

cetim

L'ESSENTIEL

2019-2020



OSEZ LE FUTUR

cetim
L'ESSENTIEL
2019-2020
OSEZ LE FUTUR

SOMMAIRE

Éditos	06
Clés - Cetim	08
Clés - Contrat d'objectifs et de performance	09
Clés - Les Industries mécaniques	10
Clés - Écosystème de l'action mutualisée	12
Des partenariats clés pour l'industrie	14
Gérer la crise et organiser la relance	16
Mutualiste de R&D industrielle et acteur de la relance	18
Industrie du futur et transition écologique	30
Les instances	42

Centre technique industriel

Article L342-2 du code de la recherche

« Les centres techniques industriels ont pour objet de promouvoir le progrès des techniques, de participer à l'amélioration du rendement et à la garantie de qualité dans l'industrie. À cet effet, notamment, ils coordonnent et facilitent les initiatives. Ils exécutent ou font exécuter les travaux de laboratoires et d'ateliers expérimentaux indispensables, et en particulier, dans le cadre de la législation existante et en accord avec les organismes habilités à cette fin, ils participent aux enquêtes sur la normalisation et à l'établissement des règles permettant le contrôle de la qualité. Ils font profiter la branche d'activité intéressée des résultats de leurs travaux. »

Quelle production demain ?

Pensés après la 2^e guerre mondiale pour contribuer au redressement de l'industrie du pays, les centres techniques industriels se trouvent plus que jamais au cœur de leur mission.

La mécanique et le secteur manufacturier sont engagés dans un vaste accompagnement des PME vers l'industrie du futur et pour la transition écologique. Ce mouvement a plus que jamais sa raison d'être en réponse à la crise et aux nouvelles donnes entraînées par l'épidémie. Il pourrait en effet supporter une stratégie de relocalisation durable, quand elle est pertinente et possible.

Cet objectif ne doit pas être un effet de mode. Il implique une démarche compétitive qui vise les coûts en travaillant en particulier sur le couple reconception de produit et reconfiguration de procédés.

Agilité stratégique, organisation de production, appropriation de nouvelles technologies, efficacité énergétique, sont historiquement au cœur des accompagnements que le Cetim et ses partenaires opèrent au bénéfice des PME. Ils constituent les briques élémentaires de la nécessaire adaptation de notre système productif que le double apport du numérique et de la transition écologique nous permettra de réussir.

POUR UNE SOUVERAINETÉ INDUSTRIELLE DURABLE

Jérôme Duprez, Président du Conseil d'administration



Débutant par une remise en cause totale du modèle de financement mutualisé des centres techniques industriels, l'année 2019, après un intense travail de conviction, s'est finalement achevée sur une note optimiste. La signature du contrat d'objectifs et de performance avec Madame Agnès Pannier-Runacher, secrétaire d'État auprès du ministre de l'Économie et des finances et Henri Morel, Président de la FIM, est venue souligner l'utilité et la qualité du service rendu aux industriels mécaniciens et l'assurance du maintien d'un modèle de financement original.

Même s'il est aujourd'hui reconnu que le Cetim est le « *seul (Centre technique) en mesure d'avoir une offre globale au service de l'industrie, du fait de sa taille, de la variété des syndicats professionnels associés au sein de la Fédération des Industries Mécaniques, du nombre de ses implantations, et de ses compétences sur le secteur de la mécanique qui irrigue toute l'industrie* » (rapport de la mission Industrie du futur remis à l'Assemblée nationale), cette nouvelle étape ne survient pas sans contreparties. Elle engage le Cetim à démultiplier ses actions de terrain et à conforter le lien qu'il incarne entre le monde de la recherche et celui des PMI.

L'épisode inédit que nous vivons aura peut-être remis la lumière sur la forte dépendance entre l'économie du pays et le sort de son industrie, avec une réflexion autour de la souveraineté, de la relocalisation industrielle et d'un protectionnisme assumé.

90 % des entreprises mécaniciennes sont des PMI. Pour elles, il est d'abord vital de réussir à redémarrer la production. Mais, elles devront aussi rapidement repenser leur avenir, améliorer leur positionnement dans les chaînes de valeur, réussir à diversifier leur portefeuille de clients et trouver de nouveaux leviers de compétitivité. Bref, elles devront se réinventer !

Les CTI ont dans leur ADN cette mission de support acyclique de l'industrie. Pensés après la 2^e guerre mondiale pour contribuer au redressement de leur filière, ils se retrouvent détenteurs d'une responsabilité pour la soutenir encore davantage en temps de crise. Dans celle qui s'installe, cette action sera d'autant plus efficace qu'elle sera accompagnée par des mesures nationales ambitieuses d'appui à la reprise, puis de relance économique. C'est l'objet des propositions émises par la Fédération des industries mécaniques : prolongation des mesures d'urgence, adaptation aux risques en phase de redémarrage, plan long terme de soutien à l'investissement et d'appui à la restructuration des capacités financières des entreprises.

Le Cetim appuiera pour sa part son action sur les leviers de l'Industrie du futur et de la transition écologique pour contribuer à développer la compétitivité de chaque PMI, indispensable à une souveraineté industrielle durable.

“

L'épisode inédit que nous vivons aura peut-être remis la lumière sur la forte dépendance entre l'économie du pays et le sort de son industrie, avec une réflexion autour de la souveraineté, de la relocalisation industrielle et d'un protectionnisme assumé.

”

SOUS LE SIGNE DE L'AGILITÉ

Daniel Richet, Directeur général



« Agilité » aura été le maître-mot de ces 18 derniers mois. Agilité pour faire face à l'incertain tout au long de l'année 2019 tout d'abord. La réduction brutale de taxe affectée et le manque de vision sur 2020 ont conduit à un pilotage prudent avec, notamment, des efforts structurels importants. La stratégie de conquête et de renforcement des ressources collectives alternatives et du marchand a permis de maintenir un équilibre économique tout en préservant au mieux nos fondamentaux, en termes de compétences, de grands projets et d'investissements.

Ainsi, malgré ce contexte tendu, l'année 2019 sera restée fertile en recherches, en développements technologiques en réponse aux défis d'une industrie mécanique tournée vers un futur innovant et décarboné.

L'agilité c'est aussi ce dont nous aurons besoin pour atteindre les objectifs ambitieux fixés dans notre Contrat d'objectifs et de performance 2020 – 2023. Cette nouvelle feuille de route s'est en effet ouverte dans un contexte de crise qui nous replace à nouveau face à un horizon incertain.

Nous avons su prendre des initiatives immédiates afin de maintenir le service auprès de nos cotisants, clients et partenaires. Le Cetim a gardé ouverts tous ses sites, qu'il a réorganisés pour réduire les facteurs de contamination et pour permettre à 70 % de l'effectif de pratiquer le télétravail. En retour, la majorité des 400 industriels participants à nos instances de gouvernance nous ont fait part de leur soutien. Un budget exceptionnel a ainsi été mobilisé pour renforcer l'activité sur les projets collectifs en cours, avec notamment des essais complémentaires sur plateformes ou le montage de projets européens. Parallèlement, nous avons produit un programme de 100 webconférences qui a totalisé plus de 5 800 inscrits.

Agilité, c'est aussi le mot d'ordre actuel pour rapidement mettre notre énergie au service de la relance économique. Si les plans de l'État en soutien à l'automobile ou à l'aéronautique visent la mobilité décarbonée ou la relocalisation de productions stratégiques, nos projets R&D intègrent déjà les enjeux technologiques indispensables comme la distribution d'hydrogène ou les machines intelligentes. De même, de concert avec les régions, nous avons fait évoluer notre offre d'accompagnement à la transformation avec la création du programme « Résilience 4.0 ». Il permettra aux entreprises de recevoir un soutien immédiat sur les points cruciaux du moment, rebondir dans l'agilité du monde incertain, trouver sa diversification et maîtriser les moyens qui commandent la pérennité. Et ce, tout en conservant absolument le cap du moyen et long termes.

Nous sommes une communauté, cette solidarité est notre force.

“

...de concert avec les régions, nous avons fait évoluer notre offre d'accompagnement à la transformation avec la création du programme « Résilience 4.0 ». Il permettra aux entreprises de recevoir un soutien immédiat sur les points cruciaux du moment, rebondir dans l'agilité du monde incertain...

”

Clés CETIM

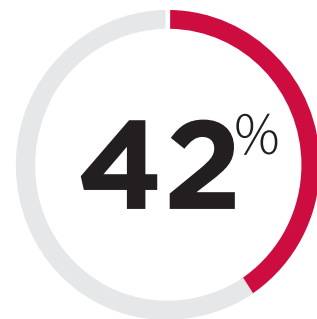
Le Cetim entretient un dispositif unique en France, permettant de diffuser son expertise au cœur des territoires. Cetim Sud-Ouest, Cetim Grand Est, Cetim Centre-Val de Loire, Additive Factory Hub, IdCenter, Pima@tec, ..., un déploiement qui répond à la nécessité de montée en gamme et de transformation des PME.



Ressources propres

151 M€

De chiffre d'affaires sur le périmètre incluant les filiales majoritaires et les Centres associés dont l'organisation et la stratégie sont interdépendantes.



Ressources collectives



1100

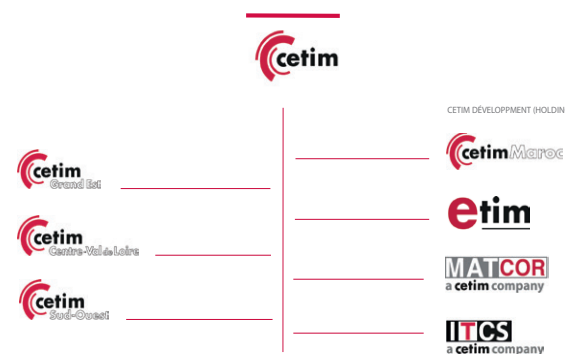
L'ensemble Cetim compte désormais plus de 1100 collaborateurs.

70%

de docteurs, ingénieurs et techniciens

Le Cetim porte également

l'expertise française à l'international, notamment avec ses implantations de Casablanca et Singapour



Clés CONTRAT D'OBJECTIFS ET DE PERFORMANCE

Le Cetim a signé en novembre 2019 son contrat d'objectifs et de performance avec Madame Agnès Pannier-Runacher, secrétaire d'État auprès du ministre de l'Économie et des Finances et le président Henri Morel, pour la Fédération des industries mécaniques. Ce contrat nous engage, sous la tutelle de l'État, dans une grande ambition au profit des entreprises. Il réaffirme par ailleurs des priorités stratégiques autour de l'innovation, de la transformation des PME vers l'industrie du futur et de la transition écologique, dans un cadre de travail renouvelé avec un renforcement des indicateurs d'impact sur le tissu de PME.

Faire de la mécanique la première industrie du futur de France

3000 entreprises sensibilisées par an

3 projets de plateformes d'accélération

5200 entreprises accompagnées sur la période du COP

35% de taxe dédiés aux technologies de l'industrie du futur

Soutenir le tissu productif dans la transition écologique et énergétique

x2 Les budgets R&D et études consacrés aux défis technologiques environnementaux

Un engagement exemplaire sur la RSE

900 entreprises accompagnées dans leur transition écologique et énergétique sur la période

3 enjeux sur la période 2020-2023

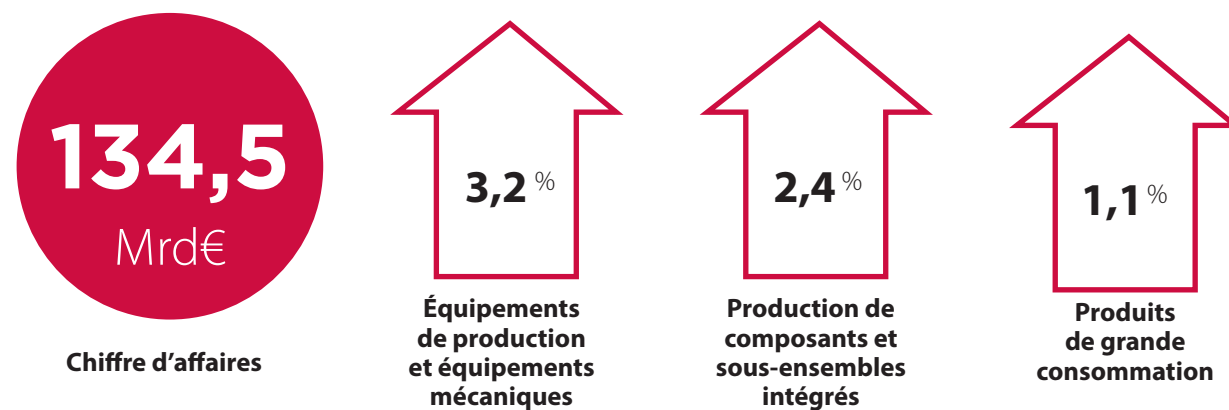
Rapprochements entre Centres techniques industriels

Clés

LES INDUSTRIES MÉCANIQUES

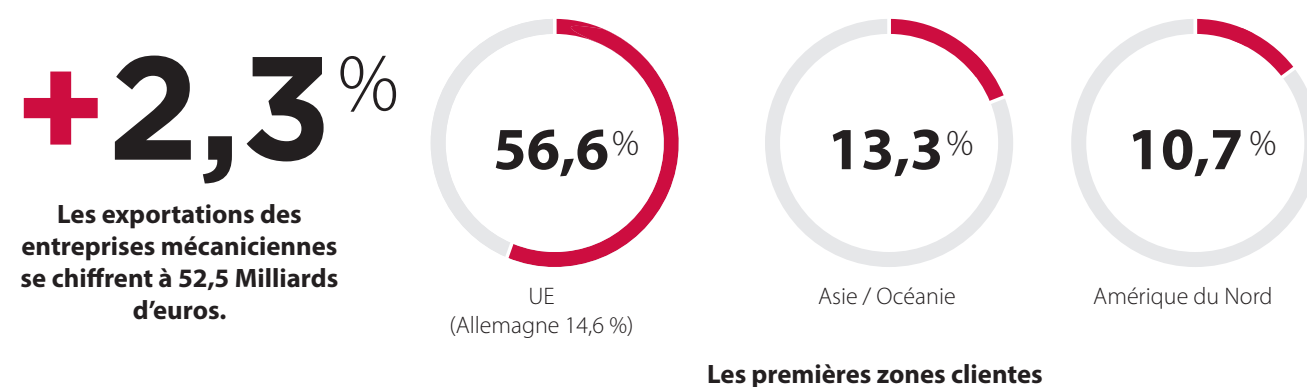
En 2019, les industries mécaniques enregistrent un chiffre d'affaires de 134,5 milliards d'euros. Une hausse de 1,7 % par rapport à 2018. FIM et Cetim sont mobilisés pour soutenir la relance des activités mécaniciennes.

Un secteur porteur



Un chiffre d'affaires en progression de 1,7 % par rapport à 2018 à parer autant au marché domestique (+ 1,4 %) qu'aux exportations (+ 2,3 %).

Exportations



21
syndicats

21 syndicats sont regroupés au sein de la FIM. Spécialisés par produit, métier ou marché, ces professions confient des travaux de recherche aux 4 centres techniques industriels de la mécanique : Cetiati, CTICM, Institut de soudure et Cetim.



Place mondiale
L'industrie mécanique française, qui exporte sur tous les continents, maintient son 6^e rang derrière la Chine, les États-Unis, le Japon, l'Allemagne et l'Italie.

11 700
Entreprises de plus de 10 salariés

95 %
de TPE et PME



616 500

salariés

L'industrie mécanique est le premier employeur industriel de France, soit 20 %. 2019 était la deuxième année consécutive de hausse.



Mai 2020, la mécanique française est durement touchée par le Covid-19...

Afin d'éviter que dix ans de reconstruction industrielle du pays ne soient réduits à néant « il faut prolonger en particulier les mesures d'urgence déjà annoncées, afin de permettre d'amortir le crash industriel qui succédera aux turbulences économiques... »

Il est par ailleurs essentiel d'exiger une politique d'achats responsables ; le comportement des acheteurs doit évoluer, en particulier lorsque l'État est actionnaire, ou lorsqu'il est intervenu pour soutenir ces entreprises, dès lors que les offres françaises sont compétitives. Un indicateur du pourcentage de produits fabriqués en France pourrait être mis en place, dans le cadre d'une politique d'achats responsables. En complément, des bonnes pratiques comme le double sourcing de pièces imposant au moins une source française, pourraient être encouragées.

Ensuite, il convient d'élaborer rapidement un grand plan de modernisation et de souveraineté industrielle et technologique, fondé sur l'industrie décarbonée, la responsabilité industrielle, les produits respectueux de l'environnement.

La FIM souhaite la mise en place d'un budget de soutien à l'investissement productif pluriannuel conséquent, sous forme de prêts aux entreprises et aux investisseurs en infrastructures, avec une durée de remboursement longue sous forme d'obligations à très faible taux d'intérêt. Cela donnerait un grand bol d'air à l'industrie française pour conserver sa compétitivité et ses savoir-faire.

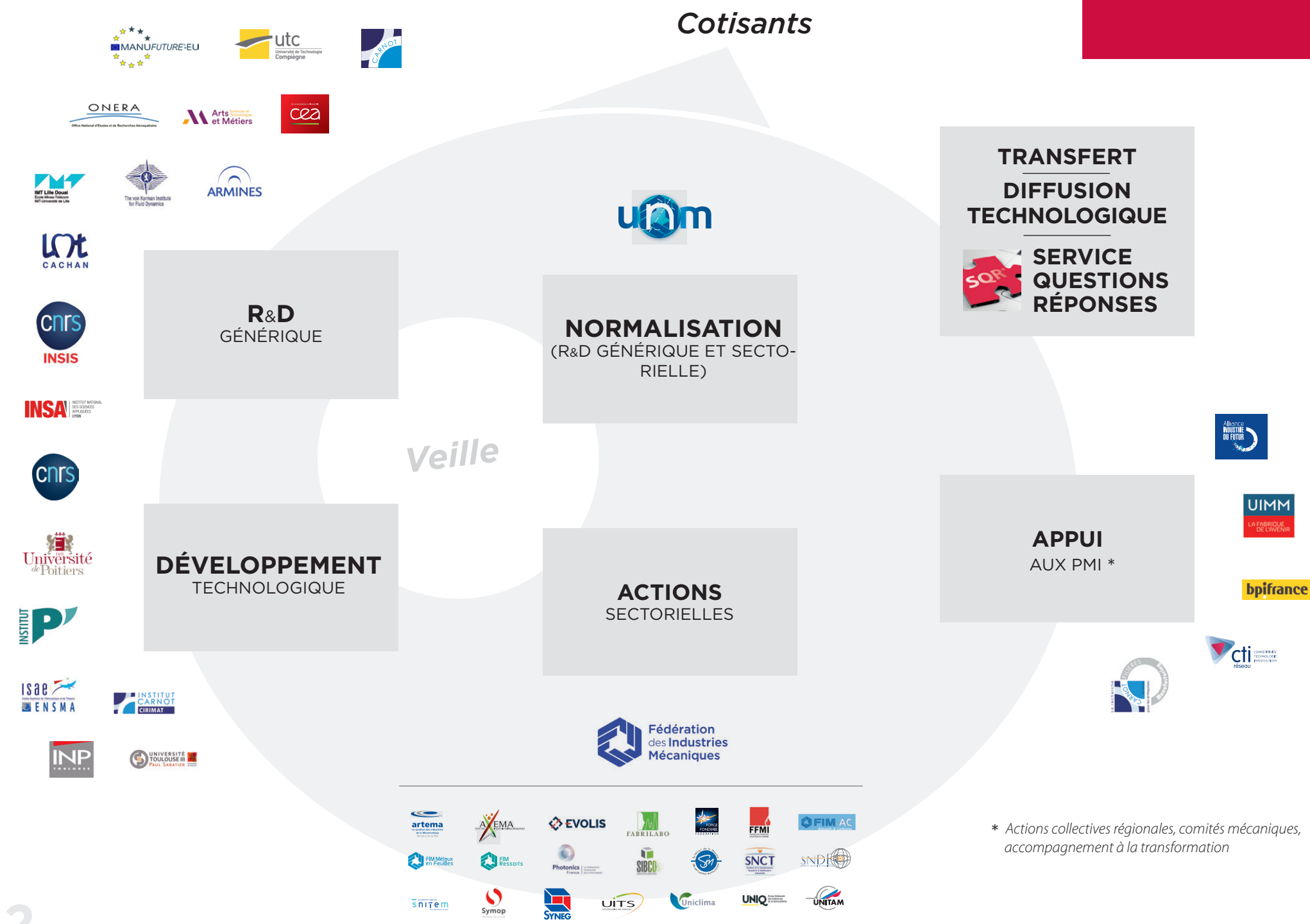
Seule une politique de protection des savoir-faire existants doublée d'un plan massif d'investissements industriels dans les moyens de production, la digitalisation et la décarbonation permettra de transformer notre industrie pour répondre au triple défi environnemental, sanitaire et sécuritaire de notre pays. Et ainsi préparer une France meilleure pour nos enfants. »

Henri Morel, président de la Fédération des industries mécaniques.



Clés ÉCOSYSTÈME DE L'ACTION MUTUALISÉE

“
La finalité de l'action mutualisée du Cetim est d'apporter des réponses aux besoins technologiques de la mécanique et de fournir les outils, méthodes, démonstrateurs, connaissances, formations nécessaires à la montée en gamme et à la compétitivité. Il s'agit également de mutualiser des moyens, comme les plateformes technologiques, inaccessibles à l'échelle de chaque entreprise.
”



Veille technologique et R&D

- de grands projets structurants autour de thématiques porteuses d'innovation (fabrication additive, IOT, Robotisation, ...);
- des projets de R&D pour le développement des connaissances, notamment au travers de travaux plus amont menés en collaboration avec les laboratoires académiques;

Ces projets sont au cœur des développements technologiques, sources des innovations des industriels. Leur réalisation prend appui sur une collaboration bien établie avec le monde académique, pour trouver auprès de l'Université, le futur technologique et le ressourcement indispensable à la mission collective. Ce sont les activités phares de tous les RTO's européens équivalents au Cetim et en France, celles des Instituts Carnot. Ce fonctionnement permet un pilotage technologique précis pour l'acquisition de connaissances différenciatrices que le Cetim met à disposition des industries mécaniques.

- un soutien au système normatif à travers son financement (UNM) et la réalisation d'études prénormatives.
- des études technologiques d'appui à l'Organisation Professionnelle répondant aux intérêts stratégiques des professions de la mécanique.

Il s'agit d'une réelle originalité au sein de l'écosystème des RTO's. Sa réalisation s'appuie sur les connaissances et compétences développées dans le cadre des travaux de R&D. C'est au travers de ces études que le Cetim maintient l'expertise et les compétences technologiques fondamentales et nécessaires au service des mécaniciens.

La diffusion, le transfert technologique et l'accompagnement des PMI

- un transfert d'informations technologiques au travers de la MécaThèque (bibliothèque numérique du mécanicien), des journées techniques, des congrès;
- un Service Question Réponse accessible à tous les cotisants;
- un accompagnement des PMI vers l'industrie du futur, incluant l'appropriation des technologies 4.0, suivant plusieurs modalités;

Études sectorielles

- des études de mise en application des résultats des projets de R&D aux spécificités sectorielles et les expérimentations mutualisées;

* Actions collectives régionales, comités mécaniques, accompagnement à la transformation

2019

DES PARTENARIATS CLÉS POUR L'INDUSTRIE

Défense du modèle CTI, nouvelle feuille de route, engagements de partenariats et développements contribuent à une évolution rendue encore plus pertinente face à la crise.



Nouveau départ pour les CTI / CPDE

25 juin 2019, remise du rapport de la mission « industrie du futur » pilotée par la députée Anne-Laure Cattelot et Bruno Grandjean, président de l'Alliance pour l'Industrie du Futur. Les conclusions éclairent deux enjeux majeurs : le financement des CTI/CPDE et la création de plateformes « industrie du futur ».



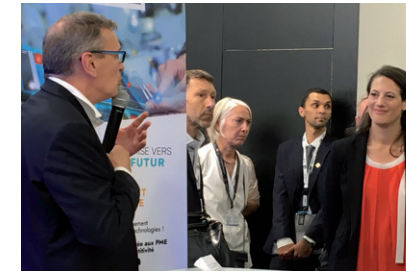
Carnot Cetim reconduit pour 4 ans

7 février 2019, renouvellement de la labellisation Carnot, avec un périmètre élargi qui, outre les activités du LRCCP, intègre désormais celles de Cetim Centre-Val de Loire.



Soutenir le développement de l'industrie en Grand Est

18 février 2019, signature d'un protocole de partenariat avec la Région Grand Est. Cet accord prévoit notamment la création d'un technocentre Industrie 4.0 s'appuyant sur Cetim Grand Est.



L'Île-de-France accompagne la transformation des PMI

18 juin 2019, lancement du programme « Accompagnement Smart Industrie » avec la Région Ile-de-France à l'occasion du salon aéronautique du Bourget. Un budget de 3 millions d'euros dédiés aux actions de modernisation de l'outil de production.



ID Center opérationnel

29 janvier 2020, à Cluses, les participants au congrès Intercut découvrent ID Center, nouveau lieu dédié à la compétitivité et à la valorisation de l'industrie. Une concrétisation rendue possible grâce aux soutiens financiers de l'Europe, de l'État, de la région Auvergne Rhône-Alpes, du Conseil départemental de la Haute-Savoie, de la Communauté de Communes Arve et Montagne, du Cetim et du SNDEC.

ITCS a cetim company

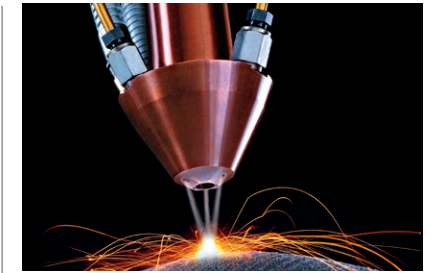
ITCS, un renfort pour l'expertise et le contrôle

2019, bénéficiant d'une forte expérience dans les domaines de l'industrie pétrochimique, thermique, gazière ou encore chimique, l'équipe d'ITCS intègre le Cetim. Cette nouvelle filiale propose des solutions innovantes pour le contrôle, le suivi et l'expertise des installations dans ces secteurs.



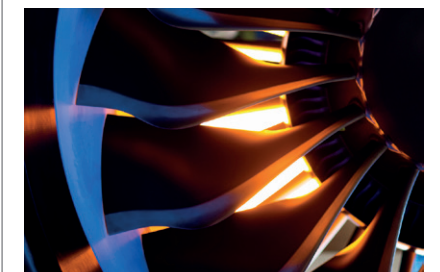
Les Hauts-de-France sur les routes du futur

Octobre 2019, lancement de Stratiperf, action d'accompagnement de 80 entreprises des Hauts-de-France. Soutenu par l'Europe et la Région, cette action entre dans le cadre de CAP'Industrie, programme de développement économique commun à la FIM, au Cetim, à l'UIIM et à la CCI Hauts-de-France.



Main dans la main pour la normalisation en fabrication additive

Septembre 2019, durant une semaine, Senlis accueille les comités de normalisation américains (ASTM 42) et de l'Organisation internationale de standardisation (ISO / TC 261). Orchestrée par l'UNM avec le soutien du Cetim, pilote de différents groupes de travail, cette mise en commun vise à appliquer les mêmes règles partout dans le monde sur la fabrication additive.



Essais matériaux : Safran renouvelle sa confiance

Juin 2019, pour ses tests de matériaux, Safran renouvelle sa confiance au Cetim ! L'accord signé pour 5 ans porte sur les essais de suivi de fabrication de pièces élémentaires en matériaux métalliques et composites.



Un cadre de travail renouvelé

7 Novembre 2019, signature du contrat d'objectifs et de performance avec Agnès Pannier-Runacher, ministre déléguée à l'Industrie et Henri Morel, président de la FIM. Un cadre de travail renouvelé avec un renforcement des indicateurs d'impact sur le tissu de PME.



Avec Bpifrance pour la transformation des entreprises

19 février 2019, accord de coopération avec Bpifrance visant à combiner les offres pour créer des parcours d'accompagnement, de la définition stratégique jusqu'à la mise en oeuvre de projets d'innovation et d'investissements technologiques.



Renforcer l'excellence des entreprises néo-aquitaines

19 juin 2019, signature d'une convention de partenariat avec la Région Nouvelle Aquitaine avec l'ambition de renforcer l'excellence opérationnelle et la compétitivité des entreprises, notamment via une filière dédiée au contrôle du futur en lien avec Cetim Sud-Ouest.



Amplification de la dynamique en Centre-Val de Loire

La région Centre-Val de Loire a missionné le Cetim pour piloter son programme d'accompagnement des entreprises vers l'industrie du futur, Perform Industrie. Objectif : 180 entreprises (TPE/PME/ETI) accompagnées d'ici fin 2022 pour améliorer leur performance industrielle.



Le Cetim participe à la R&D en Europe

Clean Sky 2, Fuel Cell & Hydrogène (FCH2), Shift2rail, Factory of the Future, Information & communication Technologies (ICT), Interreg... En 2019, le Cetim est impliqué, en tant que membre ou coordinateur, dans 11 projets européens en cours dans le cadre de Horizon 2020 (H2020), le programme européen pour la recherche et le développement.

2020

GÉRER LA CRISE ET ORGANISER LA RELANCE

Le contexte exceptionnel que nous connaissons n'a pas entamé les initiatives ! Le Cetim est resté solidaire de la communauté manufacturière et a contribué au maintien de l'activité. Il met désormais toute son énergie dans l'accompagnement des entreprises pour la relance.



51 technologies prioritaires

Avril : publication des 51 Technologies prioritaires en mécanique à l'horizon 2025 (TPM 2025) pour une réflexion stratégique et le maintien de compétitivité.



Covid-19 : des infos utiles accessibles gratuitement

Mars : la FIM offre un accès gratuit à sa newsletter pour une information en temps réel sur les mesures, les aides et les accompagnements dédiés aux entreprises.

Continuer à Oser !

Mars : alors que la situation sanitaire impose ses contraintes, le Cetim reste fidèle à sa devise «Osez le futur» et poursuit son activité dans le respect des directives sanitaires.



Entreprises en activité : nous l'avons fait savoir !

Avril : pour répondre aux demandes de ses secteurs clients, la FIM, avec l'appui du Cetim, proposent la mise à disposition d'une liste d'entreprises restées en activité.



Un agenda d'exception pour continuer à s'informer

5800 inscrits aux 100 webinaires proposés pendant le confinement. Une période mise à profit par nos industriels pour découvrir ou approfondir des sujets technologiques.



Résilience 4.0 : accompagner la reprise

L'accompagnement à la transformation évolue avec la création de « Résilience 4.0 », en soutien aux industriels pour relancer immédiatement et durablement leur activité.



L'après Coronavirus vu par l'Auvergne Rhône-Alpes

Avril : l'action collective régionale « Flash Gouvernance » portée par le Cetim et la région Auvergne Rhône-Alpes trouve une centaine de volontaires en quelques jours seulement !



Cetim Academy en classes virtuelles

Avril : pour continuer à former «confiné», Cetim Academy déploie un programme de classes virtuelles, éligibles au FNE-Formation.

La Bourgogne-Franche-Comté engagée dans la reprise pour le futur

Mai : le plan régional «Industrie du futur» dont le Cetim pilote un consortium, vise à engager 600 PME dans la transformation. Il intègre la définition de priorités pour la reprise d'activité.



Diffusion de la fabrication additive

Relocalisation, flexibilité, industrie durable : le Cetim acquiert la machine Desktop Metal pour compléter son parc de technologies accessibles et favoriser la diffusion de la fabrication additive.



Des mesures sanitaires pour les formations

En France, à Casablanca, à Singapour... sur tous les sites, les formations en mode présentiel reprennent dès le 11 mai, en conformité avec le protocole sanitaire.



Le Cetim à la lutte contre le virus

Un pousse-seringue électrique pour conçu en une semaine, des visières, des granulés plastiques pour la fabrication de dispositifs médicaux...Nos talents font preuve d'initiative et apportent leur expertise à la lutte contre le virus.

Mutualiste de R&D industrielle et acteur de la relance

LE SOUTIEN À L'INDUSTRIE

COMME ADN

**1 000 actions de R&D, 6 500 résultats en ligne,
11 programmes régionaux, 8 M€ pour la normalisation**



Acteur national reconnu dans le développement et le transfert technologique s'appuyant sur une collaboration bien établie avec le monde académique pour mutualiser le futur technologique et contribuer aux actions de relance.

Acteur de l'anticipation technologique et défricheur de solutions

#51 Technologies prioritaires dévoilées au plus grand nombre pour anticiper

#35% de l'action collective consacrée à l'industrie du futur et des partenariats avec 11 régions

#Le programme Résilience 4.0 pour accompagner les industriels dans la reprise

Acteur du développement en lien avec les territoires et le tissu industriel

Des industriels attachés au principe des CTI :



leur capacité de mutualisation de la recherche et de l'accompagnement des entreprises à l'appropriation des technologies les plus performantes doit être impérativement préservée... Comité scientifique et technique



La mutualisation pour une reprise durable



5 200

ENTREPRISES
accompagnées sur 3 ans
pour l'appropriation
des technologies
de l'industrie du futur



40 000

Téléchargements de résultats d'études
sur la Mécatèque
et 200 notes de veille diffusées



4^e labellisation.
Le Cetim est un
institut Carnot de
la première heure

**+ de 60% de cotisants au contact
du Cetim chaque année**

11

c'est le nombre de
projets européens
(H2020) auquel
participe le Cetim

12

plateformes et laboratoires
communs pour le
ressourcement scientifique
et technologique au service
de l'industrie

Le Cetim joue un rôle de médiateur et d'interface en regroupant des industriels tournés vers l'amont et en organisant une mixité public-privé constructive. Via le dispositif de taxe affectée et par les études de R&D mutualisée collaborative que le Cetim finance aux laboratoires académiques, c'est une contribution du secteur privé (les industriels cotisants) au financement de la recherche publique, qui vient s'ajouter au financement direct par ces mêmes industriels de travaux auprès des laboratoires publics. D'autre part, le Cetim par ses propres expertises, contribue aussi activement à l'élaboration de connaissances scientifiques au travers des thèses en vue de construire avec ses partenaires industriels les applications de demain (un portefeuille d'une trentaine de thèses co-financées et 8 à 10 doctorants Cifre chaque année au Cetim).

Aux côtés de la FIM, le Cetim soutient ainsi au quotidien, par la R&D mutualisée, et l'innovation technologique, le défi de la compétitivité du secteur manufacturier. Une expertise qu'il met au service dans et en appui aux régions. C'est le cas dans 11 des 13 régions françaises où le Cetim est impliqué pour accompagner les entreprises vers la transformation en synergie avec les politiques locales.

Outre le fait que certains programmes régionaux de développement des PMI intègrent d'ores et déjà des priorités liées à la reprise, le Cetim applique à tous les niveaux de son action l'engagement de contribuer à la relance de l'activité des industriels.



La priorité est d'assurer le rebond des entreprises. Résilience 4.0 doit permettre de relancer immédiatement et durablement l'activité des industriels. Le programme intègre l'incertitude comme nouvelle donne fondamentale à toute stratégie d'entreprise et tire parti de l'apport des technologies du futur.



Esprit de relance AU CŒUR DES TERRITOIRES

Que ce soit en Île-de-France, en Nouvelle-Aquitaine, dans les Hauts-de-France ou en Bourgogne-Franche-Comté, partout les régions ont répondu présent aux grands enjeux de l'industrie du futur décarbonée. Tour d'horizon sur quelques exemples d'une France des territoires résolument tournée vers les technologies du futur et l'esprit de conquête.



“

Malgré les difficultés ou peut-être à cause d'elles, la France de l'industrie a largement tourné ses regards vers le futur. Les initiatives prises dans les régions, sous l'impulsion des instances régionales et avec l'aide de l'alliance Industrie du futur dont le Cetim, ont fait bouger les lignes. Bpifrance et Cetim ont conclu à cet égard un accord de coopération inédit le 19 février 2019 afin de mettre en synergie leurs actions. L'ambition des deux partenaires est d'accompagner la transformation des PME et ETI industrielles et, de fait, de dynamiser leur croissance et d'augmenter leur compétitivité en France et à l'international. De très nombreuses entreprises ont d'ores et déjà signé leur engagement dans les différentes initiatives proposées...

”



À l'occasion de la signature du Pacte Offensive croissance et emploi (POCE) entre la région et les acteurs du développement économique de l'agglomération de Mulhouse, Jean Rottner, président de la région Grand Est et Alain Bohrer, président de Cetim Grand Est ont signé en février 2019 un protocole de partenariat pour la période 2019-2023. Ils concrétisent ainsi un engagement réciproque fort au profit du tissu industriel régional. En réponse aux orientations stratégiques du Schéma régional de développement économique d'innovation et d'internationalisation (SRDEII), cet accord vise notamment l'implantation à Mulhouse d'un technocentre Industrie 4.0 d'ambition internationale, mixant innovation, formation et accompagnement vers l'industrie du futur.



En Nouvelle-Aquitaine, la région et le Cetim ont signé, le 19 juin 2019, une convention de partenariat visant à renforcer l'excellence opérationnelle et la compétitivité des entreprises industrielles. Il s'agit notamment de renforcer les compétences de l'écosystème d'innovation régional au service de la performance industrielle des entreprises ; de déployer des projets collaboratifs et collectifs d'innovation et de transfert associant des approches métiers, marchés et technologies ; et d'accompagner les entreprises dans l'anticipation des changements. Cette convention prévoit également la création d'une filière d'excellence dédiée au Contrôle du Futur, en lien notamment avec Cetim Sud-Ouest.



Dans les Hauts-de-France, le programme Stratiperf, soutenu par l'Europe et la région, entre dans le cadre de CAP'Industrie, programme de développement économique commun à la FIM, à l'UIMM Hauts-de-France, au Cetim et à la CCI Hauts-de-France. La participation des PME et PMI est totalement prise en charge pour la phase de diagnostic court et à environ 50 % pour l'accompagnement. Piloté par le Cetim, Stratiperf a pour ambition d'accompagner, du diagnostic à la mise en œuvre de leurs projets, 80 entreprises régionales. Ces projets sont dédiés à l'innovation, à l'industrialisation, à la performance, à la sécurité ou encore à la qualité.



Avec Perform'Industrie, la région Centre-Val de Loire, en partenariat avec l'État, amplifie la dynamique « Industrie du Futur ». Ce programme vise l'accompagnement de 180 entreprises (TPE/PME/ETI) d'ici fin 2022. Le Cetim pilote le consortium constitué de l'Aract, de Bpifrance, du Réseau Consulaire, du Club Industrie du Futur, du Cresitt, de Dev'Up, de France Chimie Centre-Val de Loire, de Plasti Ouest, de Syntec Numérique, du Pôle Formation UIMM – Afpi Centre-Val de Loire, l'UIMM Centre-Val de Loire et de l'UIMM Loiret-Touraine.

En Bourgogne Franche-Comté, le plan Industrie du futur, doté d'un budget de 5,5 millions d'euros sur trois ans (2020-2022), vise à accompagner 600 PME dans la transformation de leur outil de production. Un vaste consortium piloté par le Cetim a été créé pour mobiliser les énergies. Il comprend l'Aract Bourgogne-Franche-Comté, Bpifrance, Cap'tronic, la CCI, CTI IPC, Fibois BFC, Nicephore Cité, Nuclear Valley, Numerica, Plastipolis, le Pôle des Microtechniques, Robotics Valley, l'UIMM et Vitagora. Le Gifas, quant à lui, associé à AeroMicroTech se mobilisera pour la filière aéronautique et le Pôle véhicule du Futur en lien avec la PFA, pour la filière automobile.



En Île-de-France, avec le programme Smart Industrie, 2 000 PME seront sensibilisés à la démarche d'excellence opérationnelle et à une mutation vers l'industrie du futur, dont au moins 300 seront accompagnées dans leur transformation. Une annonce faite à l'occasion de la présentation de la politique de soutien à l'innovation de la région, sur le salon du Bourget en juin 2019. Le consortium, piloté par le Cetim, réunit les CCI de Paris Île-de-France, d'Essonne et de Seine et Marne, le Groupe des Industries Métallurgiques (GIM), le CEA List (représentant du Hub d'Innovation Digitale Digihall) et GFI Business Transformation, en lien avec le comité industrie du futur régional. Smart Industrie est doté d'un budget de 3 M€ sur trois ans.



Observatoire des appareils à pression Une première en Europe !

Le ministère de la Transition écologique et solidaire a créé une structure inédite : l'Observatoire des appareils à pression (Obap), destiné à contribuer à l'amélioration des pratiques des industriels et des organisations, et aux évolutions possibles de la réglementation vis-à-vis de la sécurité des appareils à pression. Cette entité indépendante est chargée d'analyser les données de contrôle des équipements installés sur le territoire français, d'en diffuser le bilan aux industriels avec une dizaine de recommandations qui serviront de base aux futures actions du ministère et des acteurs du domaine. « Un travail collaboratif entre six organisations : l'AFGC, le CFBP, le Coprec, le CTNIIC, EDF et Storengy a permis de collecter les REX de contrôle de 400000 équipements sur l'année 2017 », précise Mohammed Cherfaoui, du Cetim et animateur de l'observatoire. Pour la première fois en France, ces données (anonymisées) ont été analysées et croisées avec les informations du Bureau d'analyse des risques et pollutions industriels (Barpi). Un premier rapport remis au ministère le 1^{er} septembre 2019.



Langage universel Umati fait parler les machines-outils

Fruit d'une coopération internationale, Umati (Universal machine tool interface) est le premier langage universel permettant aux machines-outils et aux périphériques de se connecter. Surcouché à l'interface de connexion entre les machines et les infrastructures informatiques, Umati fonctionne en OPC UA, un langage de communication devenu standard de fait dans le monde entier.

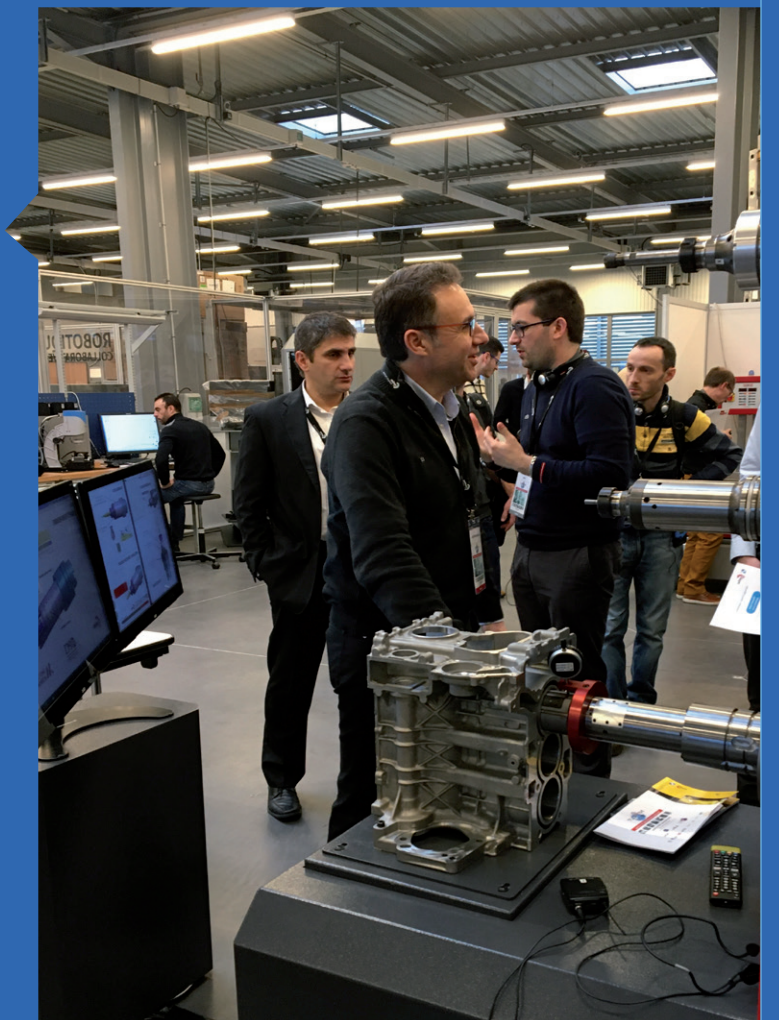
Résultats : avec Umati, tout utilisateur peut suivre en temps réel et de manière sécurisée, l'état de son parc machines, la consommation énergétique induite, les annonces d'erreurs et alertes et engager les procédures de maintenances correctives connectées. Il rend possible le transfert d'informations depuis et vers la machine. « On peut ainsi envisager la surveillance de systèmes périphériques comme un robot connecté à une machine-outil par exemple... », détaille Stéphane Maniglier du Cetim. Les experts du Cetim et du Symop sont membres du groupe projet international afin de mieux appréhender ce standard et anticiper ses futurs usages pour les industriels de la mécanique.



Intercut 2020 L'usinage se réinvente

Les nouvelles technologies, la flexibilité, l'IOT, la connectivité machine, la digitalisation et les machines intelligentes, les nouveaux matériaux, le pilotage dimensionnel automatique, l'usinage sous assistance cryogénique, la prédiction de la déformation des pièces en tournage, autant de sujets qui ont été, avec beaucoup d'autres, au cœur de la dernière édition d'Intercut, les 29 et 30 janvier à l'IdCenter de Cluses.

Événement international à nul autre pareil, ces rencontres sont l'occasion pour tous les professionnels de l'usinage de venir prendre le pouls des tendances à venir et de confronter leur problématique aux experts, aux chercheurs et usiniers de terrain. Intercut 2020 a aussi été l'occasion de prendre conscience des mesures d'accompagnement du changement mis en place en région par les instances locales et les équipes du Cetim. « Ce grand rassemblement professionnel permet de mieux comprendre les grandes tendances de l'usinage et de concrétiser les mesures à prendre aujourd'hui pour préparer l'avenir », a indiqué Olivier Burel, directeur du site du Cetim à Cluses.



“

Lors d'Intercut 2020, 250 participants ont pu découvrir les nouveautés de l'usinage sous toutes formes et les solutions innovantes pouvant être mises en place rapidement pour se démarquer.

”



Consultez la playlist
Intercut 2020



Cetim Academy Une longueur d'avance

En créant Cetim Academy, les experts du Cetim avaient prévu une demande en formation renouvelée avec un recours accru à e-Learning et une demande forte à l'international. Ils n'avaient pas anticipé l'impact d'une pandémie ! Mais le nouvel espace de formation entièrement intégré pour préparer le futur a su faire face. Avec ses 400 formations en présentiel, ses séances d'e-learning et ses classes virtuelles, Cetim Academy a relevé le défi du futur et de la pandémie.

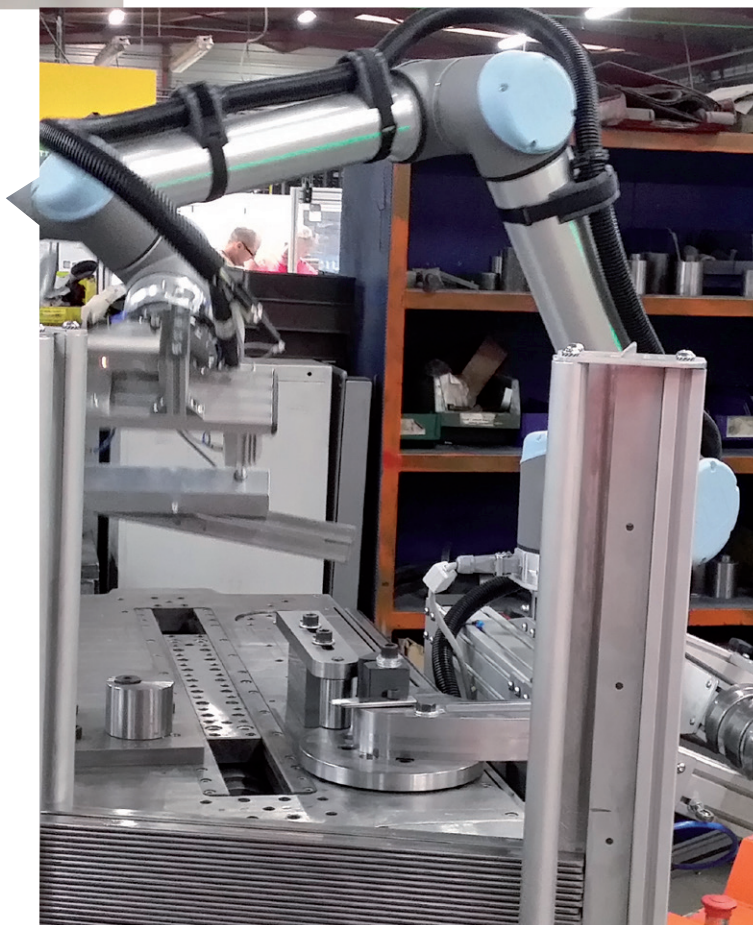
Ainsi, outre les formations en e-learning, toutes les formations interentreprises de l'offre Cetim Academy et les formations sur demande ont été depuis proposées à distance. Pour compléter le dispositif, onze classes virtuelles basées sur les supports pédagogiques mis au point par le Cetim et animées par des experts du Centre ont été ouvertes en ligne. Connectés à une plateforme spécifique, les participants peuvent voir le formateur, suivre le cours, répondre à des quizz, travailler en petits groupes... Toutes ces offres sont éligibles à l'aide à la formation du Fonds national de l'emploi, FNE-Formation, mise en place par l'État.



Fermob Arthur veille au grain

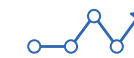
Les beaux jours arrivent ! Pour Fermob, fabricant de mobilier de jardin, c'est le coup de chauffe. Comme chaque année une centaine d'intérimaires sont appelés en renfort. Pour eux, la mise en route est difficile, les pertes de temps sont nombreuses et les bonnes compétences rares. Les responsables de Fermob doivent en permanence veiller au grain. La solution ? Elle est venue au Cetim lors d'une réunion du Comité de programme « Tôle mince et fil ». À l'ordre du jour : Arthur, l'outil Cetim d'Analyse de répartition des tâches entre humains et robots. S'ensuit un audit sur site et une décision de commande d'un robot mobile prise dans la foulée. Objectifs : laisser aux opérateurs Fermob les tâches à haute valeur ajoutée...

En quelques mois, un Cobot est intégré à la ligne de production des accoudoirs. Coût total de l'opération : 55 000 euros qui comprennent le robot, la rémunération de l'intégrateur et les deux jours d'accompagnement et de formation par un expert du Cetim. Fermob a aujourd'hui un robot facilement reprogrammable pour d'autres tâches et un référent robotique aguerri et formé à la sécurité et aux responsabilités juridiques. Pour lui, le pli est pris et Fermob réfléchit déjà à l'acquisition d'autres robots sur ses autres sites.



Compétitivité technologique AFH accélère l'impression 3D

Depuis décembre 2017, date de son inauguration, les activités d'Additive Factory Hub, implantée à Saclay, ont largement essaimé, en particulier en 2019, avec de nombreux résultats et la réalisation de 4 millions d'euros d'activités. Avec sa centaine d'équipements disponible à travers le réseau, ses 21 acteurs impliqués (membres, adhérents, laboratoires et partenaires) et 85 chercheurs mobilisés, 2590 entreprises ont été sensibilisées à l'industrie du futur en région Île-de-France depuis janvier 2018. AFH compte plus de 10 Projets R&D en cours sur 7 thématiques Process et Métiers et 17 thèses et Masters lancés. La plateforme ouverte et mutualisée réunit en un même lieu des académiques, des instituts de recherche et centres techniques, des fournisseurs de technologie et des utilisateurs finaux, grands groupes et PME. Suivant la Roadmap de l'AIF, Additive Factory Hub structure l'écosystème de la fabrication additive et donne une visibilité internationale au savoir-faire français. La plateforme s'inscrit ainsi pleinement dans la stratégie Smart Industrie de la région Île-de-France qui contribue au financement des investissements.



Normalisation L'impact d'une bonne mutualisation

Pour faire entendre sa voix au niveau international, mieux vaut partir groupé. Tel est le sens de tous les efforts de normalisation que mène le Cetim avec l'ensemble de ses Commissions professionnelles de la mécanique. Dernier exemple en date, le projet de norme EN 13001-3-8 « Calcul des appareils de levage – États limites - Arbres » qui a passé avec succès l'enquête du Comité européen de normalisation (CEN). Ce projet de norme, publié en 2020, est typiquement le fruit d'une démarche collective initiée dès 2017 par la commission professionnelle « Manutention, levage et stockage » et qui a donné lieu à de nombreux résultats d'études mutualisées.

Rappelons que le Cetim assure plus de 50% du budget de l'Union de normalisation de la mécanique (UNM). Ses experts détiennent 210 sièges dans les commissions de normalisation nationales et internationales.





UN MOTEUR DE RECHERCHE 3D DÉDIÉ

Par brique technologique ou de manière multicritère (marchés, bénéfices, défis à relever, TRL), découvrez notre moteur de recherche.

RECHERCHER →

“
4 critères définissent une Technologie Proritaire : son impact sur la compétitivité des entreprises ; sa transversalité à la mécanique ; son degré de maturité tout en étant peu diffusée ; sa réponse aux enjeux de la mécanique.
 ”



TPM 2025 Cinquante et une technologies prioritaires accessibles à tous

Exercice de prospective technologique mené tous les cinq ans par les experts du Cetim en collaboration avec la Fédération des industries mécaniques et un groupe de travail représentatif d'industriels mécaniciens, d'académiques et de technologues, les Technologies prioritaires en mécanique ont notamment mis en exergue cette année l'hybridation entre les technologies. Un ensemble équilibré de 51 technologies que l'on peut répartir en quatre groupes de choix : l'Industrie du Futur, la transition écologique et énergétique, les technologies qui font l'actualité et les technologies originales.

Présentées sous forme de fiches synthétiques, ces technologies sont accessibles pour la première fois sur un site internet dédié ouvert à tous: www.tpm2025.fr. Plusieurs web-conférences exclusives sur la métallurgie numérique et la caractérisation des matériaux, la fabrication additive, le jumeau numérique, les plateformes IoT et Edge Computing, les batteries hautes performances sont disponibles en Replay sur la chaîne YouTube Cetim France.

2025
TPM

15 nouveautés

4 impacts majoritaires sur le plan technologique : innovation, coût, délais, qualité

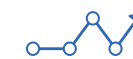


Retrouvez la playlist TPM 2025



PCI, Cetim et Amvalor L'usinage intelligent avec eSpindle

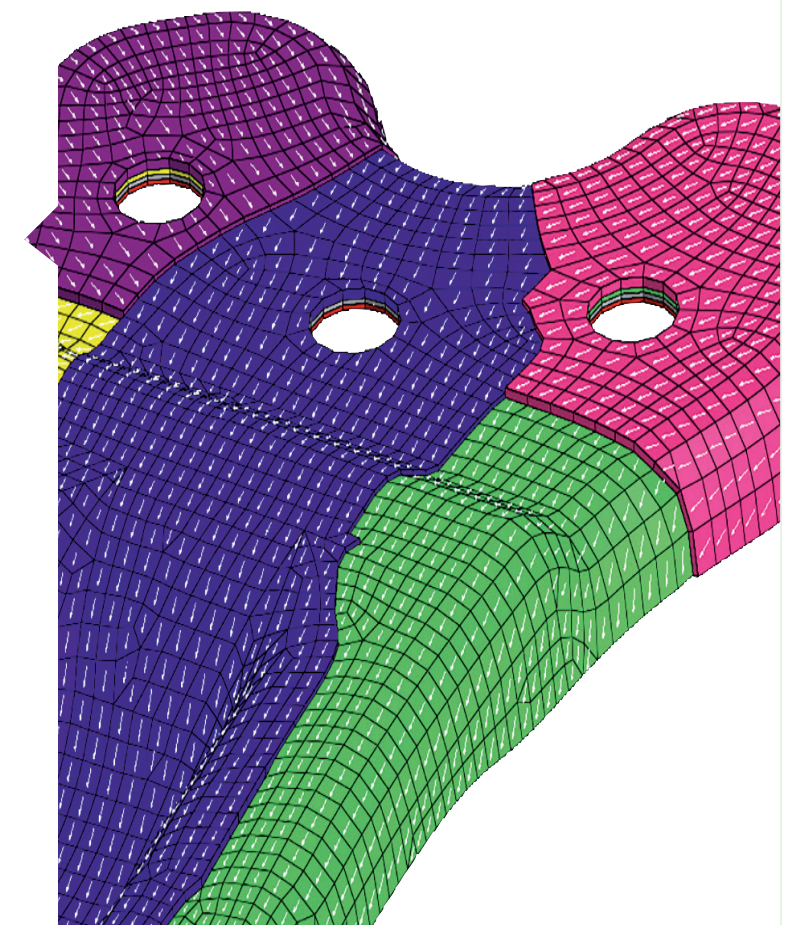
En première mondiale sur l'EMO 2019, PCI SCEMM a ouvert la voie à l'usinage intelligent avec e-Spindle. Développée en commun avec Cetim et Amvalor, l'électrobroche intelligente est capable de récolter des informations au plus près de la zone d'usinage et d'intervenir en temps réel sur le processus de coupe. La technologie intégrée, permettant la gestion efficace de capteurs et actionneurs en repère tournant, est le fruit des recherches conjointes des Carnot Cetim et Arts sur l'usinage intelligent. Les objectifs sont de gagner en productivité, en optimisant la durée de vie de l'outil, et en qualité, grâce à la correction instantanée des processus. Les différents porte-outils élaborés permettent la surveillance temps réel du processus de coupe (efforts, vibrations, pression de liquide de coupe), le perçage vibratoire adaptatif, le rodage avec mesure en temps réel du diamètre de la pièce. Plusieurs grands industriels ont fait connaître leur intérêt. Reste à assurer le traitement en direct d'une grande masse de données.

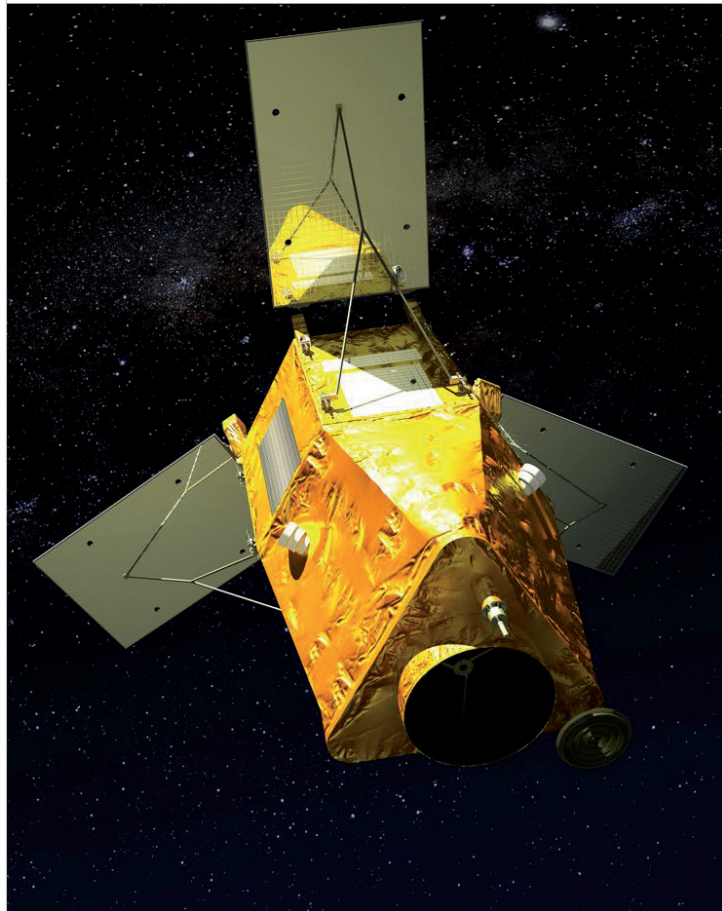


QSD Lancement officiel sur Jec World 2019

C'est fait ! QSD (Quilted Stratum Design), la solution d'optimisation des pièces composites du Cetim est désormais mise à la disposition des entreprises mécaniciennes au travers de l'Altair Partner Alliance (APA). Fruit de plusieurs années de recherche menées en collaboration avec l'Onera et Altair, QSD® s'appuie sur les technologies avancées de simulation d'Altair Optistruct pour déterminer, en fonction du procédé et dès les phases de définition des pièces, les orientations matériaux et les épaisseurs idéales pour en augmenter les performances tout en réduisant les coûts et en minimisant le nombre de rebuts. La solution QSD® du Cetim repose sur la méthode d'optimisation « Stiffness Matching » de l'Onera, une méthode unique d'identification du niveau de performance optimal d'une pièce, pour des choix de matériaux et de processus de fabrication donnés.

L'APA offre un accès à la demande à un large éventail d'applications logicielles de plus de 55 entreprises.





Airbus Defence & Space Un atelier « clés en main » au Kazakhstan

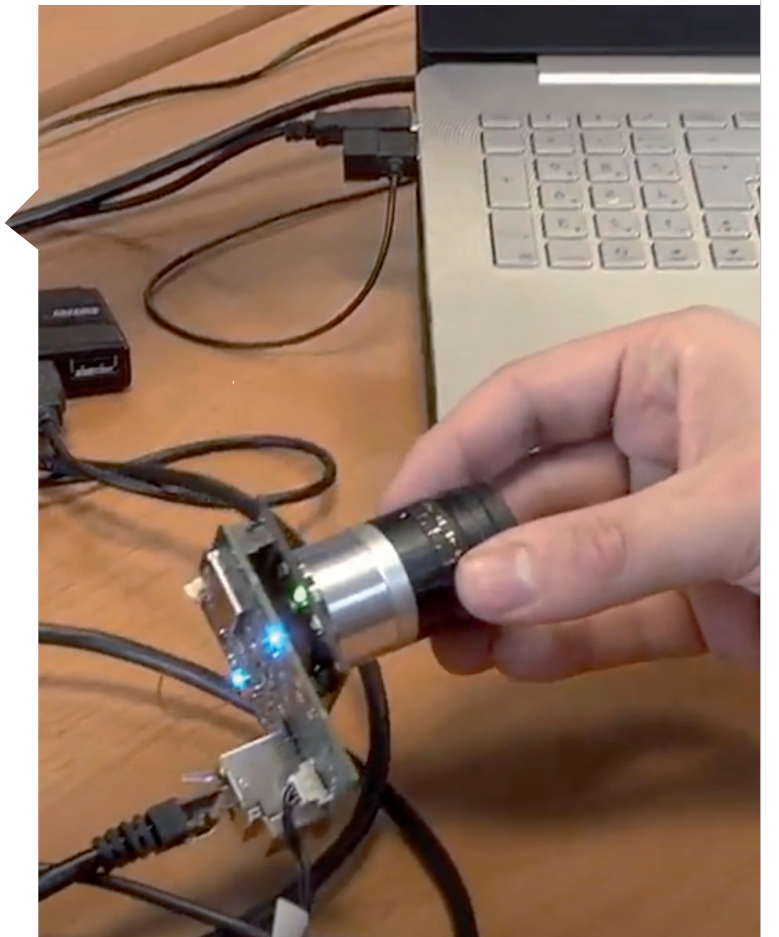
L'agence spatiale du Kazakhstan (KGS), célèbre par son centre de lancement de Baïkonour, a signé un accord de coopération avec Airbus Defence & Space (ADS). La Joint-Venture née de l'accord, Ghalam LLP, souhaitait construire et mettre en œuvre un centre de fabrication de matériel, d'assemblage, d'intégration et de tests de satellite avant la mise en orbite de deux satellites construits par ADS. Un accord a alors été passé avec Laroche Engineering pour la conception de l'atelier, le choix des machines et l'industrialisation des pièces et avec le Cetim pour la formation des ingénieurs. Un programme de formations express à l'usinage de pièces spécifiques type Titane et aluminium a alors été conçu spécialement pour les ingénieurs Kazakhs. Depuis, le centre kazakh a été certifié ISO 9001 et l'atelier de fabrication mécanique de précision est devenu sous-traitant certifié Airbus DS. Une réussite qui ouvre des perspectives de développement pour le Cetim seul ou en accompagnement d'autres entreprises françaises, dont certaines sont déjà sur les rangs !



Yumain Un accompagnement à la certification SIL2

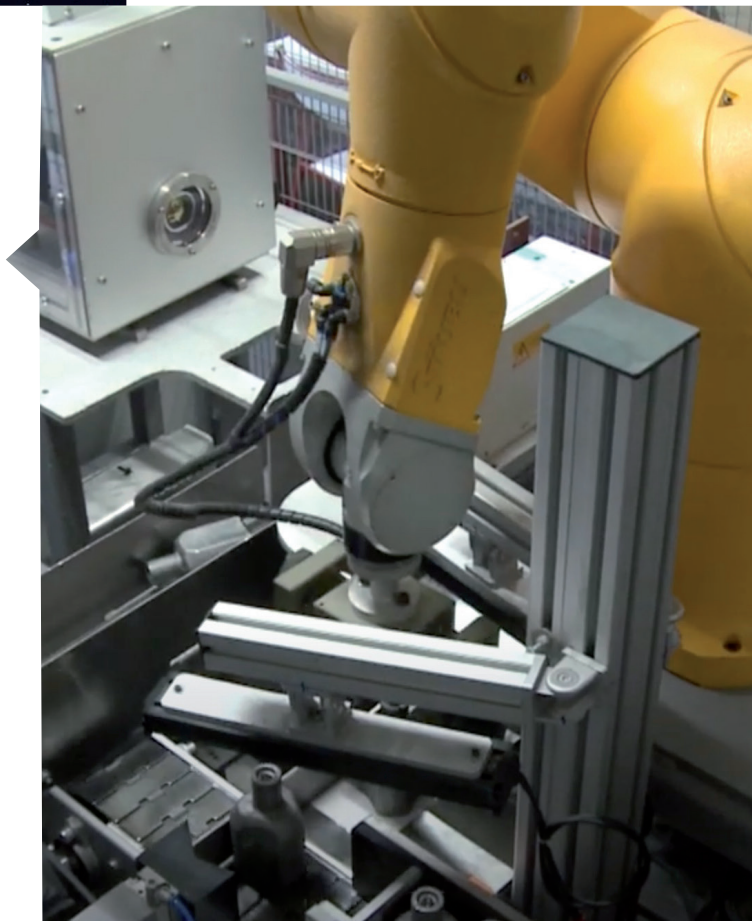
Pour son nouveau produit destiné à mieux sécuriser les sites industriels et à assurer une vigilance pointue sur les lignes de production, Yumain souhaitait obtenir la certification SIL 2. Grâce au programme Coriin (Compétitivité et relocalisation par l'industrialisation de l'innovation) financé par la région Bourgogne-Franche-Comté, l'UIMM Bourgogne-Franche-Comté et le Cetim, l'entreprise dijonnaise a bénéficié de l'accompagnement de deux consultants afin de se réorganiser et de présenter un dossier de demande de certification complet à l'Ineris.

« La présence d'experts du Cetim à nos côtés nous a permis d'aller plus vite et de nouer les bons contacts avec les certificateurs de l'Ineris. Quant aux consultants Coriin, ils nous ont aidés à construire la démarche industrielle, à affûter notre stratégie marché et à bâtir un véritable plan de financement », explique Caroline Jobin, responsable marketing & communication.



NTN Transmissions Europe Le CND automatisé en production

C'est une première en France ! À l'origine, les acteurs de la Commission professionnelle Forge du Cetim souhaitent remplacer les techniques manuelles et peu écologiques de contrôle des pièces par ressuage ou magnétoscopie. Les experts du Cetim préconisent alors un contrôle automatisé par thermographie infrarouge active avec excitation de la pièce par induction. Après plusieurs essais, une cellule autonome fonctionnant 24H/24 est implantée à l'usine NTN Transmissions Europe de Crézancy dans l'Aisne. Objectif : vérifier la conformité des tulipes (joints de transmissions côté boîte de vitesses). Chaque pièce passe alors devant une caméra qui vérifie l'orientation de la tulipe et communique les informations au bras robotisé chargé de la manipuler. La pièce est ensuite chauffée par induction et observée par une caméra infrarouge dont les images permettent de détecter les éventuels défauts. Temps de cycle : sept secondes seulement ! Qui dit mieux !



Formation à la fabrication additive Namic fait appel au Cetim

Pour accompagner les entreprises aéronautiques de Singapour dans leur montée en compétence en fabrication additive, le cluster National Additive Manufacturing (Namic) de Singapour a monté un programme spécifique avec Matcor, la filiale locale du Cetim. Objectif : former les entreprises aéronautiques singapouriennes à la partie aval, du post-processing à l'accompagnement vers la certification aéronautique.

Les Singapouriens peuvent ainsi bénéficier de la compétence et de l'expérience du Cetim dans ce domaine au travers d'un programme de formations unique pour la région, mis en œuvre sur place par Matcor et incluant un panel d'experts français. Ce programme sur cinq jours comporte des modules dédiés au contrôle (métrologie, contrôles métallurgiques, fatigue et propreté), au post-traitements (finition, nettoyage, traitements thermiques) et à la qualification.



industrie du futur et transition écologique

LE CENTRE TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DÉCARBONÉE

Technologies propres, efficacité énergétique, e-mobilité

Référent français de la dissémination des technologies de l'industrie du futur et acteur de premier plan en soutien du tissu productif dans la transition écologique et énergétique.

Accélérateur, acteur, architecte et accompagnateur des PME et ETI

#Partenaire d'Allice pour l'efficacité énergétique
#3 projets de plateforme d'accélération pour favoriser
la dynamique de déploiement de l'industrie du futur
#H2Ref, Projet européen de station de
distribution d'hydrogène en fonctionnement

L'ambition de faire de la mécanique la première industrie du futur de France



Nous partageons le même objectif avec le Cetim, la croissance des PME industrielles et la même vision selon laquelle pour croître les entreprises doivent se fixer un cap clair et partager cette ambition avec leurs collaborateurs. C'est notamment la vocation des missions de conseils que nous proposons aux entreprises en les mettant en contact avec les consultants de haut niveau, adaptés aux besoins des PME.

Guillaume Mortelier, directeur exécutif de Bpifrance en charge de l'accompagnement

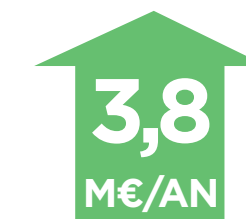


Transformation et transition, des causes majeures



TÉMOIGNAGES

industrie du futur et transition
écologique et énergétique



dédiés à la priorité
environnementale



Budgets R&D et études
consacrées aux défis technologiques
environnementaux



entreprises accompagnées
dans leur transition écologique et
énergétique sur 3 ans

Répondre aux enjeux liés à la transition écologique et énergétique signifie relever des défis nombreux en matière de R&D, d'études et d'accompagnement industriel. Avec près de 4 millions d'euros dédiés annuellement à la priorité environnementale, le Cetim augmente significativement la part des budgets collectifs afférents et s'attache à développer la R&D et l'innovation sur ce thème en lien avec les territoires et le tissu industriel. La mécanique compte parmi les quelques secteurs industriels à s'être dotés d'une méthode spécifique d'écoconception de ses produits, qui a fait l'objet d'une norme développée par le Cetim (NF E 01-005). La mécanique est au cœur de l'industrie et par conséquent des enjeux environnementaux... Sans roulement, pas d'éolienne, sans turbine, pas d'hydraulique, de nucléaire ou de production d'électricité tirée de la biomasse, sans technologie propre, pas de préservation de notre environnement, etc. Depuis de nombreuses années, le secteur prend ses dispositions pour améliorer ses performances environnementales en inscrivant ses développements dans le cadre des priorités fixées par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV). C'est dans un esprit de soutien au tissu productif que le Cetim amplifie son action dans ce domaine et accompagne la transition du secteur.



Réduction de la consommation d'énergie et de l'empreinte carbone, réduction des émissions polluantes, mise en œuvre de l'économie circulaire et développement des énergies renouvelables : les actions du Cetim sont amplifiées sur ces quatre domaines prioritaires. Une orientation qui doit permettre de venir en soutien de la mécanique afin qu'elle accentue son effort pour fournir des solutions innovantes en la matière pour l'ensemble de l'industrie.



Plate-forme d'accélération INVESTIR LE FUTUR

Accélérer et « dé-risquer » les investissements 4.0, tels sont les ambitions allouées aux plates-formes d'accélération ancrées dans les territoires et soutenues par l'État et les régions. Deux projets sont d'ores et déjà soutenus en Hauts-de-France et Grand Est.



“

Les plates-formes d'accélération ont été conçues comme un lieu permettant de favoriser la dynamique de déploiement de la transformation par la diffusion, l'appropriation et l'intégration des technologies de l'industrie du futur et de la transition dans les ateliers des PMI. S'adapter, optimiser, se réinventer, par l'appropriation technologique et digitale et le développement durable... elles s'inscrivent comme un complément des actions d'accompagnement en entreprise, et comprennent une articulation à la carte de services autour d'un triptyque Technologies / Ressources / Formations. Pour chaque projet de PME, la plate-forme d'accélération est utilisée pour sensibiliser, découvrir, expérimenter, et se faire accompagner.

”



Des focus technologiques

- IOT et Data
- Robotique agile et autonome
- Outils de conception immersifs et collaboratifs
- E-mobilité
- Efficacité énergétique des procédés et des process
- Contrôle temps réel
- Smart Testing
- Recyclage / Upcycling

Un accompagnement structuré et incrémental, par des architectes de la transformation

- Identification et choix des briques technologiques
- Définition de pistes de solutions et des étapes de levée de risques
- Test et adaptation des concepts et solutions
- Détermination des paramètres métiers d'intégration des technologies pressenties
- Validation de sa capacité et des conditions d'industrialisation et rédaction du cahier des charges



Un service de découverte technologique scénarisé et nomade

La PME découvre « en vrai » l'apport et les spécificités de mise en œuvre des technologies et de leur assemblage encadré par des experts technologues.



Transformation organisationnelle et ingénierie de compétences



Une interface sécurisée avec les acteurs de l'écosystème





Stelia Aerospace Composites en classe Affaires

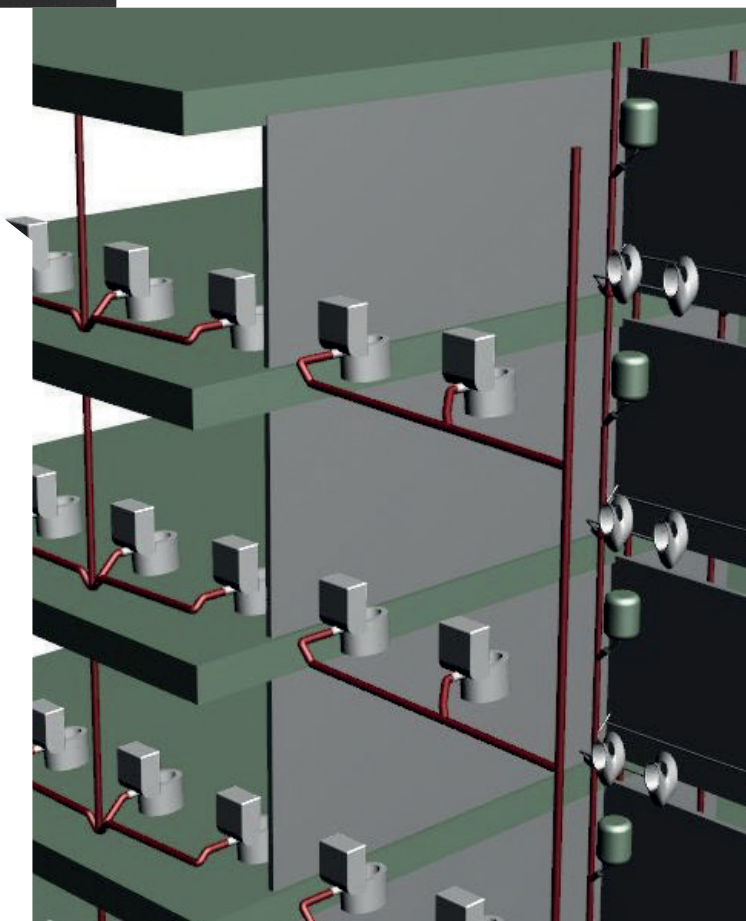
Stelia Aerospace, spécialiste des fauteuils d'aéronefs, veut réduire de 30 % la masse des fauteuils destinés à la classe Affaires. Pour cela, l'entreprise de Rochefort (Charente-Maritime) a mis sur pied et piloté un projet collaboratif baptisé Plume S3L (Siège Stelia Aerospace Super Léger) regroupant huit partenaires (Cetim, Akka Research, Altair, Axyal, Celso, Eroc, ICA et Rescoll). Objectif : étudier le remplacement, sans augmentation des coûts, des sous-ensembles métalliques par des matériaux composites pour des pièces de la structure du siège. Ces travaux ont abouti à la réalisation de trois pièces, dont deux fabriquées par le Cetim avec Quilted Stratum Process (QSP), le procédé de production de pièces composites à grande cadence. Ces pièces ont été testées après leur intégration sur un fauteuil. Résultat : « Si le gain de masse a été atteint, il reste notamment à améliorer le comportement au crash du siège et à optimiser la fabrication de ces nouvelles pièces. Mais ce projet innovant et collaboratif est d'ores et déjà un succès », explique Frédéric Rodriguez, responsable R&D matériaux et procédés au sein de Stelia Aerospace.



AL'S Bio Organic Maintenance Cetinnov transforme la maintenance des canalisations

Comment déposer une couche de protection antitartre dans des canalisations installées dans des immeubles de grande hauteur ? En déroulant Cetinnov, la méthode d'innovation du Cetim, ALS Bio Organic Maintenance a trouvé la solution. Son idée : appliquer un polymère anti-tartre à l'intérieur des tuyauteries et ce, sur l'intégralité du réseau, quels que soient le plan (horizontal et vertical) et le diamètre des installations. Un tel process permet de diminuer la fréquence des nettoyages.

En appliquant Cetinnov, une solution alliant un nouveau produit à base de mousse et un nouveau procédé s'est finalement imposée. « Après cinq mois d'études, nous sommes aujourd'hui dans une phase de co-développement avec le Cetim et de brevetabilité du process. Nous poursuivons ensuite notre collaboration par la recherche du bon produit de protection qui réponde exactement à nos exigences en termes de développement durable », annonce Florian Bouvier, responsable Recherche et développement d'ALS Bio Organic Maintenance.



JPB Système Le serrage contrôlé par l'IoT

JPB Système, spécialiste des solutions de serrage pour l'aéronautique, a mis au point une rondelle connectée qui permet de contrôler le bon serrage d'un écrou sans le toucher. « La rondelle est un corps d'épreuve usiné dans lequel sont placés des jauges et un dispositif de communication », explique Jonathan Beaumel, ingénieur conception. Associée à un logiciel « maison » installé sur un appareil portable, la rondelle permet de mesurer, en une seconde, la tension axiale du serrage. Élaboré avec le Cetim pour l'intégration de l'électronique dans la rondelle, ce nouveau produit devrait être commercialisé au deuxième semestre 2020. Une première qui devrait aussi s'étendre aux autres produits de l'entreprise. « Nous souhaitons proposer une option connectée pour nos bouchons endoscopiques et nos raccords de canalisation », confirme Jonathan Beaumel.



Servinox Place à la performance environnementale

Pour répondre à la demande de ses clients de l'agro-alimentaire et s'engager dans la protection de l'environnement, Servinox, spécialiste des équipements de process, a souhaité renouveler sa gamme de produits et inscrire sa démarche dans une logique de performance environnementale. Financé par l'Ademe, le programme a permis à Servinox de se faire accompagner par les experts du Cetim tout au long de cette transformation qui a conduit à l'obtention de la certification ISO 14001, la mise en œuvre de la démarche d'écoconception et l'appropriation du logiciel Ecodesign studio.

Résultats : « Aujourd'hui, nous utilisons 55 % de matière en moins, 64 % de copeaux en moins et réalisons 19 % d'économies d'énergie, explique Denis Gomez, responsable du bureau d'études. Bien plus, 100 % de nos produits sont recyclables. »





Sherloc QSP Pari tenu sur les cadences et les niveaux de coût !

Les principaux acteurs du projet Sherloc QSP expriment leur satisfaction dans une nouvelle vidéo sur la chaîne Youtube du Cetim. Ils dévoilent les enjeux, les grandes étapes, les défis technologiques et surtout les résultats obtenus pour ce grand projet de production en série d'ensembles « hublot+peau » de fuselage en PEEK et fibres de carbone par le procédé QSP du Cetim. Fabriqués « Net Shape », c'est-à-dire sans surmoulage, sans parachèvement et donc sans surcoût, ces cadres de hublots ont largement tenu leurs paris : prouver aux acteurs de l'aéronautique la possibilité de produire des pièces en composites prêtes à l'emploi à des cadences et des niveaux de coût compatibles avec la fabrication en série.

“

Sherloc QSP est un sous-projet de Sherloc qui vise à développer et évaluer des techniques de surveillance de vieillissement par contrôle non destructif de pièces en composites pour des appareils moyens courriers. Les deux projets font partie du grand programme européen Clean Sky 2.

”



Découvrez le projet
Sherloc en vidéo



Obut La boule de pétanque 100 % écolo

La boule Obut a gagné son pari ! La PME ligérienne qui la produit a reçu le trophée Loire-Bretagne 2019 dans la catégorie « Préserver l'eau, l'économiser et lutter contre les pollutions » pour son atelier de traitement de surface entièrement rénové et zéro rejet. Une réussite due à la volonté des dirigeants d'Obut, aidés par le Cetim dans le cadre de l'action collective Compétitivité durable produit process (CD2pro) soutenue par la région Auvergne-Rhône-Alpes. « Les changements de matières et de process opérés pour les deux gammes de boules ont permis en deux ans de diviser la consommation d'eau par deux et d'éliminer 70% des produits chimiques », explique Julien Lacour, responsable qualité et R&D production. Aujourd'hui, après l'élimination du Chrome VI, d'autres projets (emballage carton, dépolluissage par aspiration à sec) sont en cours pour réduire l'empreinte carbone de l'entreprise.



Couach Numérisation 3D au format XXL

Le chantier naval girondin spécialisé dans les coques en composites est capable de sortir un bateau de 17 mètres de long par semaine. Son secret : la maquette numérique 3D à toutes les étapes de la production. « Cela nous permet d'anticiper par calcul les performances de nos bateaux et d'optimiser toutes les phases en production avec un contrôle qualité permanent comme dans l'automobile », explique Sébastien Rossignol, le directeur général. Pour parvenir à ce résultat, Couach a fait appel au Cetim Sud-Ouest pour réaliser des campagnes de numérisation sur des moules de très grandes dimensions utilisés pour fabriquer les coques. « Grâce à la numérisation 3D, nous avons divisé par dix nos tolérances de fabrication pour atteindre quelques millimètres », explique Régis Hardy, responsable industrialisation. Avantages : la suppression des risques d'ajustement lors de l'assemblage des pièces, des gains de temps et de matières importants, une meilleure tenue mécanique et un meilleur vieillissement de l'ensemble.





Sccodra

Contrôle des composants radioactifs

Retenu par l'Andra en coopération avec l'ANR dans le cadre du programme « nucléaire de demain » des investissements d'avenir, Sccodra est un projet de recherche visant le développement de solutions pour le suivi et le contrôle de la corrosion des composants métalliques nécessaires au stockage des déchets radioactifs. Démarré en 2017, et doté d'un budget de 2,5 millions d'euros, le projet vise le développement d'une technique de contrôle non destructif des conteneurs métalliques de déchets radioactifs à leur réception sur le centre de stockage afin d'en garantir l'intégrité de manière aisée, rapide, fiable et précise, ainsi que le développement d'une méthodologie de suivi dans le temps de la corrosion de certains ouvrages métalliques au sein du stockage. Cela concerne en particulier les tubes en acier (chemisage) placés dans les microtunnels où seront stockés les déchets de Haute activité-Vie longue (HA-VL).

Coordinateur du projet labellisé par ViaMéca, le Cetim réunit autour de lui, les laboratoires Mateis et LVA de l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon (Insa), Origalys Electrochem, VLM Robotics et l'Institut de la Corrosion.



UPDP en fabrication additive

Une offre renforcée

La fabrication additive métal continue de séduire les industriels qui s'interrogent sur le passage à l'acte. Comment faire, quel produit et à quel coût ? Pour répondre à la demande des industriels d'Auvergne-Rhône-Alpes et leur faciliter l'accès à cette technologie, le Cetim renforce et mutualise son offre d'Unités pilotes à dispositif partagé (UPDP) avec deux machines mises à leur disposition à Cluses (Haute-Savoie) et à Saint-Étienne (Loire), dans le cadre de l'UPDP MI3D. Ces machines partagées mettent en œuvre la technologie d'impression 3D métal par projection de liant (Metal Binder Jetting - MBJ). Un procédé adapté à la fabrication de pièces de petites tailles et de grande précision. Au Cetim Centre-Val de Loire, après Supchad 1 et 2 (Supply chain aéronautique et défense), une plateforme (UPDP) Famad s'installe sur le site de Bourges (Cher). S'appuyant sur le procédé de fusion laser sur lit de poudre et sur un procédé de friction-pression sans fusion dénommé Meld, Famad met principalement en œuvre des alliages d'aluminium et des aciers inoxydables. Financé par le Fonds européen de développement régional (Feder) et par le PIA3 (programme d'investissement d'avenir cofinancé par l'État et la région), Famad associe l'UIMM pôle formation, l'Insa Centre-Val de Loire et Polytech Orléans.



Cotra

Un contrôle qualité 100% temps réel et sans contact

Avec son robot et ses technologies sans contact, le démonstrateur de contrôle avancé (Cotra), développé par Cetim Grand Est, ouvre de nouvelles perspectives pour les contrôles non destructifs sur les lignes de production. Cotra utilise deux technologies innovantes industrialisables en ligne de production : 3MA (une combinaison de contrôles magnétiques qui permet de contrôler la profondeur de traitement thermo-chimique d'une pièce ainsi que sa dureté) et Libs de Holo3 (une technologie de spectroscopie sur plasma induit par laser qui permet de contrôler la composition chimique du matériau). Avec Cotra, 100 % des contrôles sont non destructifs et temps réel.

Outre la performance technique, Cetim Grand Est montre ainsi sa capacité à accompagner les industriels à chaque étape de leurs développements : faisabilité, prototype, présérie et industrialisation. « L'idée, c'est de fournir un support à la carte à nos industriels », souligne Clément Callens, responsable Industrie du futur de Cetim Grand Est.



CFT Industrie

Leitmotiv : moderniser

Chez CFT, l'industrie du futur décarbonée est devenue plus qu'une option. Tout a commencé en 2014 avec un robot de soudure. « Pour intégrer ce robot, nous avons fait appel au Cetim, raconte Elisabeth Klein, directrice administrative et financière. L'apport n'a pas seulement été technique, l'intervenant s'est attaché à nous conseiller sur l'environnement global. Il nous a aidé à confier le projet au soudeur et à réfléchir à 360° ». Quatre ans plus tard, l'entreprise intègre un bras de contrôle 3D pour vérifier les pièces au fur et à mesure de la production. Aujourd'hui, l'acquisition d'un autre robot est prévue pour accrocher et décrocher les pièces dans la cabine de peinture où la technologie poudre a été préférée à celle des bains pour éviter les rejets. Pour améliorer les conditions de travail, un système d'aspiration et de traitement des fumées de soudure et l'ergonomie du poste de filmage des palettes ont été repensés. En associant tous les collaborateurs, CFT Industrie et les sociétés du Groupe Métaliens ont défini leur vision à l'horizon 2025 : une entreprise 100 % verte ; 100 % compétente et épanouie, 100 % connectée et robotisée ; présente à l'internationale et performante localement.



Factory Lab Focus sur Youtube

Factory Lab expose désormais ses solutions prêtes à l'emploi sur Youtube : usage des robots collaboratifs pour applications d'assemblage (Cobobench), aide à la manipulation d'outils portatifs (Outport), aide au contrôle et montage en réalité augmentée (Agora), maintenance prédictive des outils de production (Mapop), etc.

Abrité par le CEA List, la plateforme est destinée à héberger, pour une durée de 6 à 18 mois, une vingtaine de projets. Afin de répondre aux besoins des industriels « utilisateurs » impliqués dans la plateforme (Groupe PSA, Safran, DCNS, Dassault Systèmes, Actemium), chaque projet intègre des briques technologiques matures de fournisseurs technologiques et des briques innovantes apportées par les Carnot Cetim, CEA List et Arts.

Le Cetim a participé à 12 des 20 projets et en a piloté cinq. Parmi eux : Asservus, à l'origine d'un moyen de serrage asservi à l'effort de serrage par ultrasons, Eprevet, dédié à la mesure d'épaisseur des revêtements, Alter, focalisé sur les méthodes alternatives au ressuage et à la magnétoscopie et Visrob, portant sur le vissage robotisé sur arbre de turbine. Le cinquième, Outport, a regroupé huit partenaires industriels et centres de recherche autour de l'aide à la manipulation d'outillage de perçage et fraisage.



Propreté particulière Réponse aux exigences

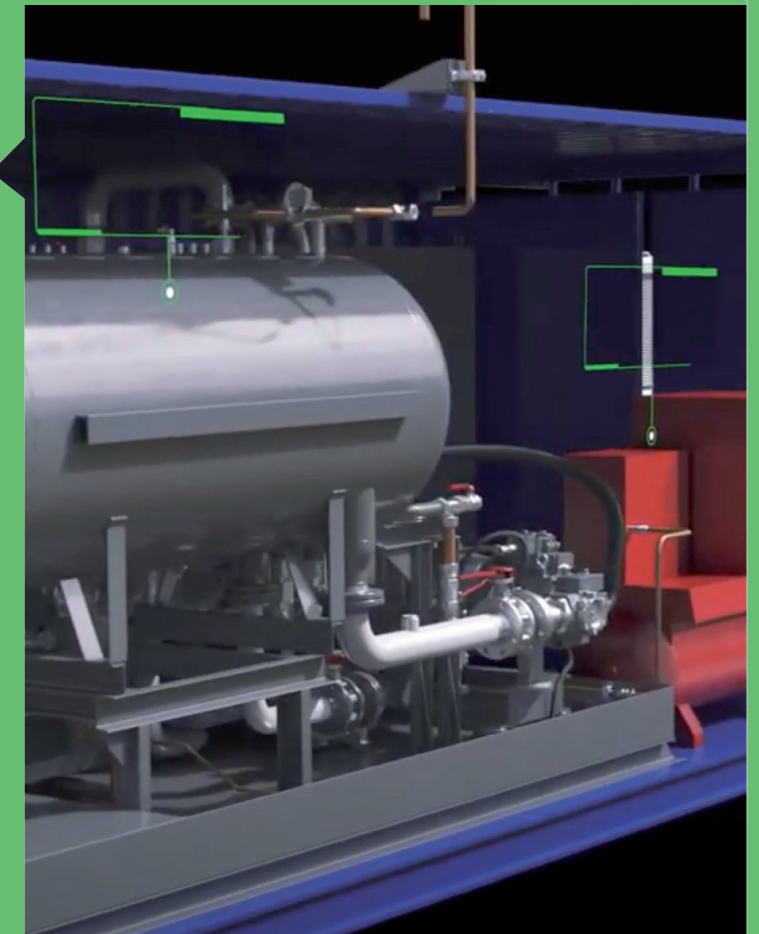
Avec sa toute nouvelle salle blanche dédiée aux analyses de propreté particulière, à Saint-Étienne (Loire), le Cetim intègre de nouveaux moyens pour répondre à la montée en puissance des exigences de propreté particulière dans le monde industriel. Utilisée par son laboratoire accrédité Cofrac pour la mesure de propreté particulière (accréditation Cofrac Essais n°1-1006), la nouvelle salle blanche répond aux exigences de la norme ISO 14644. Elle présente des capacités de mesures conformes aux dernières évolutions des standards VDA19 de 2015 et de l'ISO 16232, publiée en décembre 2018. Opérationnelle depuis début septembre 2019, elle est dotée d'une centrale de traitement d'air assurant le contrôle d'hygrométrie, de pression, de température et de pollution atmosphérique. Elle accueille deux postes d'extraction et deux postes de comptage de particules, ainsi qu'une balance au centième de milligramme. Avec cette installation, le laboratoire peut déterminer avec une grande précision le nombre et la taille des particules présentes sur des pièces aux dimensions allant de quelques millimètres à près d'un mètre et dont la masse peut atteindre 100 kg.



H2REF La station de distribution d'hydrogène fonctionne !

Les partenaires du projet l'ont annoncé officiellement : la station de distribution d'hydrogène conçue dans le cadre du projet H2REF (Development of a cost effective and reliable hydrogen fuel cell vehicle refuelling system) fonctionne ! Constitué d'un ensemble de 16 réservoirs et d'un système hydraulique chargé de les mettre sous haute pression, le premier prototype permet de compresser et de stocker le dihydrogène à 900 bars dans les réservoirs pour le distribuer ensuite dans des véhicules à pile à combustible (PAC). Son secret ? Le stockage et la compression simultanée.

Le Cetim a par ailleurs apporté son expertise lors de la modélisation des systèmes fluidiques et dans le développement du dispositif hydraulique (avec l'UTC) chargé d'injecter de l'huile dans les réservoirs en composites abritant les vessies. Des essais de qualification des accumulateurs fabriqués par Hexagon ainsi que des tests d'éclatement « à l'eau » sous très haute pression ont également été réalisés. Il a fallu, pour cela, adapter des moyens pour réaliser des campagnes d'essais sous 2200 bars sur des réservoirs de 75 litres en toute sécurité.



2

coordinateurs portent le projet au sein
d'un consortium (Cetim/H2Nova)

4

Acteurs européens sont réunis au sein du projet
(Hexagon, Haskel, CCS et LBST)
ainsi que l'UTC en tant
que sous-traitant du Cetim

“
**Le projet a été financé par FCH JU2,
l'initiative européenne « piles à combustibles
(PAC) et hydrogène ». Désormais terminé,
le projet pourrait se poursuivre par une
nouvelle phase d'optimisation avant une
commercialisation d'ici trois ans.**
”

LES INSTANCES

Le comité scientifique et technique

Administrateurs du Cetim

Pascal Vinzio
Président du Comité scientifique et technique, KSB

Christophe Nicot
NTN - SNR

Représentants des industries de la mécanique

Élise Acloque
Clyde Union Pump

Charlotte Bretagnon
ASET

Cyrille Faudry
AGCO SA

Pierre Faverjon
PCI

Patrick Jacquot
Bodycote

Pierre Laguionie
Etna Industrie

Michel Pasquier
CMD Engrenages et Réducteurs

Nicolas Rigollet
Caillau

Philippe Rossillon
Reel SAS

Antoine Seloche
NTN

Jean-Claude Thoulouse
Mantion

Représentants des donneurs d'ordres

Annie Audibert-Hayet
Total

Mohamed-Ali Hamdi
ESI-Group

Pierre Le Conte
Alstom Transport

Bertrand Petot
Safran

Représentants de la recherche technologique

Olivier Bonneau
Université de Poitiers

Anne Denquin
Onera

François Durier
Cetiat

Véronique Favier
Ensam

Valérie Gourves
FCBA

Patrick Heuillet
LRCCP

Éric Noppe
UTC

Michel Schmitt
CGE

Observateurs

Catherine Toucheau
DGE

Vincent Verneyre
FIM

Cetim

Daniel Richet
Directeur général

Philippe Lubineau
Directeur de la recherche et des programmes

L'équipe de direction

Daniel Richet
Direction générale

Philippe Poncet
Direction générale adjointe

Éric Vivien
Direction des ressources humaines

Marc Zandonna
Direction opérationnelle A (Senlis)

Pierre Chalandon
Direction opérationnelle B (Saint-Étienne)

Emmanuel de Lauzon
Direction opérationnelle C (Nantes)

Olivier Burel
Direction opérationnelle D (Cluses)

Pierre Bonnet
Direction commerciale

Bruno Restif
Direction de l'action régionale

Philippe Lubineau
Direction de la recherche et des programmes

Pascal Souquet
Délégation scientifique

Gilles Chapelard
Direction administrative et financière

Christophe Garnier
Direction de la communication

Arnaud Guigné
Délégation à la transformation numérique

Stéphane Thierry
Qualité, Sécurité, Environnement, et Amélioration continue

Le Conseil d'administration

1^{er} Collège Membres nommés au titre de représentants des chefs d'entreprise

Jérôme Duprez
Président du Conseil d'administration du Cetim
Président de FAPMO
Membre du syndicat des biens d'équipement d'origine mécanique – Pompes agitateurs, compresseurs et robinetterie / Manutention, construction et infrastructures - Evolis

Henri Morel
Vice-Président du 1^{er} Collège
Président directeur général Groupe SFPI
Président de la FIM
Membre des syndicats Uniclimate, SNCT, Uniq, Symop

Lionel Baud
Président Baud industries
Président du Syndicat National du Décolletage – SNEDEC

Marie-Françoise Cabel
Directrice qualité et affaires réglementaires Surgical Workflows Geringe Maquet
Membre du syndicat Snitem

France Desjonqueres
Présidente - VOLUM-e
Membre du syndicat des Machines de technologies de production (Symop)

Carole Gratzmüller
Président directeur général Etna Industrie
Membre du syndicat Artema
Présidente du comité d'orientation de l'UNM

Cyril Guillemin
Directeur de Gamme Tracteur Forte Puissance – Société Class Tractor
Membre de l'Union des Industriels de l'Agroéquipement - Axema

Christophe Nicot
Directeur Recherche Innovation Développement - NTN SNR Roulements

Yves Noirot
Directeur Général – Fonderies de Sougland
Membre de la Fédération Forge Fonderie - FFF

François Rieffel
Président du Syndicat de la Chaudronnerie, tuyauterie et maintenance industrielle SNCT

Fabien Schmitz
Président directeur général – Ferco
Membre de l'Union nationale des industries de la quincaillerie - Uniq

Pascal Vinzio
Vice-président Technologie External Affairs & Financing France KSB
Membre du syndicat Profluid Administrateur UNM

2^e Collège Membres nommés au titre de représentants du personnel technique des branches d'industries intéressées

Éric Vidal
Vice-président du 2^e Collège
Secrétaire du comité du groupe Renault
Représentant syndical CGC

Philippe Mau
Airbus Helicopter
Délégué syndical CFTC en charge de la section syndicale Airbus DS
Responsable CE, CHSCT, élu délégué du personnel

Géraldine Nivon
Secrétaire Fédérale
Fédération FO de la Métallurgie

Maxime Sauvée
Représentant syndical CFDT au CCE de Mecachrome France

Nail Yalcin
Membre de la commission exécutive de la fédération des travailleurs de la métallurgie CGT, MBF Aluminium

3^e Collège Membres nommés au titre de représentants de l'enseignement technique et de personnalités compétentes

Thierry Cros
Vice-Président du 3^e Collège
Président directeur général SECO TOOLS

Anne-Sophie de Faucigny
Directrice des Relations Institutionnelles et Médias Bpifrance

Carla Gohin
Directrice de la Recherche & Innovation Groupe PSA

Pierre Lathuille
Président directeur général, Société Lathuille Hudry

Jean Martin
Délégué général Fédération de la Plasturgie et des composites

Elisabeth Massoni-Causse
Directeur du Cemef-Mines Paris Tech

Ludovic Mollieux
Directeur Matériaux & Procédés SAFRAN Tech

Philippe Watteau
Directeur général Institut Vedecom

Commissaire du Gouvernement

Julien Tognola
Chef du service de l'Industrie, Direction générale des entreprises

Contrôleur général économique et financier

Claude Dumont
Mission « Recherche appliquée et promotion de la qualité »

Commissaires aux Comptes

Sylvie Patat
Yann Goineau
Coffra

Présidents d'honneur

Jacques Bouvet
Michel Laroche
Emmanuel Vielliard



Le Cetim est labellisé Institut Carnot, membre du réseau CTI et de l'Alliance Industrie du Futur

Centre technique des industries mécaniques
52, avenue Félix-Louat, 60300 Senlis - 09 70 82 16 80 - sqr@cetim.fr

cetim.fr

2007-001 - **Directeur de la publication** : Daniel Richet - **Réalisation** : Cetim, **direction de la Communication**
Copyright : Cetim, Cetim Grand Est, Studio Bruno Cohen, Agence Sister, Safran Moteur, Desktop-Metal-Shop, Afiap Obap, Fermob, Grégoire Maisonneuve, Airbus-Défence, NTN Transmissions Europe, Yumain, Stelia Aerospace, ALS Bio Organic Maintenance, JPB Système, Servinox, Obut, Couach, Sccodra, Coira, CFT Industrie, Factory Lab, H2REF, P-H.Claudel/Proxima/Cetim, Fotolia TRUMPF, AdobeStock : HalfPoint, Chaimat, KTSDesign, Ekkast919, Chesky, FirstSignal, Nicoel Nino, Halp, Funtap, ipobba, Photocreo Bednarek, fizkes, B. Mactryx, Flavius Piliponis, VadimGuzhva. x (tous droits réservés).
Achevé d'imprimer sur les presses de l'imprimerie Calligraphy - mai 2020

