à des cas concrets.



Adaptation au changement climatique, bilan Gaz à effet de serre (GES), décarbonation produit orientée vers l'éco-conception : c'est la nouveauté majeure avec l'intégration de fiches spécifiques à la comptabilité carbone (scopes 1, 2 et 3) et à l'empreinte produits, avec une attention portée sur les outils mobilisables.

Vers une performance globale

L'édition 2025 intègre également les dernières évolutions réglementaires françaises et européennes : extension du bilan GES obligatoire, exi-

gences de la CSRD, règlement européen sur l'écoconception, taxonomie verte, mécanisme d'ajustement carbone aux frontières... Le guide aide les industriels à comprendre et anticiper ces changements, et aussi à structurer leur réponse pour valoriser leurs engagements. Au-delà des obligations, le guide défend une vision offensive : décarboner, c'est aussi innover, se différencier et capter des marchés. Il met l'accent sur les bénéfices économiques, commerciaux et financiers d'une démarche ambitieuse, tout en outillant les entreprises pour identifier les bons

leviers – sobriété, efficacité, substitution, énergies renouvelables – et piloter les actions grâce à des indicateurs clairs. Disponible en ligne gratuitement, ce guide 2025 s'impose comme un compagnon de route essentiel pour les acteurs de l'industrie qui veulent allier performance industrielle et transition écologique. ■ AD

Contact : Viet Long Duong



Cliquez pour télécharger le guide

Formation

Une chaîne de valeur dédiée à l'électrification de la mobilité

L'électrification de la mobilité constitue un pilier de la décarbonation, à condition de s'y adapter. Pour permettre aux industriels d'organiser leur montée en compétences plus sereinement, ce thème bénéficie d'une approche « chaîne de valeur » dans l'offre Cetim Academy.

L'électrification de la mobilité s'avère centrale pour décarboner les déplacements de personnes et de marchandises. Aucun type de transport n'y échappe, de l'automobile à l'aéronautique, en passant par le naval, le ferroviaire... et même les engins off-road entament leur mue vers l'électrique. Cette tendance forte impacte non seulement les constructeurs mais aussi leurs fournisseurs, quel que soit leur rang, contraints de transformer leurs productions rapidement et efficacement afin d'apporter les solutions appropriées.

**30 modules concernés**

Parce que la montée en compétence des industriels touche de multiples domaines, le Cetim a décidé de lui appliquer l'approche « chaîne de valeur ». L'offre de formations Cetim Academy liée à l'électrification regroupe ainsi plus de 30 modules, regroupés dans six étapes clés : les matériaux, les procédés de fabrication et d'assemblages, la conception multiphysique, la sécurité/sûreté de fonctionnement, l'optimisation et le stockage de l'énergie et la transmission électromécanique.

Dans les formations Matériaux, on retrouve notamment des sessions sur les matériaux magnétiques pour actionneurs et capteurs (K37), l'aluminium

et ses alliages (MAL2) ou encore les composites avec la formation TPH01.

La partie Procédés de fabrication et d'assemblage couvre quant à elle la découverte des procédés en fabrication additive et application (FA02) pour l'allègement des structures, la mise en forme et le frittage des poudres (K30) et les bases de la forge à froid (FGA12), mais aussi la propreté des pièces mécaniques (PROP01) et le choix d'une technologie d'assemblage (K82).

Incontournable dans ce domaine qui mêle mécanique, électricité et électronique, la partie Conception multiphysique intègre aussi bien la

notion de démarche d'écoconception et l'introduction à la CEM (K18) que le magnétisme pour la mécatronique ou la mesure et l'analyse du bruit et des vibrations des machines (N31).

La section Sécurité et sûreté de fonctionnement regroupe quatre formations dont « Intégrer la sûreté de fonctionnement en conception » (SDF01), la pratique de l'Amdec produit et de l'Amdec process (AMD01) et la maîtrise de la fiabilité des essais (L64).

Au chapitre Energie, on retrouve la formation FG2 : Quelle batterie pour un produit toujours plus autonome ? Enfin, la partie Transmission

électromagnétique est la plus fournie avec 10 formations proposées, allant de l'analyse de défaillance appliquée aux engrenages et aux roulements (ADERE) à l'optimisation vibro-acoustique des transmissions par engrenages (TRVIB), en passant par l'analyse et le diagnostic des machines tournantes (N50), la lubrification et la sélection des joints et systèmes d'étanchéités. ■

Contact : Jérémy Viale



Cliquez pour découvrir la chaîne de valeur

Savoir mesurer en environnement hydrogène



© Adobe Stock - Shawn Hempel

Il reste encore du chemin à parcourir mais l'hydrogène constitue une piste à explorer pour décarboner l'industrie. Pour cette raison, le catalogue Cetim Academy intègre désormais toute une série de formations sur ce thème. L'une d'entre elles est spécialement dédiée aux capteurs et mesures dans cet environnement très particulier, intitulée : « Capteurs et mesures en environnement hydrogène » (HY19). S'adressant prioritairement aux ingénieurs et techniciens qui y ont recours, elle a pour objectif de leur permettre d'identifier les spécificités et les contraintes de mise en œuvre de ces appareils et de détecter les points clés dans leurs différentes fiches techniques afin d'opter *in fine* pour le capteur adapté. Durant ce cursus, un expert technique de ce type d'instrumentation expose sur une journée les spécificités de l'hydrogène pour des mesures physiques, les contraintes de mise en œuvre et les risques liés, les solutions techniques apportées par les capteurs – qu'ils soient de pression, de débit ou de force –, et développe concrètement, à partir d'exemples, des mesures de température. Une synthèse collective et un quiz permettent de finaliser cette formation, également disponible en intra-entreprise. ■



Cliquez pour découvrir cette formation

Contact : Patrick Gacek

L'intelligence artificielle au service de l'industrie

A l'heure où l'Intelligence artificielle (IA) semble envahir la sphère tant professionnelle que privée, suscitant de nombreuses interrogations, l'industrie n'échappe pas à la révolution en cours et le Cetim lui dédie une formation spéciale intitulée : « Initiation à l'IA pour le contrôle qualité » (IA01).

Sur une journée, chefs d'entreprise, responsables qualité ou production, techniciens, ingénieurs et professionnels y découvrent comment l'IA peut s'intégrer concrètement et efficacement dans leurs différents processus.

Un docteur ingénieur en CND doté d'une solide expérience en IA pour le contrôle leur expose les notions fondamentales (Machine Learning et Deep Learning compris), les aide à identifier les différents domaines d'application industriels et décrypte les

étapes nécessaires à la mise en place de solutions. Les avantages de ces technologies, mais aussi les défis qu'elles impliquent, notamment en termes de données, de compétences et de coûts, sont abordés. Enfin, tout en analysant des cas d'usage (contrôle qualité, maintenance prédictive, optimisation de la chaîne d'approvisionnement...), formateur et stagiaires identifient ensemble des applications possibles spécifiques à chaque entreprise, en fonction notamment de leurs besoins et de leur maturité numérique.

Un quiz valide l'acquis des connaissances à la fin de cette formation disponible également en intra-entreprise. ■



Cliquez pour découvrir cette formation

Pour concevoir des produits fiables et plus sûrs

Le Cetim propose une nouvelle formation dans le cadre de sa chaîne de valeur « électrification ». Intitulée « Intégrer la sûreté de fonctionnement en conception », elle permet de sensibiliser les acteurs de l'entreprise concernés (techniciens et ingénieurs de bureaux d'études, chef de projet, responsable qualité ou d'unité...) à l'importance de ce thème de manière à proposer des produits plus fiables et plus sûrs.

Fort d'une solide expérience dans ce domaine, le formateur leur enseigne tout d'abord les notions de base de la sûreté de fonctionnement, qu'il définit à travers ses grandes composantes. Il décrit ensuite la démarche générale permettant de l'intégrer dans l'entreprise, tout en sensibilisant les stagiaires

sur les principaux outils utilisés dans l'industrie pour une analyse tant qualitative (analyse fonctionnelle ou préliminaire des risques, diagrammes causes-effets, méthode Amdec qui permet de rechercher comment un processus pourrait mener à une non-conformité et les éventuelles conséquences...) que quantitative : bases de données, essais et bloc diagramme de fiabilité, arbre de défaillance... Il travaille avec eux en atelier et à partir de cas concrets potentiellement propres à leur entreprise. Un QCM final valide leurs connaissances. ■



Cliquez pour découvrir cette formation