cetim.fr

cetim infos

Osez le futur

HORS-SÉRIE - MARS 2020

Dossier : L'usinage se réinvente

Édito
Une vision commune de l'usinage

©Studios Bruno Cohen

Depuis plus de 10 ans, le congrès Intercut rassemble le monde industriel et celui de la recherche autour des besoins actuels de l'industrie mécanique et d'une vision commune de l'usinage du futur.

La dernière édition, organisée à Cluses les 29 et 30 janvier 2020 par le consortium Intercut Network (Arts et Métiers, Enise et Cetim) a rassemblé plus de 250 personnes, venues s'informer et échanger autour des évolutions en usinage : IOT, connectivité machine, digitalisation, nouvelles tendances de machines intelligentes, élimination du plomb dans les alliages à usinabilité améliorée, etc.

Ce rendez-vous, toujours aussi plébiscité, permet d'apporter aux industriels une vision concrète de ce que seront les métiers de l'usinage dans les années à venir ainsi que les outils et méthodes qui peuvent être mis en place dès aujourd'hui dans les entreprises pour anticiper et accompagner ces changements. Ce congrès est également une occasion privilégiée pour les acteurs de la recherche d'enrichir leurs échanges avec les industriels, qu'ils soient sous-traitants ou grands donneurs d'ordres, afin d'identifier, de mener et d'orienter des projets qui permettront de réaliser des gains, d'améliorer la compétitivité des entreprises et de diffuser les technologies de l'industrie du futur.

Je vous invite à parcourir ce dossier, condensé des moments forts de cette édition, des sujets partagés et des innovations présentées.
Bonne lecture.

Olivier Burel, Cetim, directeur du site de Cluses

Sommaire

P. 3
Automobile et aéronautique
Témoignages croisés sur l'évolution des moyens de production

P. 6
Démonstrateurs
Quatre technologies pour préparer l'avenir

P. 8
Veille
Demain se prépare aujourd'hui

P. 9
Études
Un usinage toujours plus vert

P. 10
Congrès Intercut 2020
Retour en images

Automobile et aéronautique

Témoignages croisés sur l'évolution des moyens de production

Le monde des transports et de la mobilité connait de fortes évolutions. Quelles conséquences pour les industriels de l'automobile et de l'aéronautique et pour leurs équipements de production ? Éléments de réponses par quatre acteurs de ces secteurs, réunis lors d'une table ronde sur Intercut 2020.

Selon les industriels de l'automobile et de l'aéronautique, les machines de demain devront être plus flexibles et plus agiles. Les technologies numériques et de communication entre les moyens de production joueront également un rôle clé pour raccourcir les temps de lancement des séries et optimiser les processus.

© Fotolia Ekkasit919

Comment évoluent et vont évoluer vos outils de production dans les années à venir ? C'est la question posée à Pierre Deschenau, responsable des moyens industriels et techniques de Dassault Aviation, Patrice Leroux, Powertrain Process Expert Leader dans le Groupe Renault, Olivier Martin, directeur R&D/Innovation de Mécachrome, et à Christophe Pezet, président de Pierre Pezet SAS, lors d'une table ronde sur Intercut 2020. L'occasion pour les nombreux participants aux Rencontres internationales de l'usinage de faire un point sur les grandes tendances qui marquent deux marchés clés dans l'Hexagone : l'automobile et l'aéronautique, et de mesurer leurs conséquences dans les usines, dans les ateliers d'acteurs de référence.

Dans l'aéro, flexibilité et agilité

Dans le secteur aéronautique, les industriels donnent la prime à la flexibilité. Acteur emblématique français, Dassault Aviation a depuis plusieurs années revu sa stratégie en termes d'usinage, en se concentrant uniquement sur la réalisation de ses pièces dites critiques, à haute valeur ajoutée, souvent complexes et usinées dans des matériaux très durs, dont le titane. *« Nous devons traiter une multitude de pièces à la variété dimensionnelle très importante et des lots de petites tailles (1 à 10). Nous avons donc besoin de moyens agiles, flexibles et de haute précision »*, commente Pierre Deschenau. Bien sûr, l'avionneur cherche toujours à optimiser ses coûts. Pour autant, *« sur les lignes actuelles, les performances en usinage sont telles que ce n'est pas nécessairement le facteur le plus important de gain. Nous travaillons surtout sur la définition des outillages, la programmation et le traitement de surface en sortie de lignes d'usinage, en considérant le process de fabrication dans sa globalité ».* >>>

Ces nouvelles contraintes se retrouvent dans toute la supply-chain du secteur. Exemple chez Pierre Pezet SAS, sous-traitant spécialisé dans les pièces très complexes pour des clients aéronautiques comme Thalès Avionics ou Safran Seats. *« La flexibilité et l'agilité sont essentielles. Nous devons pouvoir switcher rapidement d'une pièce à l'autre, d'un modèle à l'autre »*, note Christophe Pezet, son dirigeant. Autre évolution forte : les délais qui se tendent. *« On est challengé sur les temps de livraison, sur les délais. On a besoin de disponibilité machine pour pouvoir en passer plus, d'accélérer les cadences même en petites séries. »* L'automatisation des machines est une voie, en particulier alors que la main d'œuvre qualifiée se fait rare. Le point dur ? *« Il faut régler vite, programmer vite. On peut aller jusqu'à une à deux journées de programmation pour certaines pièces. Nous cherchons des solutions pour réaliser ces tâches plus vite »*.
Confirmation chez Mécachrome. *« Nous sommes sous-traitants. Certains de nos donneurs d'ordres sont très exigeants sur la partie technique, ce qui nous oblige à avoir des machines très performantes, mais nous devons aussi nous adapter aux fluctuations du marché et répondre à certaines stratégies qui sont indépendantes de la performance pure ou économique. Il nous faut absolument de la flexibilité pour faire face à l'imprévisible »*, explique Olivier Martin, le Directeur R&D/Innovation. Pour la partie technique pure, l'entreprise s'investit dans des explorations d'avant-garde, à l'image de l'assistance cryogénique. Mais reste un autre obstacle à surmonter : *« Nos TRS [taux de rendement synthétique, NdlR] ne sont pas aussi élevés que nous le souhaiterions. Il faut progresser sur ce sujet »*, indique-t-il.

© DR

« Nous venons de faire des investissements qui seront là plusieurs années. À l'avenir, il faut encore travailler sur la réduction des cycles : programmation, posts-traitements, finition des pièces… »

Pierre Deschenau, Responsable des moyens industriels et techniques de Dassault Aviation

Dans l'auto, gérer la diversité

Dans l'automobile, la volatilité des marchés est palpable avec la disparition progressive des motorisations diesel, la remontée des moteurs thermiques essence et la montée en puissance de modèles électriques.
« Cette coexistence des besoins nous pousse à mettre en œuvre de la flexibilité par ligne de produit », commente Patrice Leroux, Powertrain Process Expert Leader. Avec l'arrivé du véhicule électrique, le métier évolue. *« On ne parle plus de pistons, de bielles et de bougies, mais de rotors et des stators… C'est un autre métier, même si on retrouve nos compétences de base dans le moteur électrique, notamment pour l'usinage des carters et la production des transmissions »*, explique-t-il. Les moyens utilisés, en particulier en usinage, sont donc toujours les mêmes, notamment des centres d'usinage agiles, mais *« la volatilité des technologies fait que certains moyens seront peut-être poubélisables dans 5 à 8 ans. C'est très nouveau pour nous qui capitalisons parfois en termes de techno sur plusieurs dizaines d'années »*, prévient-il. Enfin, la technologie progresse. *« Pour alléger les moteurs thermiques, par exemple, les chemises traditionnelles sont remplacées par de la projection de matière. Nous devons alors usiner des matériaux très durs et il nous faut donc de la rigidité. Autre exemple, nous réalisons désormais du rodage sur centre d'usinage. On n'imaginait pas cela il y a 20 ans »*, poursuit le Powertrain Process Expert Leader.
Les solutions ne manquent pas. Pour accélérer les changements de productions, les industriels travaillent notamment sur les prises de pièces, avec des outillages capables de s'adapter à plusieurs références. Dans ses activités pour l'automobile, Mécachrome joue la carte de la modularité. *« Nous ne pouvons nous payer des machines transferts. Notre stratégie c'est d'utiliser des machines standard combinées pour créer des lignes. Cela fonctionne bien quand on reste dans le même type de technologie, les moteurs thermiques par exemple »*, explique Olivier Martin.

© DR

« Collecter des données peut être une bonne chose… à condition de savoir quoi faire avec ! »

Olivier Martin, Directeur R&D et Innovation de Mécachrome

> « La volatilité des technologies fait que certains moyens seront peut-être poubélisables dans 5 à 8 ans. C'est très nouveau pour nous qui capitalisons parfois en termes de techno sur plusieurs dizaines d'années. »
>
> **Patrice Leroux, Powertrain Process Expert Leader dans le Groupe Renault**

© DR

Fabrication additive et industrie 4.0

Face à ces contraintes fortes, le passage de l'usinage à la fabrication additive constitue-t-il une solution ? Pour certains, oui. *« Nous avons identifié des ensembles de pièces avec des gains de poids jusqu'à 40 % »*, note Pierre Deschenau. Renault utilise pour sa part près de 200 machines 3D plastiques et polymères dans ses usines pour faire du prototypage et du Kitting, mais aussi de l'outillage. *« Sur ce type d'application, on rentabilise une machine en 6 semaines ! »*, déclare Patrice Leroux. En revanche, pas question de faire des pièces de série en fabrication additive : la résistance des pièces, notamment à la température, est encore trop faible et de leur coût de production encore trop élevé.

Quid de la fabrication additive métallique en grande série ? *« Pas avant 10 ou 15 ans »*, annonce Patrice Leroux. Confirmation chez les sous-traitants. Chez Pezet et chez Mécachrome, les investissements importants réalisés en 2014 pour l'un, en 2007 pour l'autre, n'ont pas trouvé la rentabilité, sans compter les besoins nouveaux de contrôle et de caractérisation associés.

© DR

« En revanche, les technologies de rechargement peuvent être intéressantes car elles sont plus rapides que la fonderie », note Olivier Martin.

Quid des machines connectées ? Les données de productions sont-elles les garantes de la disponibilité des machines à l'avenir ?

« Attention au niveau de maturité et, surtout, collecter des données est une bonne chose, à condition de savoir quoi faire avec ! », répond Olivier Martin. Dans l'évolution des moyens de production, la formation des opérateurs joue en revanche un rôle crucial. *« Dans ce domaine, un partenariat industriels, acteurs de la formation et État est fondamental »*, note Olivier Martin. Enfin, l'aspect environnemental prend une place de plus en plus importante. Chez Renault, *« nous sommes engagés à avoir des process neutres en CO_2 à partir de 2030 »*, annonce Patrice Leroux. Cela implique des travaux sur les huiles de coupe, sur l'usinage à sec, sur les assistances comme l'assistance cryogénique, et évidemment sur la consommation énergétique des machines. Chez Dassault Aviation, on a remplacé de l'usinage chimique par de l'usinage par enlèvement de copeaux pour de très faibles épaisseurs…. *« Depuis longtemps, dans nos activités, les copeaux sont revalorisés et nous travaillons tous sur des procédés propres comme les huiles sans chlore. On part de moins loin que certains autres secteurs »*, remarque Christophe Pezet.

> « La flexibilité et l'agilité sont essentielles pour switcher rapidement d'une pièce à l'autre, d'un produit à l'autre. »
>
> **Christophe Pezet, dirigeant de Pierre Pezet SAS**

Votre usine dans 15 ans ?

Dans 15 ans, votre outil de production ressemblera à quoi ? Les réponses sont partagées. Chez Dassault Aviation, *« nous venons de faire des investissements qui seront là plusieurs années. À l'avenir, il faut encore travailler sur la réduction des cycles : programmation, posts-traitements, finition des pièces… »*, déclare Pierre Deschenau. *« On ne change pas d'équipements tous les ans,* note Patrice Leroux. *En 2030 on fera encore du moteur thermique mais sur des lignes existantes adaptées et on devra s'adapter en termes de capacité »*. Chez Mécachrome, *« on se voit plutôt sur du multisite avec une grosse proximité du client,* note Olivier Martin. *Mais ce sera très difficile »*. Quant à Pierre Pezet SAS : *« nous avons déjà peu de visibilité à un an, alors à 15… À l'avenir, notre volonté est d'être plus présent dans la chaîne de valeur du client avec davantage de savoir-faire »*, déclare Christophe Pezet. Une chose est sûre, ces témoignages croisés le démontrent : contre toute attente, les secteurs automobile et aéronautique subissent les mêmes tendances et les mêmes contraintes, et les solutions mises en œuvre dans un secteur peuvent largement nourrir la réflexion dans l'autre. ■ **JSS**

Démonstrateurs

Quatre technologies pour préparer l'avenir

Connectivité des machines-outils, pilotage automatisé, électrobroche connectée ou encore impression métal 3D… Zoom sur quatre technologies développées ou testées par le Cetim, pour une transformation à plusieurs niveaux vers l'industrie du futur.

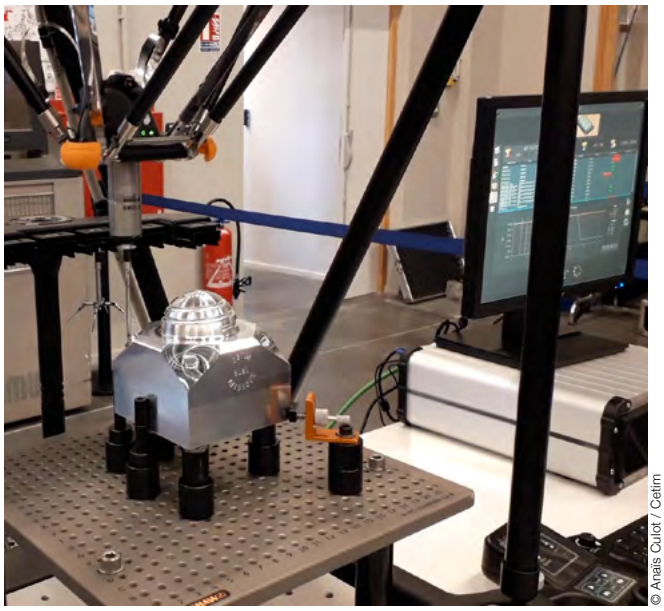
Connecter les machines-outils de l'atelier grâce à un protocole universel

© Anaïs Culot / Cetim

S'adapter à un parc machines ancien ayant de nombreuses configurations machines différentes est l'une des difficultés majeures pour connecter un atelier. Cela nécessite de localiser les variables d'intérêt dans les commandes numériques (CN) et les automates selon chaque machine et constructeur. Le Cetim et ses partenaires (Siemens, Umati, Fanuc) répondent à cette problématique grâce à un démonstrateur opérationnel de remontée d'informations et de supervision. Un PC centralise les entrées de toutes les machines qui lui sont reliées à partir de leurs programmes standards. D'autres informations provenant des périphériques machines ou de capteurs (vibratoire, thermomètre…) peuvent également être collectées en continu ou de façon ponctuelle *via* la CN. Toutes les données ainsi collectées sont synchronisées avant d'être converties dans un format unique basé sur le protocole OPC-UA, fréquemment utilisé dans les automatismes. Ce dispositif peut connecter une dizaine de machines-outils et jusqu'à six capteurs à un PC passerelle avant de traiter l'information de façon locale ou déportée. Une opportunité, donc, pour de nouvelles applications de l'intelligence artificielle (IA) en usinage, par exemple pour gérer, surveiller et optimiser les processus, en attendant l'arrivée du standard Umati pour les machines-outils, basé sur la même technologie. ■

Autocorrection en cours de production grâce au pilotage automatique

Usitronic apporte une solution logicielle pour un usinage en série « zéro défaut ». La cellule connecte tous les composants d'un îlot de production afin que les machines contrôlent par elles-mêmes ce qu'elles fabriquent et appliquent ensuite les corrections nécessaires. Pour cela, le dispositif s'appuie sur une boucle de rétroaction de mesure de la première pièce. Des corrections sont apportées à partir des mesures des écarts avec les dimensions visées. Le logiciel peut pour cela récupérer des données externes (mesure des cotes par une machine tridimensionnelle) et internes à la machine-outil. Le système de pilotage automatisé a notamment été testé sur une pièce complexe usinée en 5 axes représentative de celles produites dans l'aéronautique. Résultat : un gain de temps et une réduction du nombre de rebuts pour des pièces très chères produites en petites séries (quelques dizaines d'unités) comme en grandes séries (plusieurs millions de pièces). ■



© Anaïs Culot / Cetim

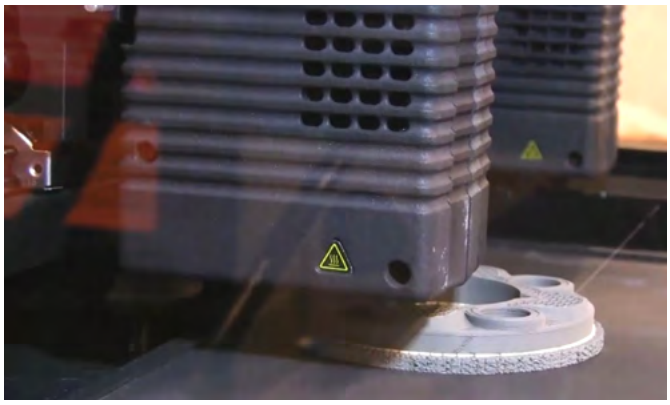
Usinage intelligent avec la broche e-Spindle

Développée par le Cetim, PCI Scemm et les Arts et Métiers, l'électrobroche e-Spindle ouvre la voie à l'usinage intelligent. Elle permet en effet la récolte d'informations au plus près de la zone de coupe et d'agir en temps réel sur le processus en cours. Pour cela, elle envoie de l'énergie électrique à haute puissance (pour alimenter les actionneurs) et récupère les signaux de capteurs intégrés au porte-outil, en repère tournant.
À partir des informations physiques collectées, il est possible de moduler instantanément les conditions opératoires. Ces données peuvent aussi être utilisées pour mettre en œuvre, par exemple, de la prédiction d'usure ou de tenue en fatigue de l'outil, lors d'un traitement ultérieur. Et bien sûr, elles peuvent aussi être affichées, toujours en temps réel, sur des écrans pour apporter des informations supplémentaires aux opérateurs. Le dispositif a été testé sur des porte-outils de surveillance multi-capteurs du processus de coupe, de perçage vibratoire piloté par seuil d'effort ou encore de rodage intégrant une mesure en temps réel du diamètre d'une pièce. Outre ces applications d'« usinage intelligent », d'autres sont envisagées, comme l'amortissement des vibrations et l'alésage intelligent. ■

© Anaïs Culot / Cetim

Réaliser de petits composants complexes avec l'impression 3D métal

Parmi les procédés de fabrication additive, l'impression 3D métal est particulièrement adaptée à la production de pièces de petites dimensions avec une précision élevée pour des secteurs tels que l'aéronautique, le médical, l'horlogerie, le fluidique ou encore la quincaillerie. Mise en œuvre sur la Desktop Metal Studio testée par le Cetim sur une plateforme partagée, la technologie Bound Metal Deposition (BMD) repose sur la mise en forme des pièces par dépôt à partir de bâtons de matière polymère chargée de capsules métalliques. Le processus suit trois étapes réalisées sur trois unités distinctes : l'impression pour la mise en forme, le déliantage pour éliminer le polymère dans la pièce, puis le frittage, pour homogénéiser et solidifier le métal en chauffant la pièce près de sa température de fusion. En ressort une pièce 100 % métallique, plus petite de 20 % que la pièce imprimée et présentant un meilleur état de surface. Cette technique convient particulièrement à la conception de prototypes ou à des productions à petite échelle et son installation en entreprise est facilitée grâce à des contraintes HSE (hygiène sécurité environnement) réduites. En effet, l'utilisation de « bâtons matières » élimine la présence de poudre métallique dans l'environnement de production et donc réduit la toxicité du procédé. Cette technologie apporte également de nouveaux matériaux à l'impression 3D, notamment les aciers au Chrome-molybdène et inoxydables. ■


© Anaïs Culot / Cetim

Retrouvez ces quatre démonstrateurs en vidéo sur la chaîne Youtube Cetim France.

Veille

Demain se prépare aujourd'hui

Automatisation, connectivité, nouveaux procédés… L'avenir de l'usinage repose sur une combinaison de technologies et d'organisation permettant d'aboutir plus vite à une pièce 100 % bonne.

Une usine qui récolte, analyse et transforme des données de production en actions pour produire plus vite et mieux. *« Les avancées technologiques actuelles poussent cette vision comme une composante forte des sites de production de demain »*, note Stéphane Maniglier, ingénieur études et prestations au Cetim. En effet, au sein de cette usine connectée, plusieurs techniques se déploient afin d'améliorer le pilotage des process. La réalité augmentée permet d'afficher les données des commandes numériques dans le champ de vision d'un opérateur. Des systèmes d'interaction et de rétroaction sur les opérations d'usinage en cours se développent pour obtenir une première pièce bonne. Apparaissent notamment des solutions de pilotage en temps réel tel l'e-Spindle de PCI Scemm ou l'outil Zenith de Rigibore, ou d'automatisation des corrections en cours de production, à l'image d'Usitronic. Associées à de l'intelligence artificielle (IA), des caméras sont désormais en mesure de vérifier la position d'un brut en machine et de contrôler des outils de coupe en rotation. Parallèlement, les interactions avec les machines évoluent. La programmation conversationnelle facilite les échanges avec la machine dans un langage *« presque naturel »*. C'est le cas d'Athena d'ITSpeex, qui se définit comme l'Alexa de la production et qui permet de commander une machine-outil à la voix. Le grand défi de l'usine connectée ? Interconnecter toutes les machines d'un atelier en dépassant la contrainte de leur diversité en termes d'âge, de marque, de langage de programmation… C'est l'objet du protocole universel Umati, qui vise à identifier les données de différentes machines-outils et de les intégrer sans nécessiter de systèmes de communication spécifiques.

L'avenir de l'usinage passe notamment par l'addition de matière. La fabrication additive, (ici le procédé Metal Binder Jetting) permet de générer de nouveaux types de bruts à usiner.

© Cetim Cluses

Nouvelles matières, nouvelles façons d'usiner

L'usinage du futur repose aussi sur de nouveaux procédés de fabrication additive qui émergent : Metal Binder Jetting (MBJ), dépôt de matière par des solutions de soudage, etc. Ces technologies permettent de générer de nouveaux types de bruts à usiner et offrent de nouvelles possibilités en termes de complexité des pièces produites. Désormais, de plus en plus d'outils sont également optimisés par la fabrication additive (canaux d'arrosages, matériaux, etc.). Qui dit nouveaux matériaux dit aussi nouveaux procédés d'assistance. L'assistance vibratoire mécanique, mise en œuvre par exemple sur les têtes Mitis SineHoling, et l'excitation piézoélectrique permettent notamment de travailler des matériaux très durs, mais aussi de gagner du temps d'usinage et d'augmenter la durée de vie des outils. Autre technique prometteuse : l'assistance par fluides de coupe s'appuie sur un mouvement particulier du lubrifiant facilitant le fractionnement et l'évacuation du copeau (Citizen LFV, Fanuc, etc.). La cryogénie offre, quant à elle, une solution plus écologique (CO_2 supercritique, solide ou liquide). Elle refroidit la zone de coupe, confine l'effet thermique dans le copeau et évite l'usure de l'outil. Enfin, la finition des pièces évolue aussi avec des systèmes hybrides qui mélangent par exemple un procédé de tribofinition et de sablage afin d'obtenir un état de surface toujours plus avancé. ■ **AC**

Études

Un usinage toujours plus vert

Déjà très avancés en termes de technologies propres et responsables, les spécialistes de l'usinage poursuivent leurs efforts pour être toujours plus vertueux. Deux voies en particulier font l'objet d'études menées par le Cetim : l'usinage des matériaux sans plomb et l'assistance cryogénique.

Recyclage des copeaux, filtrage des fluides de coupe, recherche d'alternatives non polluantes, de longue date, le monde de l'usinage innove pour réduire son empreinte environnementale. Mais pas question d'en rester là ! Sans cesse, la profession poursuit ses efforts pour être encore plus vertueuse.

Eliminer une substance à risque

Exemple avec l'orientation prise vers des matériaux « sans plomb ». Dans les aciers, les laitons et les aluminiums, il existe des nuances dites à « usinabilité améliorée » qui contiennent de très faibles taux de ce métal. Ce dernier facilite en effet l'enlèvement de matières et crée une sorte de film lubrifiant entre l'outil et la surface à usiner et, donc, limite l'usure des outils. Toutefois, pour répondre aux directives européennes ROHS et Reach, à partir de 2021, ces alliages devront contenir des taux encore plus faibles de plomb, inférieurs à 80 ppm contre plus de 1 000 ppm actuellement. Comment garantir la même productivité ? À la demande des industriels, le Cetim a lancé une étude sur le sujet en se concentrant sur les aciers et les laitons, pour des applications en connectique et en usinage général. Pour chacune, les matériaux de constitution de l'outil, son revêtement, sa géométrie et son brise copeaux sont regardés de près. Sont également évalués les lubrifiants, les modes d'arrosage ainsi que les procédés d'assistance (vibratoire, cryogénique…) pour fractionner au mieux un copeau plus difficile à casser dans ces matériaux à plomb réduit. Objectif : proposer, courant 2020, des couples outil-conditions d'usinage optimisés pour chaque nouvelle matière.

© Olivier SENT

L'usinage assisté par cryogénie remplace la lubrification par le jet d'un fluide cryogénique (ici de l'azote).

L'assistance cryogénique évaluée

Pour rendre l'usinage plus propre, substituer la lubrification par une assistance cryogénique semble une autre voie prometteuse. En effet, cette technologie qui consiste à « arroser » la zone de coupe par de l'azote, du CO_2 ou du CO_2 supercritique, ne provoque pas les troubles dermatologiques ou respiratoires parfois rencontrés avec les lubrifiants traditionnels – il faut bien sûr tout mettre en œuvre pour lui éviter tout danger lié au froid ou à l'anoxie. Elle ne nécessite pas de nettoyage des pièces après usinage ni de retraitement de fluide.

À noter, l'empreinte environnementale de ces procédés innovants fait l'objet d'une attention particulière. Pour l'azote comme pour le CO_2 les fluides utilisés sont des produits secondaires obtenus ou captés dans l'industrie chimique, notamment. Pour le compte des professionnels de l'usinage, le Cetim a mené une étude comparative (sur des pièces en Ti6Al 4V Grade 5, avec un outil des paramètres de coupe identiques) de la solution classique par lubrification et des trois technologies disponibles actuellement : le système du projet Dry to Fly (azote), celui de Cool Clean Technologies (CO_2) et celui de Fusion Coolant System (CO_2 supercritique). Résultat : *« Dans cette étude, l'assistance cryogénique a significativement amélioré la productivité et la durée de vie des outils, de 2 à 7 fois, avec un net avantage pour la technologie employant du CO_2 supercritique »* déclare François Laforce, qui a mené l'étude au Cetim. ■ **AC**

L'« étude comparative du fraisage assisté par cryogénie » est disponible sur la Mécathèque du Cetim (accès cotisant).

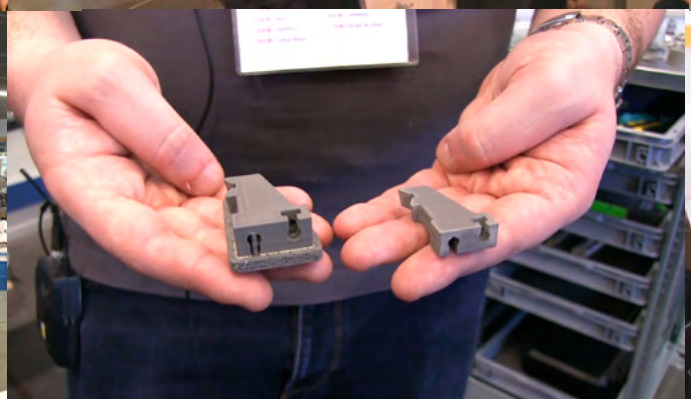
Téléchargez-la !

Congrès Intercut 2020

Retour en images

Avec 14 démonstrations techniques, 12 conférences, une table ronde et 33 exposants venus présenter leurs dernières innovations, les 29 et 30 janvier dans les tous nouveaux locaux de l'ID Center de Cluses (Haute-Savoie), l'édition 2020 d'Intercut a permis aux 250 participants de découvrir concrètement les progrès dictés par la transition vers l'industrie du futur dans le monde de la coupe, mais aussi d'échanger sur leurs problématiques communes.

Retrouvez les temps forts de ces 11es Rencontres internationales de l'usinage en vidéo dans la playlist INTERCUT 2020 sur la chaîne Youtube Cetim France.



© Anaïs Culot - Jean-Sébastien Scandella / Cetim

Ce dossier a été réalisé à partir d'éléments recueillis lors des Rencontres internationales de l'usinage Intercut 2020.

Merci à tous les partenaires de cette édition.

cetiminfos

CETIM, 52 avenue Félix-Louat - CS 80067 - 60304 Senlis Cedex - France
sqr@cetim.fr - cetim.fr - 09 70 82 16 80

Directeur de la publication :
Daniel Richet
Rédacteur en chef :
Christophe Garnier
Rédacteur en chef adjoint :
Jean-Sébastien Scandella

À participé à ce numéro :
Anaïs Culot
Maquette :
Clémentine Rocolle
Photo de couverture :
© Adobe Stock - Pixel_B