



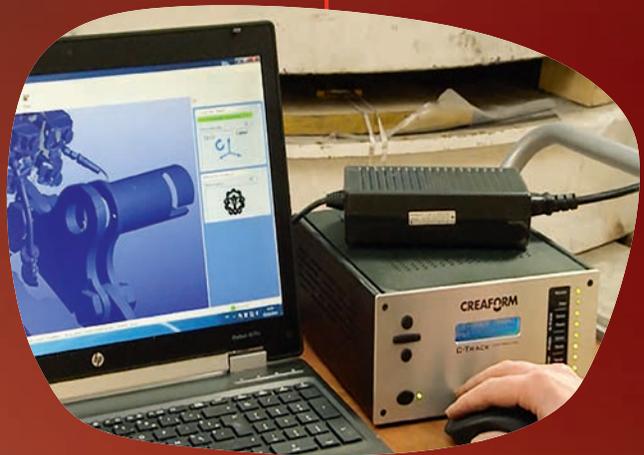
Rapport  
d'activité 2015



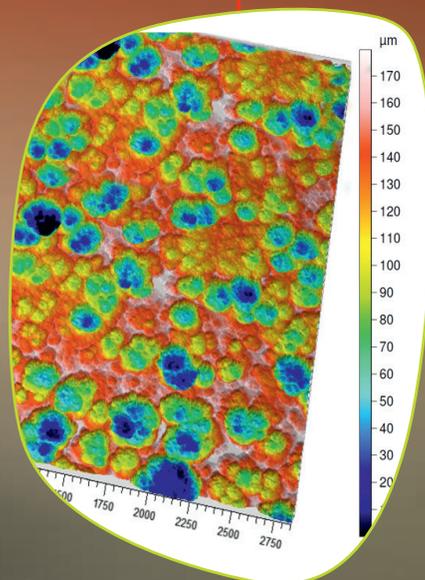


## *En laboratoire ou sur site, la numérisation 3D révolutionne la métrologie.*

*Elle établit un lien continu du millimètre  
au nanomètre pour une caractérisation  
complète d'un objet et de son environnement :  
mesures de dimensions, de forme, de contour,  
d'états de surface. Elle constitue également  
un moyen rapide pour établir un diagnostic :  
écarts avec la CAO, usure, déformation.*



*Fiabilité des mesures optiques 3D,  
visualisation détaillée en couleur réelle,  
sont autant d'avantages technologiques  
au service de l'expertise.*



**3 sites principaux** ●

Senlis  
Nantes  
Saint-Étienne

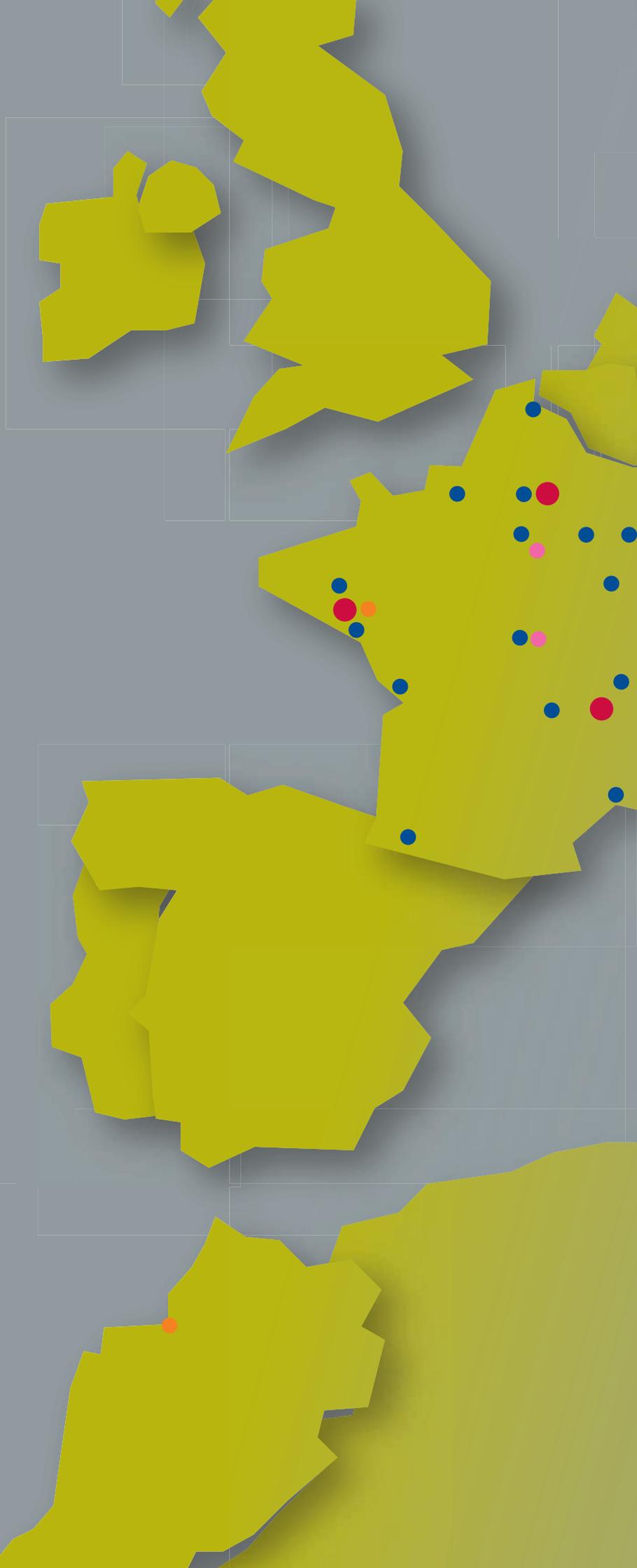
**4 centres associés  
et partenaires** ●



**2 centres de ressources** ●  
**Mécatronique**  
**Contrôle non destructif**

**18 délégations** ●

**2 filiales dédiées** ●  
**aux essais matériaux**  
**de suivi de production**





1 000 personnes

18 délégations

L'outil R&D  
de 6 500 entreprises mécaniciennes

4 centres associés  
et partenaires

2 filiales

135 millions d'euros  
d'activité

50.  
Vers le futur



## Rapport d'activité 2015

# L'innovation en réseau

*Le collectif mécanicien  
du site France*

### Sommaire

Édito	2
Retour sur 50 ans	4
La gouvernance	6
Les moments forts	18
R&D	21
Actions commerciales	33
Appui aux PME	43

## 50 ans au service de la cause industrielle

À l'heure de ses 50 ans, le Cetim affiche toujours la même raison d'exister : accompagner et appuyer le progrès de son industrie.

Il se définit aujourd'hui selon 2 axes : l'un de service public, l'autre de prestations privées au service de cette mission. Centre technique industriel et Institut Carnot, il est un des piliers du programme Industrie du futur.

L'alliance Mécatim (Cetim, centres associés, partenaires et filiales) compte désormais plus de 1 000 collaborateurs pour une activité économique de plus de 135 M€ établie à 50 % sur financements publics (taxe affectée) et à 50 % sur ventes de prestations technologiques. C'est une structure de droit privé investie d'une mission de service public.

Du privé, elle a toute la dynamique. Sur les dix dernières années, à fonds publics stables en euros courants, Mécatim a connu une croissance d'activité de 60 % réalisée par les ventes de R&D ainsi que par la construction de filiales en France et à l'étranger et de partenariats stratégiques.

C'est un succès méconnu du système français qui fait pleinement écho à celui des Fraunhofer allemands.

Du public, le Cetim a l'esprit de responsabilité au service de sa mission : utiliser le plus efficacement la taxe des industriels en approfondissant ses centres de compétences tout en s'entourant des meilleurs partenaires pour servir l'ensemble des attentes de ses mandants. Ainsi, il focalise son énergie sur le D de développement, le R de recherche étant porté au sein des 13 laboratoires et plateformes communes avec le monde académique. Conscient des enjeux du numérique, le Cetim a établi depuis 4 ans un partenariat stratégique avec CEA Tech. De même, pour être proche de ses mandants industriels PME (près de 7 000 entreprises), il prolonge son action nationale par une présence régionale sur 6 régions à travers ses implantations et centres associés.

Le Cetim se veut point d'appui d'un dispositif cohérent tant technologiquement que territorialement pour servir la communauté industrielle. Ce dispositif CTI est construit sur le pacte qui réunit depuis 50 ans industriels mécaniciens et Etat autour de la taxe affectée dans un mode de fonctionnement original et efficace.

**Emmanuel Viellard**

Président du Conseil d'administration



## Vers le futur

Si le chiffre d'affaires commercial n'a pas atteint l'objectif, la bonne maîtrise de la dépense en collectif sauve cette année 2015 qui passe également un cap avec plus de 50 M€ de prise de commandes.

L'alliance Mécatim tient ses positions avec une progression de 4,2 % en commande et une stabilité en facturation. La dynamique d'innovation est au rendez-vous avec 12 brevets, 29 déclarations d'invention et 8 contrats de valorisation. Le lien avec la recherche continue d'être fructueux comme en témoignent les 159 publications, dont 19 de rang A.

Au-delà des chiffres et malgré un contexte économique incertain, le Cetim a tenu le cap du développement technologique en privilégiant les actions partagées. Ainsi, la ligne « composites grande cadence » établie en partenariat avec trois entreprises mécaniciennes, l'Onera et notre laboratoire commun Comp-innov est entrée en service avec succès le 3 novembre. Le programme Robot-Start PME mené avec le Symop et le CEA List fait le plein avec plus de 200 PME engagées dans l'installation d'un premier robot.

Avec Pima@tec, une nouvelle étape est franchie en matière de partenariat public-privé. Ce centre d'expertise et d'innovation en agro-machinisme bénéficie du soutien d'un groupe d'industriels et d'un financement de 20 M€ également répartis entre Cetim et région Picardie.

Enfin, concernant la fabrication additive, le Cetim s'est polarisé sur la mise en œuvre de la chaîne complète de production de pièces techniques pour l'aéronautique et le médical. Cet axe va être approfondi dans le cadre de la filière Carnot « Manufacturing » dont le Cetim a été désigné pilote. Une action concertée est lancée avec CEA Tech, Arts et Métiers ParisTech et l'Institut Mines Télécom pour concrétiser sous l'égide de l'Alliance Industrie du Futur une plateforme nationale de coordination réunissant des acteurs publics et privés.

Le Cetim est né CTI, il a été fait Institut Carnot en 2006, il est à présent support et membre fondateur de l'Alliance Industrie du Futur, tournant capital pour l'Industrie française. Nous en faisons NOTRE cause. C'est la raison pour laquelle nous avons focalisé nos 50 ans sur cet objectif. Pour cet anniversaire, le 50 se fait 5.0, en réponse au 4.0 allemand et la devise du Cetim « innover en mécanique » laisse la place à « Vers le futur » !

**Philippe Choderlos de Laclos**  
Directeur général



# 50 ans d'une aventure technologique

## 1965-1966

1965-Création du Cetim par décret  
1966 - Nomination du Conseil d'administration



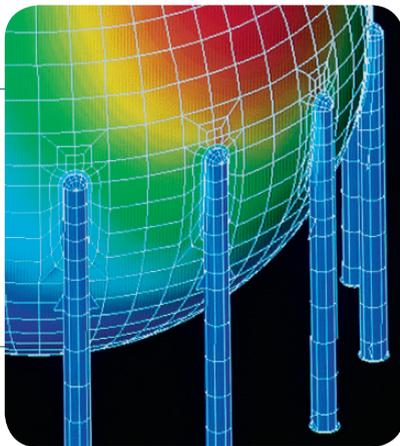
## 1966-1967

Saint-Étienne puis Nantes.



## 1972

Pionnier du calcul intégral pour pièces volumiques.



## 1971

Transfert de Saint-Ouen à Senlis.

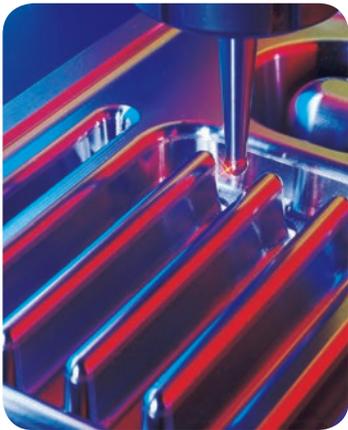
## 1985

Le prototype du cœur artificiel.



## 1986

Castor numérise la statue de la liberté.



**1990**

Dissémination de l'usinage à grande vitesse.

**2000**

Un logiciel de simulation pour la forge.



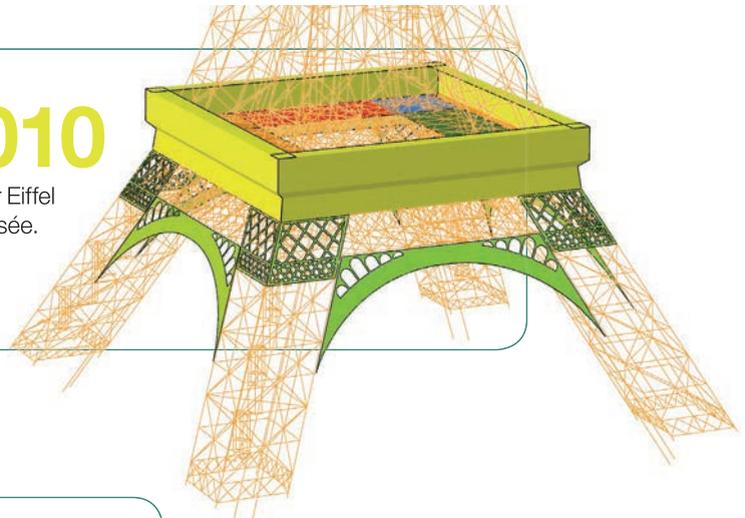
**2006**

Déploiement du programme Acamas d'accompagnement stratégique des PME et 1<sup>er</sup> labellisation Carnot.



**2010**

La Tour Eiffel numérisée.



**2009**

Membre fondateur de Technocampus Composite à Nantes.

**2014**

Créé en 2006, Cetim Maroc s'agrandit de 3 000 m<sup>2</sup>.



**2015**



• Le Cetim est membre fondateur de « l'Alliance Industrie du Futur ».

• Cetim et Ctdec s'unissent et donnent naissance au Cetim-Ctdec, troisième centre associé après Cetim-Cermat et Cetim-Certec.





# 2015

La gouvernance

*Conseil d'administration, comité scientifique et technique, commissions professionnelles... près de 400 industriels contribuent régulièrement à la gouvernance de leur centre.*

### Un modèle à pérenniser

Financement, Industrie du futur, nouveaux moyens, sont parmi les principaux axes travaillés par le conseil d'administration au cours de cette année 2015.

Il a particulièrement suivi l'audit mené par la Cour des comptes dont les conclusions mentionnent « *Un CTI avec plus d'atouts que de faiblesses qui développe efficacement des solutions pertinentes mais dont le modèle de développement économique reste à pérenniser.* »

C'est ainsi qu'une vigilance particulière a été portée sur les conditions de financement par taxe affectée inscrites au projet de loi de finances 2016.

Le conseil a par ailleurs validé l'engagement du Cetim pour la création et la gouvernance de l'Alliance pour l'Industrie du Futur, ainsi que la réalisation de la plateforme Pima@tec dédiée aux essais pour le machinisme agricole.

### Les membres

#### 1<sup>er</sup> collège

Membres nommés au titre de représentants des chefs d'entreprise

##### **Emmanuel Viellard**

Président du Conseil d'administration  
Président de l'Association Française de Forge (AFF)

##### **Michel Athimon**

Directeur général de la FIM

##### **Cyril Ballu**

Directeur industriel et R&D  
Caruelle Nicolas  
Directeur général délégué  
Exel Industries

##### **Hervé Brelaud**

Directeur Recherche et développement,  
NTN SNR Roulements

##### **Jérôme Duprez**

Président du Groupe Moret Industries  
Président UIMM 8002 et Picardie

##### **Yves Fiorda**

Président directeur général de la société ACM,  
Vice-Président de la FIM

##### **Sylvie Guinard**

Présidente de Thimonier SAS  
Membre du Comité de Direction du Syndicat des machines et technologies de production «Symop»

##### **Patrick Itlis**

Directeur général Stäubli Holding France

##### **Florent Monier**

Président Thermi-Lyon  
Administrateur de l'UITIS (Syndicat professionnel des industriels des technologies de surfaces)

##### **Gérard Piron**

Directeur technique Réel SAS,  
Président de la commission Manutention-Levage-Stockage du Cetim

##### **Morello Sperandio**

Directeur scientifique Areva  
Secrétaire général de l'AFCEM  
Membre du conseil d'administration de l'association Française de mécanique

#### 2<sup>e</sup> collège

Membres nommés au titre de représentants du personnel technique des branches d'industries intéressées

##### **Anne Valleron**

Déléguée syndicale centrale CFE-CGC pour PSA Peugeot Citroën,  
Membre du Conseil de surveillance du groupe PSA Peugeot Citroën,  
Membre du Conseil économique

et social d'Île-de-France,  
Conseillère Prud'homme

##### **Philippe Mau**

Délégué syndical CFTC en charge de la section syndicale Airbus DS

##### **Paul Ribeiro**

Secrétaire fédéral en charge des secteurs mécanique et constructions métalliques et du secteur Europe-International

##### **Maxime Sauvé**

Représentant syndical CFTD au CCE de Mecachrome France

#### 3<sup>e</sup> collège

Membres nommés au titre de représentants de l'enseignement technique et de personnalités compétentes

##### **Jean-Marc Théret**

Vice-Président, Engineering Excellence and Technical Audit, Messier-Bugatti-Dowty

##### **Guillaume Devauchelle**

Valeo, Vice-Président, Innovation & Développement scientifique

##### **Philippe Gerlach**

Directeur adjoint de la division technologies Total E&P, Total

##### **Karine Gosse**

Directeur Développement numérique industrie du futur, Groupe Fives

##### **Pierre Lathuille**

Président Directeur général, Société Lathuille Hudry

##### **Alain Storck**

Président UTC  
Président de la Commission Accréditation de la conférence des grandes écoles

##### **Gérard Thuet**

Président du CTIF

#### Commissaire du Gouvernement

##### **Christophe Lerouge**

Chef du service de l'industrie à la Direction générale de la Compétitivité, de l'Industrie et des Services

#### Contrôleur général économique et financier

##### **Marcel Tran**

Mission Recherche appliquée et promotion de la qualité

#### Commissaire aux comptes

##### **Sylvie Patat**

Coffra

#### Présidents d'honneur

##### **Jacques Bouvet**

##### **Michel Laroche**

## Le comité scientifique et technique

La mission de R&D collective est au centre des activités du Cetim. L'objectif est de favoriser l'innovation et le progrès économique par la technologie. Grâce à elle, les entreprises peuvent relever, avec efficacité et réactivité, les défis liés à l'internationalisation des échanges et à la circulation des savoir-faire. La direction de la recherche et des programmes, en relation privilégiée avec le pôle technique de la FIM, pilote cette mission.

Le comité scientifique et technique assure le contrôle de l'emploi de l'ensemble du financement collectif. Il est présidé par Gérard Piron, directeur technique de Réel.

En 2015, le CST a assuré le suivi de l'élaboration des technologies prioritaires en mécanique à l'horizon 2020. L'ouvrage paru en fin d'année recense 53 technologies.

Le positionnement du Cetim dans le paysage français de la fabrication additive a également mobilisé l'attention du CST. En septembre 2015, l'Agence nationale de la recherche (ANR) a missionné le Carnot Cetim sur ce thème pour 6 ans au sein de la filière Manufacturing dont il est porteur et qui regroupe 10 autres instituts Carnot. Enfin, le CST a instruit les enjeux du numérique pour la mécanique ainsi que les techniques numériques associées au Smart Manufacturing.

## Les membres

### Administrateurs du Cetim

#### Gérard Piron

Président du Comité scientifique et technique, Directeur technique, Réel SAS

#### Patrick Ittis

Directeur général, Stäubli

#### Morello Sperandio

Directeur scientifique, Areva

### Industriels de la mécanique

#### Max Boni

Directeur technique Mecalac

#### Philippe Boujon

Directeur général, Forges de Courcelles

#### Cyrille Faudry

Responsable Équipe Confort & Toit Cabine, AGCO SA

#### Patrick Jacquot

Directeur technique, Bodycote

#### Olivier Martin

Directeur Recherche et Développement, Mecachrome

#### Patrick Verrier

Directeur, Chargé de mission, Fives Nordson

#### Pascal Vinzio

Directeur Recherche et Innovation, KSB

#### Jean-Marie Lascombes

Directeur Usine Frantz Electrolyse SAS

#### Jérôme Giraud

Responsable Industrialisation AIMM

#### Fabien schmitz

Président directeur général Ferco international

### Représentant des donneurs d'ordres

#### Bruno Chenal

Directeur de la Technologie et de l'Innovation, Constellation

#### Annie Geay

Directrice de l'Évaluation et des Études, Bpifrance

#### Bertrand Petot

Directeur Programmes R&T Trains d'atterrissage et intégration, Direction Recherche et Rayonnement technologique Messier-Bugatti-Dowty

#### Mohamed-Ali Hamdi

Scientific director of the vibro-acoustics Software Branch, ESI-Group SA

#### Claude Pujol

Direction Programme R&D, Alstom transport

### Responsables de laboratoires de recherche technologique

#### Olivier Allix

Institut universitaire de France, Professeur LMT, ENS Cachan

#### François Durier

Directeur du développement et des partenariats, Cetiat

#### Patrick Heuillet

Directeur technique du LRCCP

#### Laurent Levacher

Directeur d'Ecleer – European Centre Laboratories for Energy Efficiency Research

#### Patrice Laurent

Responsable Département R&D Innovation, Cetim-Ctdec

#### Éric Noppe

Titulaire de chaire hydraulique et mécatronique Génie de systèmes mécaniques, UTC

#### Michel Schmitt

Directeur scientifique adjoint, Institut Mines-Telecom

#### Jean-Noël Patillon

Directeur scientifique CEA Saclay Nano-Innov

#### Olivier Bonneau

Professeur des Universités, Université de Poitiers

### Observateurs

#### Philippe Contet

Directeur Innovation et technologies, FIM

#### Christophe Delreux

Chargé de mission, sous-direction des filières des matériels de transport, de l'énergie et des éco-industries – DGE

### Cetim

#### Philippe Choderlos

de Laclos Directeur général

#### Philippe Lubineau

Directeur de la recherche et des programmes



**Philippe Choderlos de Laclos**  
Direction générale



**Daniel Richet**  
Direction du développement régional et international



**Gilles Chapelard**  
Direction administrative et financière



**Éric Vivien**  
Direction des ressources humaines



**Christophe Garnier**  
Direction de la communication



**Philippe Gouvaert**  
Direction commerciale



**Philippe Lubineau**  
Direction de la recherche et des programmes



**Denis Eymard**  
Délégation à l'innovation et à la valorisation



**Mansour Afzali**  
Conseiller scientifique



**Jean-Christophe Augé**  
Direction opérationnelle (Senlis)



**Philippe Poncet**  
Direction opérationnelle (Saint-Étienne)



**Emmanuel de Lauzon**  
Direction opérationnelle (Nantes)

### L'équipe de direction

L'équipe de direction est constituée majoritairement d'hommes issus du monde industriel, mais aussi de technologues formés au Cetim, apportant recul et vision sur la mission collective du centre.

Les trois directions se répartissent aussi bien la gestion des trois principaux sites géographiques que les unités opérationnelles structurées en treize pôles d'activités.

## > Les commissions

### Les commissions professionnelles

L'innovation technologique est la première mission du Cetim. 25 % des financements perçus en taxe sont dédiés à des travaux demandés et pilotés par des représentants de chacune des professions de l'industrie mécanique.

Pas moins de 25 commissions dont trois mixtes en assurent la programmation et le pilotage, complétées par six commissions techniques liées à des syndicats professionnels.

Un chargé de profession assure la maîtrise d'ouvrage des actions en lien avec les équipes techniques.

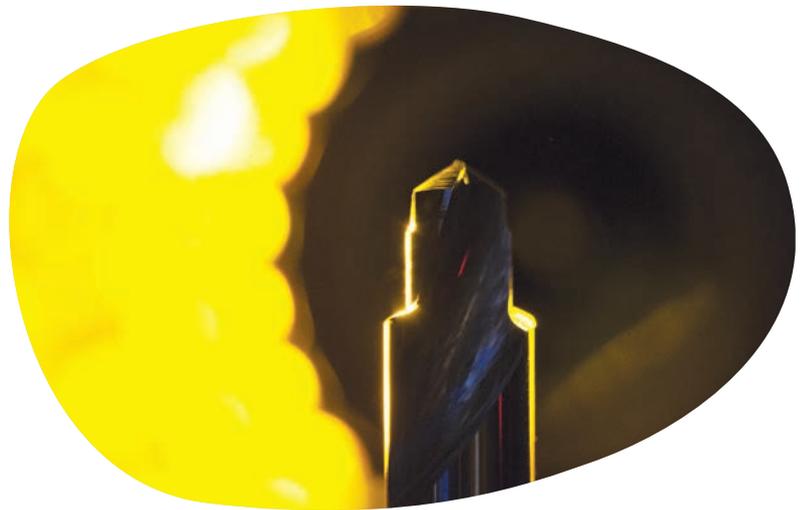
La concertation avec les organisations professionnelles est permanente.

Deux commissions sont animées de façon transversale. La commission Machines thermodynamiques est pilotée avec le Cetiat. La commission interprofessionnelle Soudage (CIS-FIM) créée sur proposition de la FIM, du Cetim et de l'IS est pilotée par la FIM. Outre ces commissions, plusieurs activités professionnelles sont représentées par des groupes de travail : Étanchéité dynamique, Matériel pour l'industrie du papier, du carton, de l'imprimerie, Fours, Machines spéciales, Emballage, Matériels de bureau, Roulements.



### Les comités programme

	Filière usinage	Engins mobiles et installations	Transmissions et roulements	Matériaux, transformations et traitements	Équipements fluidiques	Tôles minces et fils	Machines et process
Professions concernées	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mécanique industrielle</li> <li>Moulistes</li> <li>Outils coupants</li> <li>Machines-outils et productique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Machines agricoles</li> <li>Matériels de travaux publics, carrières et PM, mines, forage, équipements pour le bâtiment</li> <li>Matériels de maintenance-lavage, stockage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transmissions hydrauliques</li> <li>Roulements</li> <li>Transmissions mécaniques</li> <li>Transmissions pneumatiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dispositifs médicaux</li> <li>Revêtements et traitements de surface</li> <li>Traitements thermiques</li> <li>Forge, estampage, matricage</li> <li>R&amp;D Fixations</li> <li>Outils à main et électroportatif</li> <li>Ressorts, articles métalliques, fûts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chaudronnerie-tuyauterie-tôlerie</li> <li>Pompes</li> <li>Moteurs, compresseurs, pompes à vide</li> <li>Robinetterie</li> <li>Mesure, pesage, optique, régulation, étanchéité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Découpage-emboutissage</li> <li>Mobilier métallique</li> <li>Articles culinaires</li> <li>Quincaillerie</li> <li>Conduits de fumée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matériels textiles</li> <li>Matériels d'imprimerie</li> <li>Machines d'emballage</li> <li>Machines spéciales</li> <li>Matériels destinés à l'alimentaire</li> <li>Machines thermodynamiques</li> <li>Fours</li> </ul>



## Les commissions professionnelles et transversales

Commissions professionnelles	Chargé de profession	Président	Entreprise
Articles culinaires	Marie-Annick Laroche	Jean-Noël Mathieu	De Buyer Industries
Chaudronnerie, tuyauterie, tôlerie	Mohammed Cherfaoui	Patrick Verrier	Fives Nordon
Conduits de fumée	Marie-Annick Laroche	Patrick Lefeur	TEN
Découpage-emboutissage et formage des métaux en feuilles	Marie-Annick Laroche	Jérôme Giraud	Alliance Industrie Métallurgique de la Mayenne (AIMM)
Dispositifs médicaux	Pascal Goldstein	Marie-France Cabel	Getinge Maquet
Forge	Alexandre Pointard	Antoine Selosse	NTN Transmissions Europe Crézancy
Machines agricoles	Alain Trouvé	Cyrille Faudry	AGCO
Machines-outils et productique	Marcel Palleau	Jean-Pierre Nicaise	Cinetic Machining
Matériels destinés à l'alimentaire	Marie-Annick Laroche	Serge Horellou	Couédic Madoré Équipement
Matériels de manutention-levage, stockage	Alain Trouvé	Gérard Piron	Réel
Matériels de travaux publics, carrières et PM, mines, forage, équipements pour le bâtiment	Alain Trouvé	Max Boni	Mécalac
Matériels textiles	Pascal Goldstein		
Mécanique industrielle, machines spéciales	Marcel Palleau	Olivier Martin	Mecachrome
Mobilier	Alexandre Pointard	Serge Laibe	Fermob
Moteurs, compresseurs, pompes à vide	Muriel Maquennehan	Jean-Claude Lion	Howden BC
Moulistes	Marcel Palleau	Alain Massais	Moul'Anjou Industrie
Outils coupants	Marcel Palleau	Olivier Leclerc	Ets Leclerc
Outillages à main et électroportatif	Alexandre Pointard	Radu Néamtu	Facom
Pompes	Muriel Maquennehan	Pascal Vinzio	KSB SAS
Quincaillerie	Alexandre Pointard	Fabien Schmitz	Ferco International
Fixations	Alexandre Pointard	René Cathiard	Lisi Automotive
Ressorts	Alexandre Pointard	Philippe Basson	Novaressort
Revêtements et traitements de surface	Marie-Annick Laroche	Jean-Marie Lascombes	Frantz Electrolyse SA
Robinetterie	Muriel Maquennehan		
Traitements thermiques	Marie-Annick Laroche	Patrick Jacquot	Bodycote
Transmissions hydrauliques	Éric Padiolleau	Pierre Laguionie	Etna Industrie
Transmissions mécaniques	Éric Padiolleau	Michel Pasquier	CMD Engrenages et réducteurs
Transmissions pneumatiques	Éric Padiolleau	Thierry Filley	ASCO SAS
Commissions transversales	Chargé de profession	Président	Entreprise
Machines thermodynamiques	Pascal Goldstein	Laurent Legin	Trane
Commission interprofessionnelle Soudage-FIM	Dominique Ghiglione	Guy Cromer	Fives Nordon

# Un environnement contrasté

Dans un environnement économique contrasté, le Cetim enregistre une baisse de ses financements collectifs et la stabilité de son activité de prestations facturées.

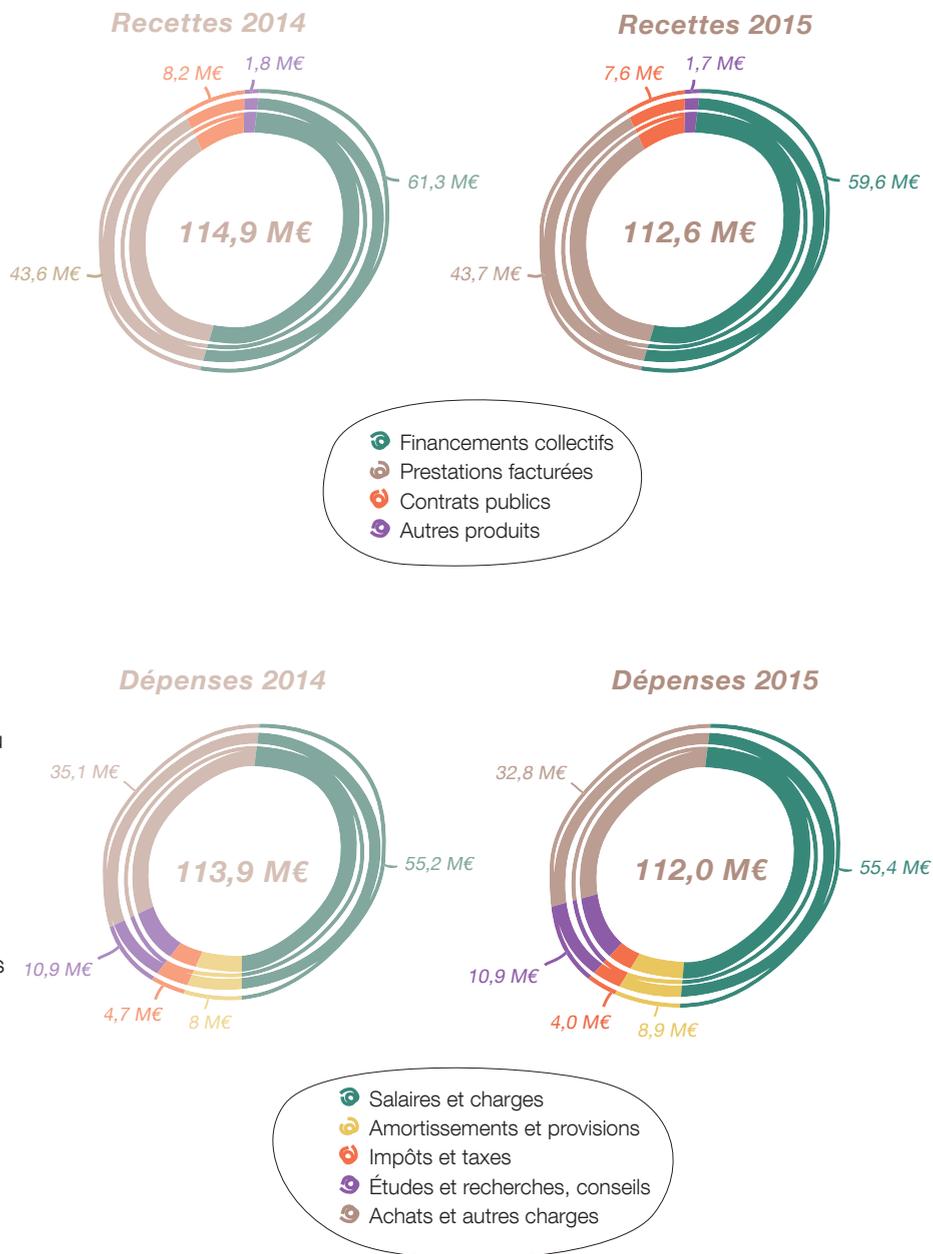
## Résultats 2015

Avec une diminution des financements collectifs et la stabilité du chiffre d'affaires des prestations facturées, l'activité globale 2015 accuse une baisse de 2%. Dès la fin du premier trimestre, les financements collectifs ont affiché un retrait de 3,8% qui a nécessité un plan d'économies de 1,45 M€. Parallèlement, l'environnement économique contrasté n'a pas permis de croissance du chiffre d'affaires commercial.

Le chiffre d'affaires issu des contrats publics s'établit à 5,7 M€ en retrait de 5,9%. Cette décroissance s'explique, notamment, par la mise en rythme nominal des projets Capme'up et Robot Start PME dont l'avancement avait été exceptionnellement fort sur 2014. Ainsi, les ressources propres du Cetim se maintiennent à un niveau de 52,6 M€ soit 47% du chiffre d'affaires.

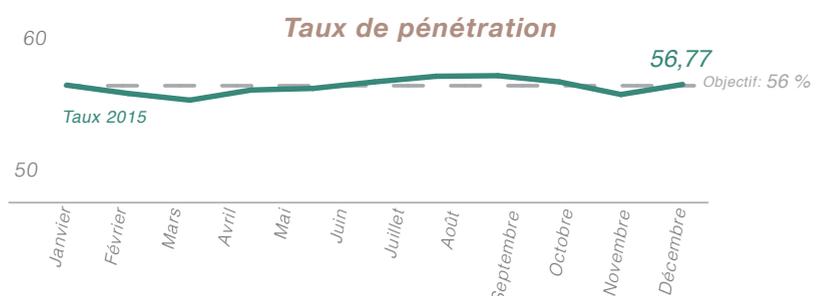
La sous-traitance de prestations de conseils et d'appuis réalisée au profit de PME/PMI et de l'État est restée identique à l'exercice précédent.

Les études et recherches confiées auprès d'organismes extérieurs restent stables, elles s'établissent à 7,0 M€. Ce poste intègre, outre les dépenses de R&D réalisées auprès des laboratoires communs, la contribution du Cetim à la politique de R&D commune avec les Centres associés (Cetim-Cermat, Cetim-Certec, Cetim-Ctdec) et le LRCCP.



## Un gain de 1,8% en 2015

Le taux de pénétration traduit le pourcentage de cotisants ayant volontairement fait appel au Cetim sur une année. En 2015, son évolution avec une moyenne annuelle supérieure de 1 point par rapport à 2014 (56,7% pour 55,7%) marque un gain d'intérêt de nouveaux cotisants tout en assurant une fidélisation de la fréquentation.





## La mécanique, 1<sup>er</sup> employeur industriel

Les industries mécaniques conservent leur rang de premier employeur industriel de France, avec 629 000 salariés et 30 200 entreprises (de plus de 1 salarié)

pour un chiffre d'affaires de 121,8 Md€ en 2015.

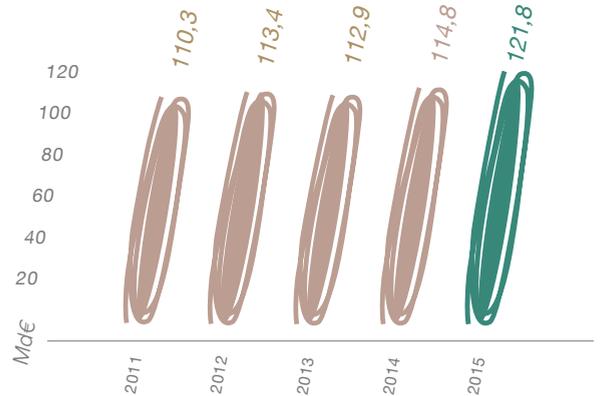
Vingt-sept professions sont regroupées au sein de la Fédération des industries mécaniques (FIM), en charge des intérêts économiques et techniques.

Aux côtés des syndicats spécialisés par produit, métier ou marché, la FIM intervient sur des sujets d'intérêt commun aux mécaniciens dont elle se fait le porte-parole auprès des structures professionnelles nationales et européennes. Ces professions confient des travaux de recherche aux cinq centres techniques industriels.

# 30 200 entreprises

### Industries mécaniques

Une activité soutenue tant en France qu'à l'international

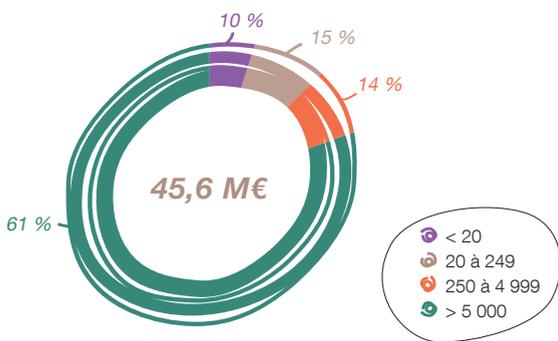


## Actions marchandes : accompagner la R&D

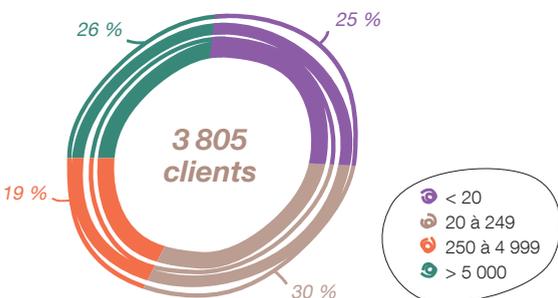
Le chiffre d'affaires commercial s'établit à 43,7 M€ en retrait par rapport aux objectifs mais avec une prise de commandes en croissance de 4%. Cette progression concerne notamment l'offre d'accompagnement de projets de R&D, et particulièrement

d'ingénierie d'essais multi-physiques. Cette capacité à combiner différentes expertises physiques pour dimensionner des architectures d'essais au plus proche du fonctionnement réel est un atout de différenciation fort du Cetim.

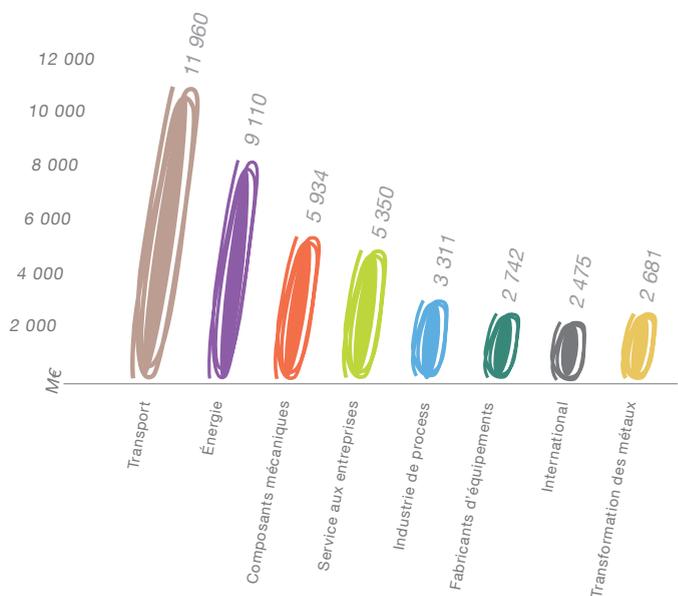
### Une croissance tirée par les grandes entreprises (part du chiffre d'affaires)



### Et une clientèle de PME fidèle : près de 60% de nos clients (répartition des clients)



### Le transport et l'énergie, 1<sup>ers</sup> secteurs clients du Cetim



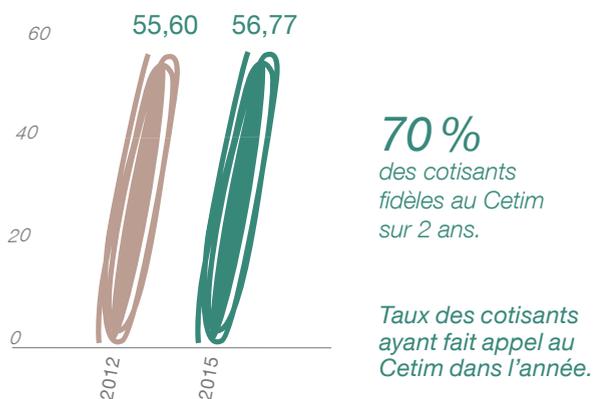
# Un contrat pleinement tenu

## 2012 – 2015 : UNE STRATÉGIE TRADUITE DANS LES ACTES

À travers le contrat de performance 2012-2015, État, Fédération des industries mécaniques, et Cetim ont fixé l'ambition assignée au Centre : contribuer à l'essor économique de la mécanique et faire du Cetim un champion européen de la R&D. Les résultats sont là !

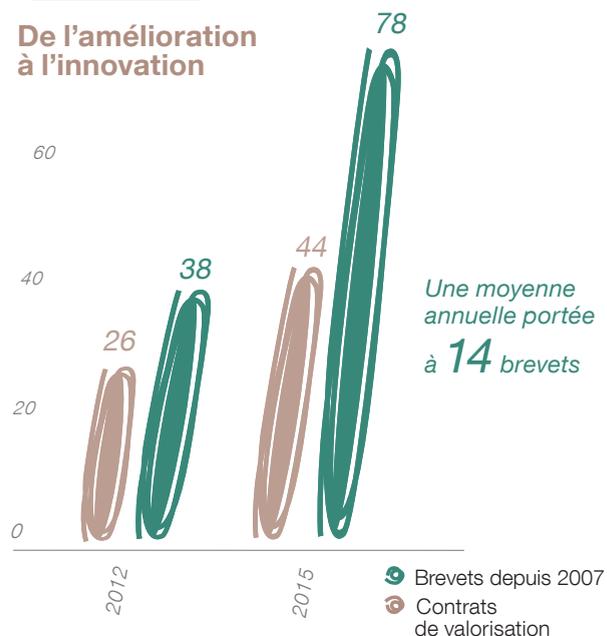
### Taux de pénétration

#### Fidélité des mécaniciens



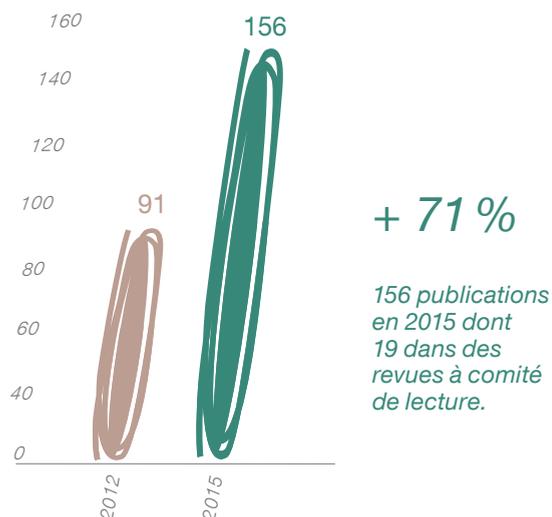
### Innovation

#### De l'amélioration à l'innovation



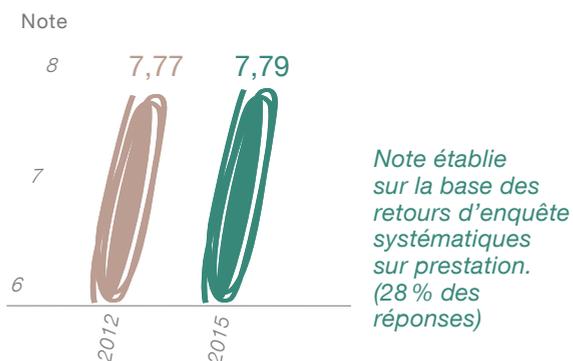
### Publications

#### Une vraie présence scientifique



### Satisfaction des clients

#### 64 % des clients très satisfaits

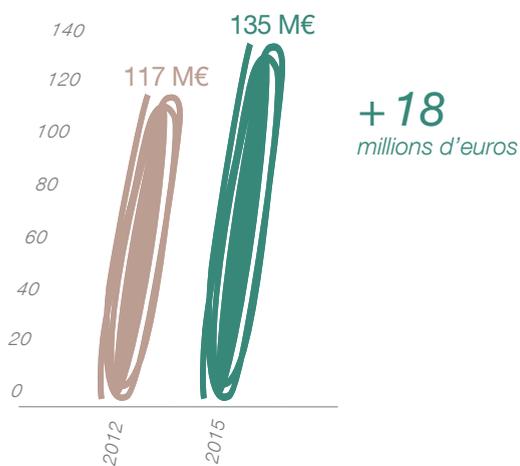


L'année 2015 clôture ce contrat de performance. La période écoulée est marquée par une affirmation du service rendu aux cotisants avec une consolidation du taux de pénétration. La progression des indicateurs scientifiques, dont le nombre de publications, vient appuyer une reconnaissance nouvelle au sein de la communauté nationale en support du label Carnot.

La politique d'innovation menée depuis 10 ans porte ses fruits avec une moyenne de 14 brevets et 25 déclarations d'invention internes par an. Enfin, l'activité économique de l'alliance Mecatim affiche une croissance de 13 % tout en maintenant un haut niveau de qualité selon les retours d'enquête établis auprès de nos clients.

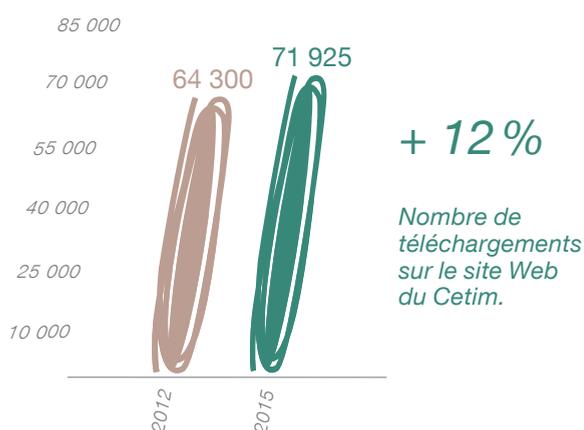
### Croissance de l'activité Mecatim

Une dynamique forte impulsée par le Cetim



### Téléchargements

Une source d'informations reconnue



# Moyens technologiques et humains

700 PERSONNES AU SERVICE DE L'INNOVATION EN MÉCANIQUE

Les activités de production du Cetim sont réparties entre 13 pôles.

Chacun de ces pôles est géré en centre de profit établi sur des travaux d'intérêt collectif et sur la réalisation de prestations individualisées.

Les études à caractère collectif sont définies en coût, délais et qualité avec la direction de la recherche et des programmes, qui a pour fonction d'incarner en interne l'exigence du « client collectif ».

Les prestations individualisées sont conclues avec l'appui de la direction commerciale représentée au sein de chaque pôle.

## Des pôles d'activités porteurs des domaines d'excellence

- Fatigue des composants mécaniques
- Équipements sous pression et ingénierie d'instrumentation
- Mécatronique transmissions et capteurs
- Ingénierie bruit et vibrations
- Matériaux métalliques et surfaces
- Performance industrielle et durable
- Innovation – conception – simulation
- Ingénierie des assemblages
- Procédés performants et innovants
- Expertise – métrologie – étalonnage
- Ingénierie des polymères et composites
- Technologie de l'étanchéité
- Technique des fluides et des écoulements

## Une offre globale

S'appuyant sur la structure en pôles d'activités, porteurs de ses domaines d'excellence, le Cetim a développé une offre globale de prestations réalisées avec des impératifs stricts de confidentialité, d'objectivité, de délai et de coût.

- Analyse de défaillances et expertises
- Formation et gestion des compétences
- Logiciels

## Une organisation vitalisée par une gestion de mode industriel

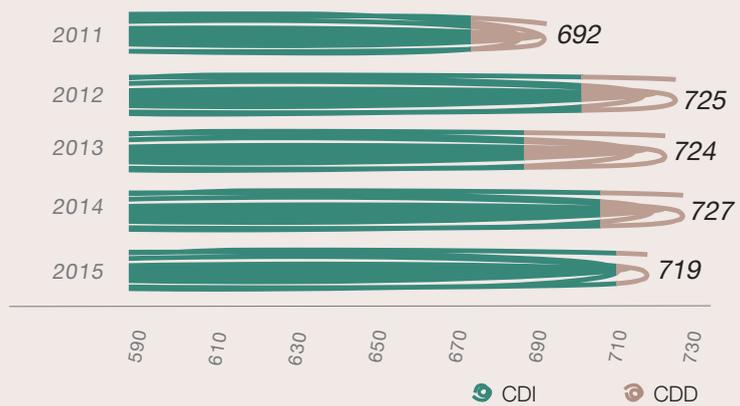
Une même exigence de qualité pour le collectif et le marchand



### Les ressources humaines

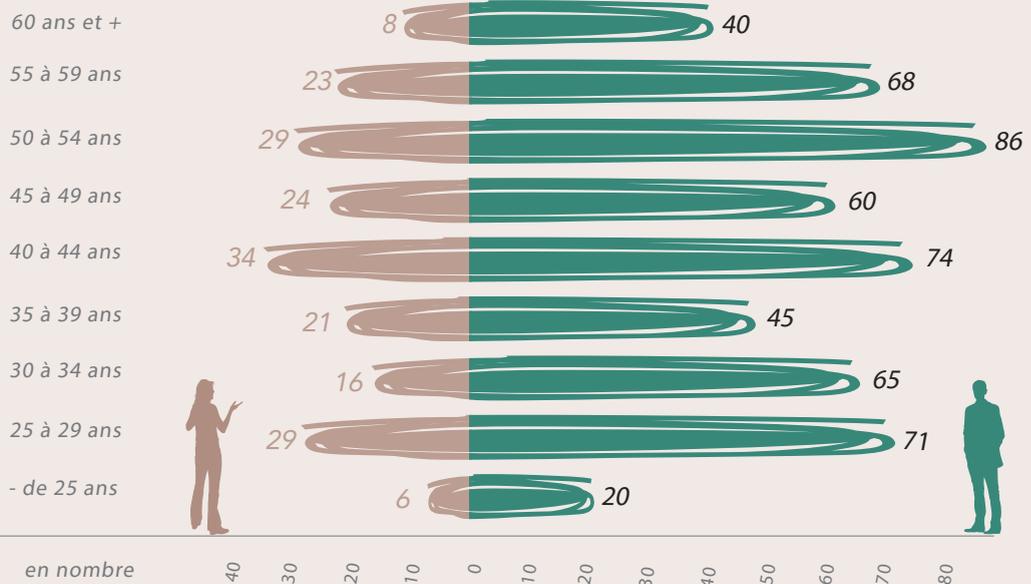
En stabilisant nos effectifs autour de 700 personnes (équivalent temps plein), nous avons consolidé notre capital humain pour pérenniser notre expertise. Cet investissement est aussi marqué par un rajeunissement visant à entretenir notre dynamique de développement. En quelques années, la pyramide des âges a été fortement rééquilibrée.

### 2014-2015 : Consolider notre montée en compétences



### Une expertise pérennisée

Pyramide des âges



# Les moments forts de 2015

*L'année est marquée par des projets publics-privés d'envergure, de belles concrétisations technologiques ainsi que des engagements nouveaux et mobilisateurs au sein de l'Alliance Industrie du Futur.*

## La Cour des comptes rend son rapport

*« Doté d'une structure financière équilibrée et géré de manière rigoureuse, le Cetim dispose d'atouts pour pérenniser et développer ses actions : une technicité et une expertise reconnues, des ressources humaines attachées à la culture du centre, des partenariats solides et une offre d'accompagnement « de bout en bout » qui lui permet encore aujourd'hui de se démarquer de ses concurrents. »*



## Des pièces composites en 90 secondes

La première ligne pilote française capable de produire en 90 secondes des pièces mécaniques prêtes à l'emploi en matériaux composites est opérationnelle depuis le 3 novembre 2015. Elle a reçu un « Innovation Award » à l'occasion du salon JEC America à Houston.

## Pima@tec : innovation et agro-machinisme

Doté d'un budget global de 20 M€, Pima@tec constitue le premier centre d'expertise et d'innovation en agro-machinisme. Financé par la région Picardie et le Cetim, avec le soutien des industriels Gima et Agco-Massey Ferguson, ce centre rassemblera des plateformes technologiques dont les bancs d'essais seront mutualisés au profit des industries mécaniques.



## Les PME adoptent un premier robot



En 2 ans, Robot Start PME (RSPME) a permis à plus de 200 PME d'acquiescer un premier robot. Ces entreprises déclarent une hausse moyenne de leur CA de 11,6% et 100% des équipes estiment que le robot a amélioré leurs conditions de travail.



## La station - service de demain

Piloté par H2NOVA et le Cetim, le projet européen H2REF vise le développement d'ici trois ans d'une nouvelle génération de stations de distribution d'hydrogène. Première étape : la mise en place à Senlis des moyens d'essais et infrastructure nécessaires à la tenue des études techniques.



## Une alliance pour l'industrie du futur

Le 20 juillet 2015, Emmanuel Macron a annoncé la création officielle de l'association Alliance Industrie du Futur.

Le Cetim, membre fondateur, est partenaire du volet technologique et pilote de la mission de déploiement territorial.



## Un accord avec l'Onera

À l'occasion du salon aéronautique du Bourget, les deux instituts Carnot ont signé un accord stratégique visant à renforcer leur offre dans le domaine des matériaux, notamment composites.

## Le serrage au couple sur smartphone

Torque Tightening : ainsi est baptisée la première mini application développée par le Cetim. Disponible gratuitement sur AppleStore et GooglePlay, elle détermine les couples de serrage optimaux et compte déjà plus de 10 000 téléchargements.



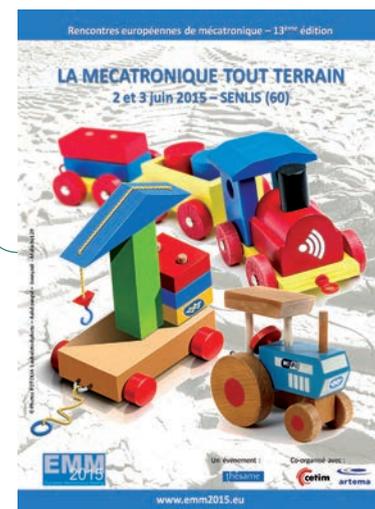
## Le Cetim-Ctdec rassemble

Le 17 avril, à Cluses, Pierre Lathuille, président du Cetim-Ctdec, Thierry Guillemain, directeur général du Cetim-Ctdec et Philippe Choderlos de Laclos, directeur général du Cetim, ont présenté la stratégie du Cetim-Ctdec en présence de témoins industriels et des élus locaux.



## La mécatronique tout terrain

Engins roulants et mécatronique « tout terrain » : tel était le thème de l'édition 2015 des European Mechatronics Meeting (EMM) organisée avec Thésame et Artema les 2 et 3 juin à Senlis.







&

Recherche  
développement



# Recherche & développement

## Le Cetim, chef de file de la filière Carnot « Manufacturing »

Avec l'organisation des instituts Carnot en huit filières, c'est l'accès des entreprises qui est ainsi facilité.

L'idée : la structuration d'une offre, et un interlocuteur bien identifié. Parmi elles, « Manufacturing » est dédiée à la mécanique et aux procédés. Le Cetim, chef de file, regroupe autour de lui les expertises du CEA-List, de Arts ainsi que huit autres Carnot.

Le centre est par ailleurs « lieutenant » d'une deuxième filière dédiée à l'aéronautique baptisée « Aircar » et participe à « Carnauto », spécialisée dans l'automobile.



## Alliance Industrie du futur : une nouvelle offre technologique

Le développement d'une nouvelle offre technologique nationale constitue un des axes d'action prioritaires de l'Industrie du futur parmi les six identifiées par l'Alliance. En jeu, la souveraineté et la compétitivité de l'industrie française. En plus de sa mission d'appui aux PME pour le déploiement en régions, le Cetim prend une part active aux côtés des membres de l'Alliance pour orienter et renforcer des programmes nationaux de R&D destinés à soutenir le développement de cette offre dans les technologies de

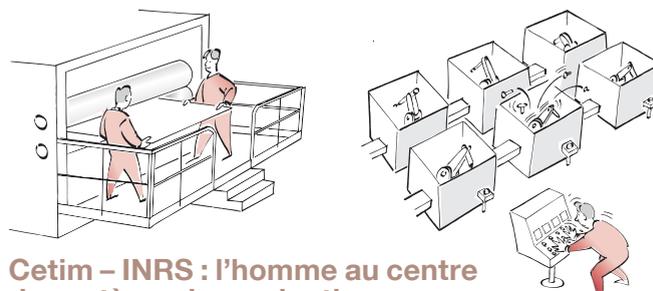


production, de conception, de logistique et les outils numériques associés. Piloté en particulier par le CEA List, le groupe travaille à l'émergence d'un réseau national de plateformes d'intégration technologiques en lien avec le groupe Déploiement...



## Coopération Cetim – CEA Tech : 3 thèses sur le CND

Signe de la richesse de la collaboration en cours avec le CEA Tech/CEA List, et au-delà des partenariats engagés au sein des programmes Capme'Up et RSPME, pas moins de trois thèses dans le domaine des CND ont été initiées et financées de concert en 2015. La première touche à la simulation des CND (étude de la technique des capteurs électromagnétiques (Emat) en milieux ferromagnétiques) ; une autre est consacrée à l'application des multiéléments au contrôle de structures composites ; la troisième est dédiée à la modélisation numérique du comportement des capteurs d'émission acoustique et devrait déboucher à un module intégré au logiciel Civa.



## Cetim – INRS : l'homme au centre du système de production...

L'INRS et le Cetim ont mis au point une méthode d'aide à la conception de cahier des charges fonctionnel d'une machine prenant en compte les risques pour le personnel. L'étude intitulée « Intégration de la sécurité et de l'ergonomie en conception » a déjà fait l'objet d'une application exemplaire au sein de l'entreprise Myral (Réf. Cetim Infos n°230 juin 2015). Les résultats de cette étude commune sont en cours de diffusion via une brochure de l'INRS (Réf.ED6231, mai 2016). Ces travaux ont également abouti à la création d'une formation présente au catalogue Cetim (Réf. G16).

### Anticipation technologique

L'anticipation technologique procède de différentes sources : les retours de nos cotisants et de nos actions de prestations, la mise à jour de l'exercice « Technologies prioritaires en mécanique » et la veille technologique assurant le suivi des évolutions scientifiques et techniques aux niveaux national et international.

Parallèlement et de façon plus précise, l'action de veille technologique intervient de façon systématique afin

de bien faire connaître l'environnement de chaque projet de R&D, notamment les projets sectoriels par métier. Plus de 300 notes de veille ont ainsi été mises à disposition *via* le site internet. La fabrication additive continue de faire l'objet d'une veille spécifique.

Le « best of veille », sélection mensuelle en accès libre issue des notes de veille, a été revu pour le rendre encore plus facilement exploitable.

### R&D sectorielle

Sept comités programme sont désormais opérationnels. Instances de concertation et de collaboration entre commissions professionnelles, ils favorisent le lien avec les grands projets de R&D et contribuent à une meilleure synergie des études, propice à l'innovation. Il s'agit également de prendre en compte la dimension marché en créant des passerelles avec les groupements de marché de la FIM. Il s'agit enfin de réaliser des actions à délai court afin de répondre avec réactivité aux besoins professionnels immédiats.

Une trentaine de commissions professionnelles et de comités programmes ont demandé une veille technologique spécifique.

Parmi les actions originales, on peut citer le suivi d'un salon en Chine dans le domaine des transmissions de puissance, un premier regard sur l'impact potentiel du Big Data pour les engins mobiles, une analyse des brevets déposés dans le domaine du mobilier ou le démarrage d'une nouvelle action spécifique à la commission Chaudronnerie.

### R&D générique

Les actions de R&D générique, c'est-à-dire les actions amont aux études professionnelles et transverses à l'ensemble des professions, visent, entre autres, le ressourcement scientifique du Cetim. Elles prennent la forme d'études fondamentales confiées aux laboratoires scientifiques (en complément de l'action de la Fondation Cetim), de partenariats avec les principaux laboratoires, d'écoles et d'universités en mécanique dans le cadre de laboratoires communs, de partenariat international, par la participation à des projets de R&D au niveau européen essentiellement.

#### Des axes technologiques prioritaires

- **Matériaux et procédés**, avec les briques technologiques introduites dans le concept de l'Usine du futur : machines intelligentes, procédés robotisés avec plusieurs démonstrateurs, fabrication additive notamment pour les prothèses orthopédiques et la poursuite d'un

effort important sur les composites et les procédés d'assemblage ;

- **Conception/simulation/essais**, avec le couplage simulation essais *via* la chaîne numérique de conception-fabrication en cohérence avec le Manufacturing, ainsi qu'un ensemble conception et simulation des assemblages ;

- **Développement durable**, avec un aspect procédés, notamment en traitement de surface et dégraissage, avec la sécurité des systèmes collaboratifs et également avec les performances énergétiques des équipements ;

- **Mécatronique**, avec des thématiques centrées sur la surveillance des équipements ou le pilotage des systèmes ; mesure/contrôle, avec l'application des technologies dédiées et notamment la simulation des contrôles non destructifs.

## Contribuer à la normalisation



Les actions de R&D sectorielle visent à assurer une forte présence en normalisation, en particulier internationale, gage de la qualité des produits et services des industries mécaniques françaises et de leur accès aux marchés étrangers.

C'est une demande croissante des professions qui s'appuient sur l'UNM et le Cetim, qui financent ainsi près de 1 200 sièges tenus par les industriels mécaniciens dans les groupes de normalisation nationaux, européens et internationaux. Les experts du Cetim participent activement, dans bien des cas en position d'animateur ou de leader, à plus de 200 d'entre eux. Éco-conception, matériaux composites ou encore fabrication additive : les résultats des études R&D menés sur ces thèmes sont également éprouvés au sein des comités de normalisation.

## Cartographie 2015 de thèmes organisés par axe technologique

Axe technologique	Thématique	Famille de projets
Procédés Matériaux	Procédés innovants	Fabrication additive
		Machines intelligentes et robotique
		Simulation des procédés de fabrication
		Ingénierie des surfaces
	Composites et élastomères	Conception et procédés de mise en œuvre
		Procédés d'assemblage
		Durabilité et fatigue
		Élastomères en mécanique
Conception Simulation Essais	Conception et calcul en mécanique	Conception de produits fiables et sûrs
		Conception en étanchéité
		Vibroacoustique des composants et équipements
		Codes et règles de construction
		Simulation et optimisation
	Conception produit procédé	Chaîne numérique conception/fabrication/essais-mesures
		Essais multi-physiques
Développement durable	Procédés durables	Éco-procédés mécaniciens
		Substitution de substances et de matériaux
		L'homme au centre du système productif
	Efficacité environnementale des produits et procédés	Écoconception et recyclage
		Efficacité énergétique
Mécatronique Contrôle Mesure	Capteurs et systèmes intelligents	Capteurs intégrés et communicants
		Pilotage des systèmes
		Transmission de puissance
	Surveillance des procédés et des équipements	Surveillance des équipements (dont ESP)
		Surveillance des procédés
	Contrôles non destructifs	Simulation des CND
		Applications du CND avancé



### Un parcours exemplaire

Reconnu Institut Carnot par le ministère de la Recherche depuis la création du label, le Cetim a vu ses ventes de R&D partenariale progresser de 6,5 M€ en 2005 à 20 M€ en 2015. Durant la même période, le volume des contrats de recherche réalisé avec des TPE et PME a été multiplié par six. Les ventes de R&D partenariale représentent désormais plus de 40 % de l'activité privée de l'institut.

L'année 2015 marque la fin de la seconde période de labellisation Carnot. L'évaluation portant sur les 5 ans écoulés a vu les efforts du Cetim couronnés de la note maximale sur chaque critère ! Les auditeurs ont également souligné l'implication dans l'Alliance Industrie du Futur ainsi qu'un point de progrès sur l'international qui rejoint nos objectifs.

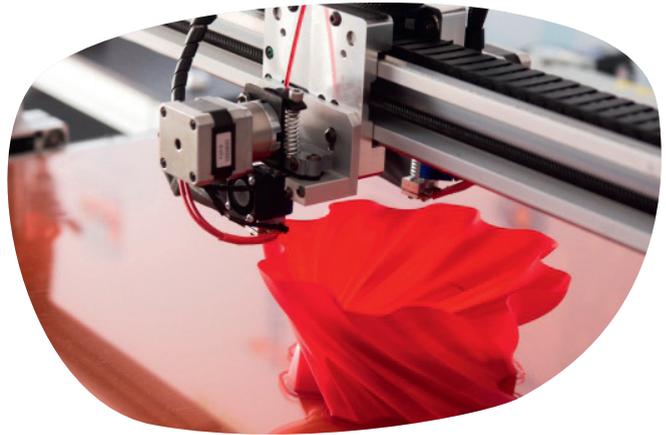
### Une filière pour répondre aux besoins R&D des entreprises du « Manufacturing »



Fin 2014, les instituts Carnot fortement impliqués dans un domaine technologique ont proposé de se regrouper pour faciliter l'accès des entreprises - PME et ETI - d'une filière économique, à leurs compétences et moyens techniques. Ces actions « Carnot filières »

sont soutenues par le Programme Investissements d'Avenir. Autour de son pilote, l'institut Carnot Cetim, et de deux co-porteurs, les instituts Carnot Arts et CEA List, le consortium « Filière Manufacturing » s'appuie sur un groupe d'instituts Carnot spécialistes des matériaux, du numérique et des nouvelles technologies de production : Cetim, Arts, Mica, M.I.N.E.S, Cirimat, Énergies du Futur, Ingénierie@Lyon, Onera, CEA List, CEA Leti et LSI.

Le consortium s'est structuré autour de six défis majeurs pour l'usine du futur : fabrication additive, mise en œuvre des composites, fonctionnalisation de surface, machines intelligentes, usine numérique adaptée aux PME et ETI via la



conception virtuelle et collaborative, et supervision et optimisation des processus. Ces défis bénéficient du regroupement et de la création d'un ensemble de moyens et de compétences au meilleur niveau international. Il s'agit de constituer une véritable boîte à outils au service des PME, couvrant l'ingénierie du projet depuis sa faisabilité jusqu'à l'implémentation des solutions. Elle inclut également une offre transverse d'innovation : analyse des marchés, recherche de partenaires, ingénierie financière...

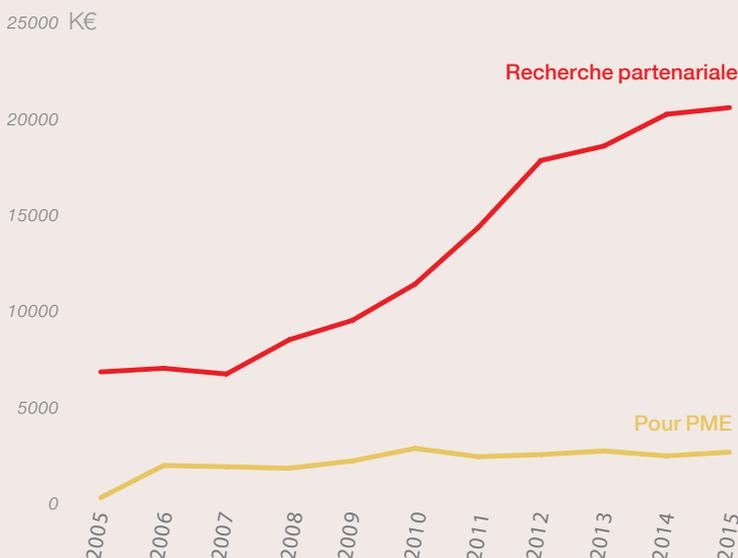
La filière « Manufacturing » bénéficie d'un budget de 12,5 M€ sur 6 ans, apportés par l'Agence nationale de la recherche (ANR) au titre des Investissements d'Avenir.

### Capme'up : l'alliance Carnot pour l'innovation en PME

Renforcer la recherche et l'innovation au sein des TPE, des PME et des ETI : telle est l'ambition du consortium Capme'up, constitué par l'association des trois instituts Carnot CEA List, Ifpen et Cetim depuis 2012. CND innovants, robotique collaborative, intégration système... Capme'up a désormais trouvé sa dynamique notamment avec la mise à disposition de démonstrateurs pensés pour les PME mécaniciennes. Ainsi, près de 20 ateliers sur les CND Innovants ont accueilli chaque mois les PME sur les plateformes du Cetim et du CEA.

## Recherche partenariale 2005-2015

### Une progression en forme de démonstration



**20 M€**  
réalisés en recherche  
partenariale

### Thermosaïc

#### Une future ligne de recyclage des composites



Donner une seconde vie aux déchets de matériaux composites à matrice thermoplastique... Pour relever ce défi et dans le cadre d'un projet de R&D ambitieux, le Cetim-Cermat, associé au Cetim, développe le procédé inédit de recyclage Thermosaïc, qui a fait l'objet d'un dépôt de brevet. L'enjeu est incontournable ; les matériaux composites ont, en effet, pris une place importante en particulier dans les domaines des transports et de la construction, friands de ses avantages. Cadences de production plus élevées, absence de solvants, réduction de masse, résistance élevée : réservés ainsi, à leurs débuts, à des marchés de niche, les thermoplastiques n'ont cessé de se démocratiser et de s'immiscer dans tous les secteurs. Et cet essor va de pair avec le respect de la réglementation fixant désormais un taux minimum de réutilisation et de valorisation de 95 % en masse des véhicules hors d'usage (VHU) contre 85 %

auparavant. Les travaux de R&D réalisés en particulier en 2015 ont permis de vérifier les promesses de la technologie et l'obtention de matériaux de seconde vie avec des performances mécaniques élevées à l'aide d'un procédé thermomécanique. Ainsi, la ligne expérimentale Thermosaïc, préfigurant les futures lignes industrielles, devrait être installée fin 2016 sur le site du Cetim-Cermat. Elle sera associée à des moyens techniques pour la préparation des déchets en amont et en aval pour la démonstration des usages des nouveaux matériaux recyclés avant implantation sur sites industriels. Le projet de R&D destiné à développer la technologie Thermosaïc est mené en collaboration avec des laboratoires de recherche ainsi que des centres techniques et entreprises. Il bénéficie de soutiens financiers européen, national, régionaux. Il est par ailleurs labellisé par les pôle Fibres énergivie et Véhicule du futur.

## Programme d'assemblages multimatériaux

### Le futur lui colle à la peau

Les réalisations d'un triangle de suspension, d'une fléchette d'un bras télescopique d'un engin de levage, tout cela en matériaux composites, une nouvelle version du logiciel Cobra (V6) de dimensionnement des assemblages vissés



précontraints à serrage contrôlé, cinq brevets, et 17 déclarations d'invention déposés : le programme d'assemblage multimatériaux (Pamm) s'est achevé en 2015 entraînant de nombreuses innovations et nouveautés.

Avec Pamm 2, le Cetim compte bien profiter de l'élan, sur la période 2016-2019, et ainsi lever plusieurs verrous technologiques, monter en compétence sur plusieurs projets transversaux, créer une cellule d'innovation chargée d'assurer la valorisation des travaux effectués et réaliser quatre nouveaux démonstrateurs de haute technicité. Ils concernent notamment un système de poutres mécaniques (projet QSP) et un nouveau bras de liaison au sol (triangle) permettant d'évaluer, entre autres, la durabilité d'un assemblage composite (projet Mécanique 3D)... Des démonstrateurs, de fait, fortement couplés au module de nappage de la ligne pilote composite grande cadence (module QSP ou Quilted Stratum Process) et à la plateforme hautes performances d'enroulement filamentaire du Technocampus Composites à Nantes. Pamm 2 est doté d'un budget de 6,1 millions d'euros.

## Onera – Cetim

### Un partenariat pour le développement des matériaux

Un partenariat stratégique dans le contexte de ré-industrialisation de la France et des enjeux forts liés à la filière matériaux afin « de développer une offre technologique commune, innovante et performante » : suite à une dizaine d'années de collaboration au sein du réseau des instituts Carnot, l'Onera et le Cetim officialisent leur partenariat via un accord. « Jusqu'alors les deux centres suivaient chacun leur chemin... Notre participation dès les débuts au sein du réseau Carnot pour le développement de la recherche partenariale a été le facteur déclencheur... », indique Philippe Choderlos de Laclos, directeur général du Cetim. Les deux organismes ont ainsi décidé de renforcer leur coopération, signée le 16 juin 2015 sur le salon du Bourget par Philippe Choderlos de Laclos et Bruno Sainjon, P.-d.g. de l'Onera. L'accord vise quatre objectifs principaux : la mise en commun des moyens humains et techniques à forte valeur ajoutée ; une croissance de la valeur de leur offre technologique, et ce, au service des industriels ; l'augmentation du volume de transfert



technologique vers les utilisateurs ; et le renforcement de leur leadership européen dans le domaine des matériaux composites, des structures hybrides et des procédés de fabrication additive (impression 3D).

L'Onera et le Cetim comptent d'ailleurs sur leur positionnement et leurs domaines d'expertises respectifs et complémentaires. Tous deux, acteurs majeurs de la recherche partenariale industrielle, l'Onera est le centre de recherche aérospatiale et pilote pour l'État de la nouvelle filière aéronautique Carnot (Aircar) ; quant au Cetim, aux côtés de l'Onera au sein de la filière Aircar, il conduit également la filière Carnot « Manufacturing ».



## Piles à combustible : l'alternative

### Le projet H2REF démarre

27 % des émissions globales... 32 % de la consommation d'énergie : les transports représentent le premier secteur émetteur de gaz à effet de serre. Parmi les alternatives : la pile à combustible fonctionnant avec de l'hydrogène. Mais pour lancer la production en série de véhicules hydrides ou électriques, encore faut-il que les infrastructures de recharge suivent. C'est ce que prévoit la deuxième phase de l'initiative européenne « Piles à combus-

tibles et hydrogène », dispositif soutenu par le programme Horizon 2020 de l'Union européenne et la Norvège. Dans ce cadre et en septembre 2015, le projet européen H2REF\* qui vise à développer et valider, d'ici trois ans, des stations hydrauliques de distribution d'hydrogène « hautes performances », fiables, économiques et de conception inédite, a été lancé. L'hydrogène produit par les raffineries permettrait d'alimenter 10 à 15 % de la flotte mondiale. Mais, « pour décarboner le transport, il faut produire de l'hydrogène vert », remarque Frédéric Barth, président d'H2Nova. « Ce qui est possible puisque l'on peut en fabriquer par électrolyse à partir de toute source d'énergie renouvelable ou par d'autres procédés avec de la biomasse » (Réf. Cetim Infos spécial n° 234). Un débouché utile également pour équilibrer le réseau électrique... Produit par électrolyse, l'hydrogène permet de stocker l'énergie électrique, pour son utilisation différée dans le transport. Une façon de résoudre le problème du stockage de l'électricité.

\* H2REF est un programme financé par FCH JU2 et porté par un consortium à double coordination H2Nova / Cetim réunissant quatre acteurs européens (Hexagon, Haskel, CCS et LBST), ainsi que l'UTC, en tant que sous-traitant du Cetim.



# Usinage pour les grandes dimensions

## Dry to fly, vers des procédés intelligents hors normes

Révolutionner la machine-outil française : c'est l'ambition affichée par un consortium d'industriels et de chercheurs... Le projet « Dry to Fly » vise en effet à baisser les coûts de production des pièces de grande taille de plus de 30 %. Quelles sont les grandes lignes de ce projet initié dans le cadre des investissements d'avenir ? Concevoir un nouveau concept de cellule de fabrication soustractive intelligente pour diminuer l'engagement matière, baisser les coûts d'investissement et de possession des machines, accélérer l'industrialisation des pièces et améliorer l'impact environnemental des techniques mises en œuvre. Porté par Mécachrome, accompagné par CirtesSRC et Inori SAS, le consortium, créé à cet effet, comprend MPM, Evatec Tools, Missler Software et ... le Cetim. La cellule se base sur une architecture modulaire avec intégration d'une cinématique innovante appelée « usinage local ». Elle comporte : une assistance cryogénique de l'usinage, une préparation de la matière par un système de découpe 3D innovant, de nouvelles stratégies d'usinage avec une suppression de la FAO, remplacée par les algorithmes de stratoconception et un pilotage adaptatif. Les marchés ciblés par le projet concernent l'usinage des pièces de plusieurs mètres de longueur, pour lesquelles les machines existantes ne sont pas toujours adaptées techniquement ni économi-

quement. Ce sont principalement les marchés : aéronautique, spatial, énergie (nucléaire, éolien, hydrolienne, pétrole), transports (terrestre, ferroviaire, maritime-naval), outillages, défense... Le projet « Dry to Fly » est labellisé par les pôles de compétitivité Matériaux, Viameca et EMC2.



# Usinage cryogénique

## Une assistance contre les coups de chaleur

Les matériaux réfractaires manifestent une faible conductivité thermique ! La chaleur s'évacue moins bien et, de fait, les outils soumis à de fortes températures s'usent plus rapidement. Comment les refroidir alors ? La solution pourrait venir de la cryogénie pour remplacer les lubrifiants par de l'azote liquide. Principal atout : outre le prolongement de la durée de vie des outils et la réduction des coûts, l'usinage assisté par cryogénie s'affranchit des huiles de coupe

qu'il faut récupérer et traiter vis-à-vis de la protection de l'environnement. Dans le secteur de l'aéronautique, l'enjeu est de taille avec une utilisation des matériaux à haute résistance et les superalliages qui ne cessent de croître... Cette voie prometteuse de l'assistance cryogénique a donné lieu à un projet de recherche et de développement financé par le Fonds pour l'innovation dans l'industrie (F2i). Différents partenaires y participent : le Cetim, Arts et Métiers ParisTech Cluny, le Cetim-Ctdec, et l'Enise réunis au sein du consortium Intercut Network, ainsi que l'école des Mines de Saint-Étienne et le syndicat professionnel Amics – E&PI, membre de la FIM. Son objectif : lever les verrous technologiques et étudier l'intérêt économique du refroidissement par l'azote en comparaison du procédé classique de la lubrification. Autant, pour le tournage, son utilisation ne pose guère de souci, autant l'opération se complique pour le fraisage puisque l'azote doit traverser la broche. Se posent alors des problèmes de fonctionnement du moteur de la broche aux températures extrêmes. Le projet porte également sur les mécanismes en jeu lors de la coupe elle-même... Un démonstrateur dédié au fraisage devrait être réalisé.





## La surveillance de Supreme

### La maintenance prédictive aux portes des entreprises

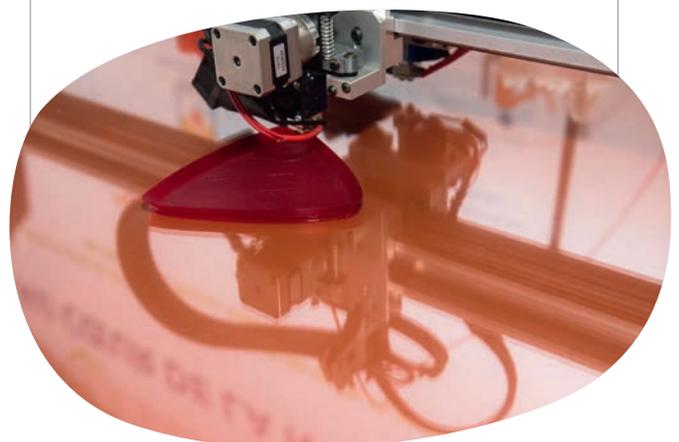
Comment optimiser les process industriels et prédire les défaillances ? Une question essentielle à laquelle s'est attelée la dizaine de partenaires du projet européen Supreme\* (Sustainable Predictive Maintenance for Manufacturing Equipment). Son objectif a été de développer de nouveaux moyens d'analyse de l'état des composants critiques d'un process, tout en intégrant des outils d'optimisation de l'énergie. « *L'enjeu est de produire mieux à moindre coût*, indique Rabah Achemaoui, directeur du département maintenance Endel Engie. *Et ce, dans un contexte de faible niveau d'investissement, qui conduit les industriels à prolonger la vie de leurs équipements actuels. Réf. Cetim Infos spécial n° 234* ». La solution s'appuie sur des capteurs de vibrations et une intelligence embarquée qui permettent de détecter le process et de visualiser l'apparition de défaillances. À terme, il s'agit d'introduire des capteurs non intrusifs, c'est-à-dire qui n'impactent pas le système de contrôle existant, de les connecter entre eux pour que les différentes machines du process communiquent entre elles. Ce qui permet de prédire les défaillances et donc d'intervenir suffisamment tôt pour éviter des arrêts trop longs et coûteux, tout en réduisant les pertes de production. Achievé en 2015, Supreme a permis de développer des méthodes et des outils pour apporter une solution complète permettant de combiner surveillance locale, mise à jour des plans de maintenance, traitement automatique des données, etc. Les outils développés ont été installés et validés sur une machine de production de papier. En parallèle, des outils de dissémination, tels que des modules d'e-learning ont été développés. Les résultats ont par ailleurs été diffusés à l'occasion d'une journée technique...

\* Financé au niveau européen, le projet Supreme (Sustainable Predictive Maintenance for Manufacturing Equipment) rassemble, outre Cofely Endel, filiale de GDF Suez (aujourd'hui Engie), le Cetim, Condat (groupe Lecta), Grenoble INP, le Fraunhofer IPA, EC Systems, CVUT (université de République Tchèque), Loy & Hutz, Optimitive et Orloga.

## I am Sure...

### Des pièces fabriquées en impression 3D

I am Sure est un projet ambitieux consacré au développement d'un procédé de contrôle qualité des pièces réalisées par impression 3D, *in situ*, en sortie de machine. Ce projet, porté par BeAM et retenu par le Fonds unique interministériel (FUI20) destiné à soutenir la recherche appliquée, a en effet pour but de mettre au point le suivi du process en cours de fabrication par surveillance en temps réel - technologies de sondes à chaud, à distance, sans contact telles que les ultrasons, l'émission acoustique, l'optique, le laser, la thermographie infrarouge - et des méthodes de contrôle post-fabrication - contrôle dimensionnel et caractérisation 3D de défauts par tomographie à rayons X, détection de défauts par CND classiques ou avancés, etc. La simulation complète les travaux pour la prédiction de la tenue en fatigue... Les partenaires du projet, initié fin 2015, se focalisent sur les pièces métalliques et les développements seront testés sur des applications des domaines de l'aéronautique, du naval, de l'aérospatial et du terrestre. Dans ce cadre, le Cetim est pilote de la partie Suivi de procédé. L'impression 3D représente un procédé qui révolutionne actuellement le monde de la fabrication... Se doter d'outils permettant le contrôle et le suivi constituerait un pas de plus dans son développement. D'un budget de plus de trois millions d'Euros, le projet « I am sure » associe BeAM, Airbus Group, DCNS, Thales, CEA List, Cetim, LNE, VLM, Poly-shape et l'Association française de prototypage rapide. Soutenu par la région Alsace et l'Eurométropole de Strasbourg, il est également co-labellisé par les pôles PVF, Systematic, Aerospace Valley, EMC2, Route des Lasers et Viaméca.



### Surveillance des éoliennes avec Tower Power

#### Contrôle en continu de la condition des structures de soutien

Propagation de fissures de fatigue, desserrage de boulons, haut niveau de vibration, dégradation des joints : plusieurs facteurs peuvent altérer le bon fonctionnement des éoliennes et militent en faveur de systèmes de monitoring capables de fournir des informations en continu sur l'état des structures de supports des hélices de turbines. Cette ambition des exploitants des parcs éoliens à la recherche d'un système de contrôle à distance en temps réel du vieillissement de ces structures s'est concrétisée avec le lancement en 2014 d'un projet européen coordonné par le pôle de compétitivité Capénergies. Co-financé par la commission européenne à travers le 7<sup>e</sup> programme cadre pour la recherche et le développement technologique, le projet TowerPower a ainsi pour objectif plusieurs développements. À commencer par des méthodes de suivi dans le temps des

supports de structures d'éoliennes Offshore et la possibilité au final de prédire leur durée de vie résiduelle. TowerPower s'est en particulier focalisé sur l'application des technologies de contrôle non destructif (ondes guidées, émission acoustique et ultrasons) à la surveillance de ce type d'éléments. À terme, il est question d'identifier le comportement normal d'une structure, d'une dérive à l'aide de l'acquisition des signaux. Le projet qui devrait se terminer mi 2016 prévoit également la rédaction d'un guide des bonnes pratiques et la normalisation qui en découlerait, des essais de simulation, les réalisations de maquettes de composants d'éolienne et d'essais de fatigue sur une maquette instrumentée. Le programme rassemble plusieurs partenaires dont Cetim, TWI, Innora, KCC, Moniteye, Teknisk Data AS, WLB, TecopySA, Cylsolar, AIPnD.



### Fabrication additive

#### L'exemple de la quincaillerie

Opportunité ou chimère quant aux performances attendues ? C'est bien du potentiel des technologies de fabrication additive dont il est question. Et le secteur de la quincaillerie n'échappe pas à ces différents questionnements. L'émergence de ces technologies soulève de nombreuses interrogations, mais propose de nouvelles approches pour la conception et la fabrication des produits de la quincaillerie. La commission professionnelle Quincaillerie du Cetim, regroupant industriels et le syndicat Uniq, a ainsi demandé la réalisation d'une étude sur ce thème... L'action finalisée en 2015 a permis de mettre au jour différents résultats liés à la caractérisation, à la productivité des procédés de fabrication additive sur les produits afférents, à la fabrication d'outillages... qui ont ensuite pu être diffusés. Cette action, signe des différentes interrogations sur les évolutions en cours a également été réalisée ou est en cours dans d'autres commissions professionnelles du Cetim.

### Arctic-Seal

#### Pour des joints compatibles avec le « grand froid »

Développer de nouveaux produits ou de nouvelles conceptions adaptés aux conditions d'exploitation « en grand froid » : remplir cet objectif passe nécessairement par l'étude du comportement des systèmes d'étanchéité à ces températures extrêmes. En jeu, la sécurité et la fiabilité des équipements assurant le respect des contraintes environnementales, le bon fonctionnement des équipements et la protection des personnes. Pas moins ! Cette ambition se traduit actuellement au travers du projet Arctic-Seal mené au sein du programme Citeph associant des acteurs majeurs du secteur pétrochimique, l'université de Bretagne Sud et le LRCCP, partenaire du Cetim. L'étude en cours traite en particulier deux types d'étanchéité : les joints élastomères et plats intégrés aux assemblages à brides. Ces derniers ainsi que les outils de surface, les robinets, les vannes que l'on retrouve dans les équipements fluidiques font partie des composants visés. Éléments de compréhension et de dimensionnement du comportement des élastomères (protocoles d'essais, conditions de service, évaluations de l'impact du vieillissement, modélisation...) et éléments de dimensionnement des assemblages à brides (caractérisation, définition du serrage, simulation du comportement...) sont les principaux objectifs de ce grand programme de R&D. Avec les résultats de ces travaux, les entreprises pourront ainsi intégrer à leur cahier des charges les spécifications nécessaires pour la qualification des joints réalisés pas les fournisseurs appliqués à ces conditions.



## Sécurité et ergonomie – la collaboration Cetim et INRS

### Replacer l'homme au centre du système de production...

Les investissements de machine de production s'apparentent quelque fois à des « casse-têtes ». Qui plus est, bien peu de cahiers des charges intègrent les aspects de sécurité et d'ergonomie. Un constat commun de l'INRS et du Cetim, point de départ d'une méthode d'aide à la conception de cahier des charges fonctionnel d'une machine prenant en compte les risques pour le personnel. L'étude intitulée « Intégration de la sécurité et de l'ergonomie en conception », destinée aux industriels, met en avant deux fondamentaux : l'identification de toutes les situations potentiellement dangereuses liées à l'usage et l'expression claire et exhaustive des besoins dans le contexte futur d'utilisation... pour le fabricant. Il s'agit, en fait, d'exprimer le besoin sous la forme d'un résultat attendu, sans se préoccuper de la façon de l'atteindre. Lors de son application, les personnels de production caractérisent chacune des étapes de production en termes de résultats attendus. Sur chaque étape, l'équipe établit la liste des fonctions techniques de la future machine... Pour chacune des fonctions, six questions simples sont à poser : « Qui agit ? Pour quel besoin réalise-t-on cette fonction ? Sur quoi agit-elle ? Comment, où et quand ? ».



*In fine*, cela permet de mettre en valeur des éléments semblant évidents, mais pas forcément pour le constructeur. La sécurité, quant à elle, n'est plus omise !

Une application exemplaire au sein de l'entreprise Myral, alertée par la Carsat Bourgogne et Franche-Comté de la mise au point de cette méthode, a pu être réalisée (Réf. Cetim Infos n°230 juin 2015). Les résultats de cette étude commune sont d'ailleurs en cours de diffusion via une brochure de l'INRS (« Réussir l'acquisition d'une machine ou d'un équipement de travail » Réf.ED6231, mai 2016). Ces travaux ont également abouti à la création d'une formation présente au catalogue Cetim (Réf. G16).

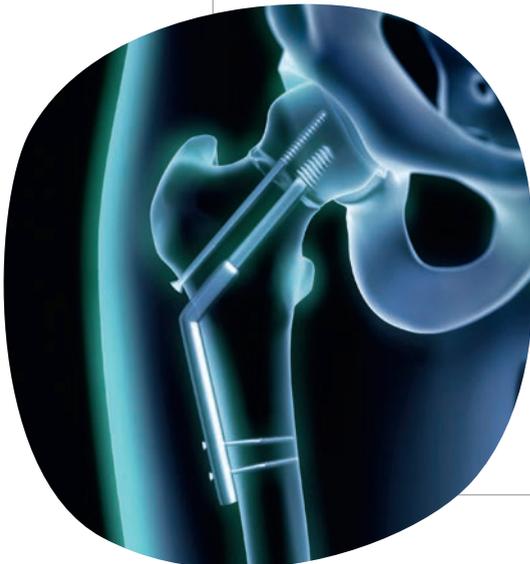
## Conception robuste dans les implants

### Modéliser le vivant

Les paramètres anatomiques de chacun au sein d'une population diffèrent ! Au-delà de cette évidence, il est surtout difficile, dès lors, d'établir des systèmes mécaniques standards comme les dispositifs médicaux. Une complexité qui se caractérise notamment à l'occasion de la fabrication (disparités d'états de surface générées par le procédé par exemple) et de l'utilisation de ces implants.

La prise en compte dès la conception de cette variabilité des paramètres du vivant constitue un passage obligé si l'on souhaite maîtriser les performances et la fiabilité des produits. Il s'agit là de conception robuste. Il a donc été nécessaire de permettre le développement d'une méthodologie à des fins de conception d'im-

plants optimisés vis-à-vis de la variabilité du vivant. L'étude conduite par le trio Cetim, Université de Southampton et Simpleware Ltd s'est achevée en 2015. Sur la base d'un panel témoin de 109 patients, le projet de R&D a donc mis au jour une démarche d'optimisation du design d'implants fémoraux... Avec à la clef une augmentation de la performance (stabilité primaire). La méthodologie s'appuie notamment sur des modèles statistiques représentatifs de la variabilité (morphologie, qualité osseuse, etc.); des outils numériques afin de modéliser le comportement mécanique; et d'autres pour analyser et exploiter les résultats et optimiser au besoin... Les travaux ont notamment permis la génération automatique d'une population virtuelle de 1 000 géométries de fémur... Une aide précieuse au choix d'un implant fonction du patient ! Ces résultats permettent finalement d'entrevoir des avantages majeurs pour le développement des futurs implants en lien avec les nouvelles technologies d'imagerie et de fabrication permettant la sur-mesure... Au-delà, cette méthodologie octroie d'autres possibilités telle que la prise en compte des aspects de fatigue dans l'aide au dimensionnement... c'est l'objet de la suite de cette étude.







# Action

commerciale





# Action commerciale

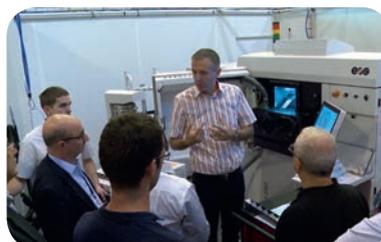
## Centrales hydroélectriques : conduites forcées sous CND

L'énergie hydroélectrique représente 95 % de la production électrique décarbonée : la disponibilité des installations est un enjeu ! Depuis quelques années déjà, le Cetim est engagé dans un programme avec EDF dans le cadre du contrôle mécanique des conduites forcées permettant d'alimenter les turbines produisant de l'électricité. Une action qui a franchi les frontières avec l'une des plus importantes installations espagnoles.



## Fabrication additive : ressourcement, acculturation pour Alstom Transport

Deux jours durant, toute une communauté d'Alstom Transport s'est réunie au Cetim à Saint-Étienne. Enjeux pour les onze spécialistes venus de toute l'Europe : confronter leurs connaissances à l'expertise des personnels du Cetim après avoir suivi, dans leurs sites respectifs, plusieurs séminaires en fabrication additive avec le Centre. Une vidéo est utilisée aujourd'hui dans le groupe Alstom pour promouvoir ces nouvelles technologies en interne et à l'extérieur.



## Cnes – Cobra : À équipement hors norme, logiciel...

Le Cnes a souhaité disposer d'un logiciel permettant d'estimer rapidement et de manière fiable la tenue des assemblages de brides cylindriques boulonnées et d'explorer la sensibilité à plusieurs configurations... Une version spécifique de Cobra est développée - Les lanceurs Ariane ne sont pas des équipements comme les autres ! Cofinancée par le Cnes et le Cetim, la seconde version de Cobra-Cnes voit le jour en 2015.



## CGG : adapter les dentures aux conséquences des déformations

Plusieurs dizaines de millions de dollars sont en jeu ! L'Oceanic Phoenix traîne huit Streamers d'une dizaine de kilomètres chacun... Ces tuyaux « bourrés » de capteurs analysent la réflexion sur les fonds d'une onde de choc afin de déterminer la présence de pétrole. Le bateau ne doit donc surtout pas s'arrêter... La CGG, propriétaire, a demandé au Cetim d'identifier une panne... Le résultat est bluffant (cf. p 40) !

## De l'expertise ponctuelle au prototype fonctionnel

Sur les dix dernières années, le Cetim est devenu un partenaire technologique « global » pour l'industrie apportant un véritable support aux gains de compétitivité.

### Expertise et transfert de connaissances

Les 700 ingénieurs et techniciens du Cetim apportent quotidiennement des réponses éprouvées sur une quinzaine de domaines technologiques. Ils interviennent aussi bien sur le terrain, vis-à-vis d'enjeux humains, économiques, industriels, qu'en expertises ponctuelles pour le développement de produits ou de procédés. Il en va de même pour l'accompagnement à la formation avec plus de 3000 stagiaires par an sur un catalogue de 350 stages pouvant se décliner tant en inter qu'en intra.

### L'ingénierie produit et les essais associés

En offrant à ses clients une capacité d'accompagnement depuis la conception d'architecture de bancs d'essais, la simulation d'essais virtuels jusqu'à la réalisation

de bancs complexes multi-physiques et essais associés. Le Cetim est aussi un leader international sur les essais normalisés qu'ils s'agissent d'essais de caractérisation matériaux, fluidiques, d'étanchéité, de vibrations etc...

### Accompagner l'innovation compétitive

Oser partager une réflexion stratégique avec un acteur extérieur à l'entreprise n'est pas toujours évident. Le Cetim, de par sa neutralité et sa raison d'être depuis 50 ans, bénéficie d'un capital confiance important de la part de ses clients.

Cette confiance est mise au profit d'une collaboration étroite depuis la recherche de concepts innovants, de produits et/ou procédés jusqu'au démonstrateur se rapprochant du besoin marché.

Ce rôle d'accélérateur et de mise en œuvre d'idées nouvelles représente une opportunité exceptionnelle pour se différencier par l'innovation.



## Transformer l'innovation en valeur ajoutée

Pour le Cetim, l'innovation et les progrès technologiques ont d'autant plus de sens qu'ils sont rapidement transformés en valeur ajoutée sur le marché. L'année 2015 confirme la montée en gamme du profil des projets avec notamment une progression de 14 % des affaires d'un montant supérieur à 100 k€. Le chiffre d'affaires des prestations facturées s'établit à 43,7 M€, en retrait par rapport à l'objectif mais avec un montant de contrats qui progresse de 4 % et dépasse pour la première fois les 50 M€. Le carnet de commandes pour engager 2016 gagne ainsi 2 M€. Les essais continuent de porter l'activité avec 47 % du montant global des commandes. Énergie et transports demeurent les deux premiers marchés avec un dynamisme particulièrement marqué de l'automobile (+ 28 %) alors que l'énergie est en retrait (- 7 %) avec un impact sur les principaux marchés mécaniciens tant fabricants d'équipements que de composants qui chutent respectivement de 9 et de 17 %. Tout comme en 2014, la stratégie « grands comptes » reste gagnante avec une croissance de 9 % et un poids relatif supérieur à 35 % du total du carnet de commandes. L'ensemble des entités de l'alliance Mécatim, centres associés et filiales affichent des résultats à l'équilibre ou positifs avec une facturation stable et une progression de 4,2 % en commandes. Mention particulière au Cetim-Ctdec qui réalise une progression de + 17 % en prestations.

**65,5 M€**  
de contrats pour l'alliance Mécatim

## Composites à haute cadence

### QSP : le futur conjugué au présent

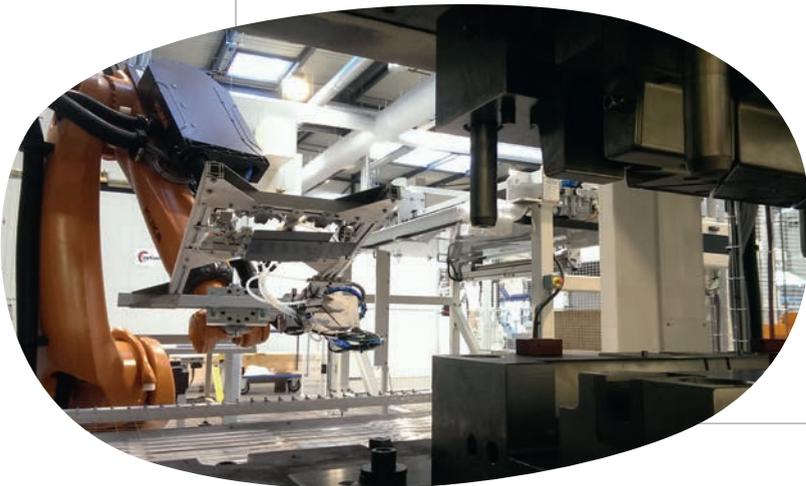
Elle n'est alors pas encore inaugurée, qu'elle fait déjà parler d'elle ! Elle, c'est la première ligne pilote automatisée de production de pièces composites à grande cadence. Alors que le lancement officiel a eu lieu le 3 novembre 2015, le Cetim était déjà primé d'un Innovation Award à l'occasion des JEC America, le 2 juin 2015 à Houston (USA).

« Cette technologie brevetée a fait bouger l'état de l'art. Le QSP est incontestablement une innovation de rupture (Réf. Cetim infos spécial n° 234) », estime Jérôme Hubert, Président de Pinette P.E.I., un des trois mécaniciens qui a participé à son déve-

loppement avec Compose et Loiretech. Il faut dire que le QSP ou Quilted stratum Process est la première ligne pilote au monde capable de produire des pièces mécaniques prêtes à l'emploi en matériaux composites en un temps si court - moins de deux minutes - puisque les technologies de ce type mises au point par les Allemands n'en sont pas encore là. En cours de commercialisation, la ligne cible en particulier les secteurs de l'aéronautique et de l'automobile.

Pour ce dernier, elle apporte par exemple une réponse à la nécessité des constructeurs de réduire leurs coûts de fabrication, tout en produisant des pièces plus légères afin de réduire la consommation des véhicules. Ces avancées profitent de fait à tous les autres secteurs comme le naval, le ferroviaire, le machinisme agricole, les équipements de maintenance et de lavage, etc.

Le QSP repose sur une technologie brevetée, fruit de travaux scientifiques menés avec le laboratoire Comp'Innov et l'Onera, industrialisée en partenariat avec les trois mécaniciens français. Il est implanté sur le site du Technocampus Composites à Nantes et constitue le premier module opérationnel du projet national de ligne pilote composites grande cadence, coordonné avec l'IRT Jules Verne.



## Centrales hydroélectriques EDF

### CND sur conduites forcées

Le Pas-du-Loup, la Vallée de la Tarentaise... Ces lieux, qu'ont-ils de commun ? Ils sont le siège d'ouvrages hydroélectriques pour lesquels le Cetim est sollicité pour des travaux de contrôle mécanique des conduites forcées permettant d'alimenter les turbines produisant de l'électricité. Un sujet essentiel pour EDF et plus largement la France qui compte plus de 430 centrales hydrauliques et près de 240 grands barrages et prises d'eau. Représentant 95 % de la production électrique décarbonée, l'énergie hydroélectrique est la première des énergies renouvelables.

La disponibilité des installations est clairement un enjeu dans ce contexte. D'où ce programme engagé avec le Cetim depuis quelques années déjà et qui se traduit par différentes actions comme celle réalisée sur la centrale de Malgovert, où deux conduites forcées acheminant les eaux du barrage de Tignes ont été placées sous surveillance, par émission acoustique.

Ou encore, tout récemment, l'examen de la conduite forcée de la centrale hydroélectrique du Pas-du-Loup, dans les Pyrénées orientales qui a nécessité le recours à trois tech-



nologies différentes (ACFM, ultrasons TOFD et multiéléments). L'apport des contrôles non destructifs est important selon Eloy Jamarago, responsable de la politique industrielle au centre d'ingénierie hydraulique d'EDF, pour qui « ils permettent de vérifier l'état des installations sans arrêter la production ». (Réf. Cetim Infos spécial n° 234).

## Alstom Transport

### Toute une communauté autour de la fabrication additive

Onze spécialistes internationaux à Saint-Étienne mi-septembre 2015. Ainsi, c'est toute une communauté d'Alstom Transport qui s'est réunie deux jours durant pour confronter leurs connaissances à l'expertise des personnels du Cetim après avoir suivi, dans leurs sites respectifs, plusieurs séminaires en fabrication additive avec le Centre. Ateliers pratiques de fabrication de pièces ferroviaires, études de faisabilité, choix des technologies (fusion laser sur lit de poudre – SLM, SLS, stéréolithographie, dépôt fil), réalisation des pièces, analyse des résultats, travaux pratiques sur les coûts, etc. ont ponctué ces deux jours qui ont permis de parcourir l'ensemble de la chaîne de valeur de la fabrication additive (de la conception à la réalisation pratique). L'événement a donné naissance à une vidéo, utilisée aujourd'hui dans le groupe Alstom pour promouvoir ces nouvelles technologies en interne et à l'extérieur.

Une expérience que le Cetim partage déjà depuis de nombreuses années notamment auprès des PME avec les



programmes d'unité pilote à dispositif partagé Fadiperf puis orthopédie dédiés aux implants chirurgicaux. Le Cetim est d'ailleurs pilote depuis 2015, au sein de la filière Carnot Manufacturing, de la construction d'une offre multiCarnot afin de faciliter l'accès des entreprises à ces marchés.

Par ailleurs, le Centre mène un autre programme au sein de l'Alliance Industrie du Futur, avec ses partenaires et les principaux acteurs français de la filière Fabrication additive, afin de mettre en œuvre des actions pour faire de l'offre française l'une des meilleures, par l'intégration de l'ensemble de la chaîne de valeur.

## Interforge

### Sueurs froides pour des accumulateurs hors norme

26 m de haut, une pression allant jusque 65 000 tonnes : la presse d'Interforge est la plus puissante d'Europe et va donner des sueurs froides aux équipes. Fonctionnant à l'air et à l'eau avec 20 accumulateurs de 6 900 litres pouvant assurer une pression de 518 bar, elle a été fabriquée en Union soviétique en 1974. Lors d'une visite périodique, un possible délaminage du corps des accumulateurs de pression est mis en évidence.

La Dreal réclame alors des investigations approfondies sous peine de fermer le site. Conscients des enjeux, l'administration, l'entreprise et le Cetim travaillent conjointement avec l'aide de l'Apave. La première analyse par ultrasons mono-élément dégage des zones suspectes, sans toutefois identifier clairement la nature des défauts. Suivent des inspections par ultrasons multiéléments et par émission acoustique... Conclusion : rien ne prouve le risque de fissuration des accumulateurs ! Mais cette batterie d'examen montre une chose : l'homogénéité des indications sur l'ensemble des accumulateurs. « Nous nous sommes alors demandés, si l'hétérogénéité de la matière ne venait tout simplement pas de la métallurgie de l'acier utilisé par les soviétiques. Pour en avoir le cœur net, il fallait passer à du contrôle destructif et sacrifier un

accumulateur (réf. Cetim Infos n°231) », raconte Michael Thooris, d'Interforge. Les équipes pensent que l'hétérogénéité de la matière « cache des vides », donc des risques de fissure. Il n'en est rien, il s'agit de pleins liés à la nature même du métal utilisé. La norme de l'époque est recherchée et consultée, en Russe, pour vérification que la matière y répond correctement... Le Cetim calcule ensuite la durée de vie résiduelle de l'équipement par simulation. Il doit pouvoir encore fonctionner... 80 ans !



## Vapé Rail

### L'innovation sur les rails

« D'une part, réduire le coût d'entretien des voies dans le contexte de réduction des dépenses publiques ; d'autre part, apporter une compétence au plus près de la voie (Réf. Cetim Infos spécial n° 234) » : avec son innovation, Stéphane Brunet, Président de Vapé Rail, a su répondre à ce double enjeu. L'invention, qui a donné lieu à des dépôts de brevets avec le Cetim, porte sur un capteur permettant de contrôler le serrage des boulons sur des éclisses, ces pièces métalliques qui servent à raccorder deux rails.

Son principe est simple : une éclisse compte 4 à 6 boulons. Sur les deux centraux, on remplace la rondelle par un capteur équipé d'un processeur alimenté par une pile. Une fois par jour, le capteur envoie, via Internet, la valeur de serrage. Une réelle avancée puisque « aujourd'hui, le serrage est vérifié manuellement, rappelle Stéphane Brunet. Avec ce système, on passe du curatif au prédictif. » Étant donné la sévérité des conditions d'exploitation, le capteur, en cours

d'homologation, répond à un cahier des charges particulièrement exigeant en plus de fonctionner sur n'importe quel réseau grâce à son protocole de communication ouvert. Pour Vapé Rail, le réseau ferré français représente un potentiel de 100 000 appareils qui pourrait intéresser d'autres activités, comme les remontées mécaniques.



## Musée des Beaux-Arts de Valenciennes

### L'art de la mesure

A tout point de vue, un véritable défi : réassembler deux planches de dimensions importantes, fortement déformées, sans introduire de contraintes... Le cas, exceptionnel, ne permettait aucune prise de risque.

De quoi s'agit-il ? La restauration d'un panneau flamand du début du XVII<sup>e</sup> siècle, copie d'une œuvre du 15<sup>e</sup> siècle réalisée par Hugo Van der Goes représentant la descente de croix du Christ et conservée au musée des beaux-arts

de Valenciennes. Blandine Lacheteau, étudiante en conservation et restauration de patrimoine aux Écoles de Condé à Paris, a pour cela souhaité s'assurer d'un résultat optimal...

Son idée, réaliser une modélisation 3D laser des panneaux pour concevoir une table de collage sur-mesure ; Cela commence par les numérisations du tableau via la technologie de scan par triangulation laser. Ces mesures servent de base à la modélisation des planches et à la détermination de leur position optimale pour obtenir un affleur correct pour la pose du tableau. Usinage 5 axes, suivi du contrôle dimensionnel sur machine de mesure tridimensionnelle, le dispositif de montage est livré... Place au collage et aux retouches picturales. Le tableau est *in fine* restauré fin 2015. La cérémonie « d'accrochage » a eu lieu le 21 avril 2016 au musée de Valenciennes... L'occasion de découvrir l'œuvre !



## Subsea 7

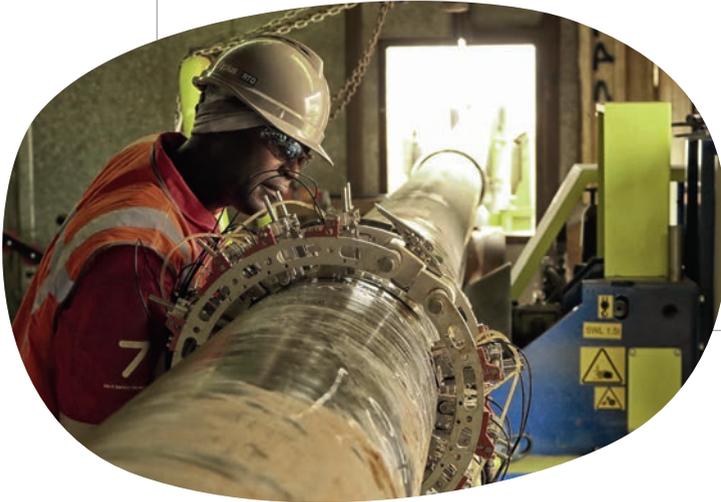
### Pipelines sous contrôle

Détecter des bulles d'air d'environ 10 mm de diamètre à une profondeur, dans le revêtement, d'au moins 50 mm, avec une technologie utilisable en milieu industriel... Et tout cela au fond des mers. Tel est le challenge auquel sont confrontés Total et Subsea 7, le spécialiste dans la conception, la fabrication et la mise en œuvre d'infrastructures sous-marines pour

les champs pétroliers et gaziers Off-Shore. Pour y répondre, le Cetim a développé pour les deux partenaires un système d'imagerie acoustique pour s'assurer de l'intégrité des pipelines immergés.

Ces équipements, installés au fond des mers, doivent en effet résister à des pressions hydrostatiques importantes dans une eau à 4 °C. Alors que la température des fluides polyphasiques transportés (eau, pétrole, gaz) ne doit pas passer sous la barre des 30 °C sous peine de formation de paraffines et d'hydrates préjudiciables à l'écoulement.

Tout défaut avant immersion est donc exclu... durant les 25 années qui suivent. Le système de capteurs ultrasons basses fréquences et d'imagerie spécifique développé par le Cetim s'inspire de l'imagerie échographique médicale. Les responsables de Subsea 7 travaillent désormais à la mise en œuvre pour assurer la future industrialisation...



## Cnes

### Partenariat pour logiciel hors norme

Afin de répondre aux exigences du Centre national d'études spatiales (Cnes), une version spécifique de Cobra a été développée. Le Cetim a ainsi adapté son logiciel d'aide au dimensionnement des assemblages vissés pour les besoins de cet Épic chargé de la politique spatiale de la France.

Après tout, les lanceurs Ariane ne sont pas des équipements comme les autres. Exemple avec les brides de liaisons entre étages qui équipent les lanceurs Ariane 5 et ses évolutions : elles affichent un diamètre de 2 à 5,4 m et comptent plusieurs centaines de vis soumises à des sollicitations comprenant de fortes composantes en flexion. « ... C'est un outil sur lequel nous pouvions nous appuyer pour répondre à nos problématiques. Nous souhaitons disposer d'un logiciel nous permettant d'estimer rapidement et de manière fiable la tenue des assemblages de brides cylindriques boulonnées et d'explorer la sensibilité à plusieurs configurations (Réf. Cetim Infos n°231) », explique Laurence Rozenberg en charge des méthodologies et des outils pour le dimensionnement des liaisons boulonnées à la direction des Lanceurs du Cnes. Cofinancée par le Cnes et le Cetim, c'est la seconde version de Cobra-Cnes qui voit le jour. Ce nouveau partenariat a eu pour but de répondre à quatre objectifs : traiter des géométries particulières telles que des brides Chapelle ; prendre en compte des sollicitations de type pression sur les brides ; simuler la présence d'un insert dans le taraudage ; et réaliser des calculs sur des brides constituées de matériaux composites. Ce développement propre au Cnes a été concomitant à la nouvelle version de Cobra dont l'interface homme-machine (IHM) a été renouvelée. Une évolution qui a, de fait, bénéficié au Cnes...



## Echelles Riffaud

### Les échelles à incendie grandissent avec les composites

Pari gagné ! Après deux années d'études en partenariat avec le Cetim, l'entreprise Echelles Riffaud est parvenue à augmenter la portée de ses échelles incendie de 1,5 mètre tout en réduisant leur masse de 150 kg. Il faut dire que le spécialiste de la conception et de la fabrication d'échelles métalliques n'a pas hésité en décidant de prendre une décision stratégique : innover pour se différencier de la concurrence et gagner des parts de marché. « *Nous avons pris la décision stratégique de nous orienter vers les composites alors que notre savoir-faire réside dans la conception et la fabrication de structures métalliques. Nous nous sommes donc appuyés sur des compétences externes pour nous soutenir dans ce projet* », explique Frédéric Lelièvre, responsable du bureau d'études (Réf. Cetim Infos n°232). L'action a consisté à remplacer en partie l'acier de ses échelles de camion de pompier par de la fibre de carbone. En vue, la conception du premier plan de l'échelle qui en compte 4 à 5, soit 9100 mm. En tenant compte des exigences d'Echelles Riffaud, notamment l'adaptation du premier plan au matériel existant, les experts du centre



ont sélectionné le matériau composite approprié et en ont conçu la structure, validée par simulation. Deux ans après le lancement du projet, un prototype a été instrumenté par le Cetim pour s'assurer de la bonne représentation de la structure et des contraintes présentes dans le matériau, puis des moyens de contrôle non destructifs ont été mis en œuvre pour identifier d'éventuelles défaillances. Après quelques ajustements, l'échelle devait être commercialisée en 2016. « *L'action engagée nous a permis de nous familiariser aux matériaux composites. Cette échelle est vraiment le fruit d'un partenariat* », rapporte M. Lelièvre.

## CGG

### S'adapter aux déformations pour éviter la casse

Un jour d'immobilisation durant une mission équivaut à 200 000 dollars ! Autant dire que la moindre panne n'est pas une option. L'Oceanic Phoenix appartient à la CGG et est exploité par Louis Dreyfus Armateurs. Sa mission : déterminer la présence de pétrole en cartographiant les fonds marins en traînant huit Streamers d'une dizaine de

kilomètres chacun... Ces tuyaux comprennent des capteurs pour analyser la réflexion sur les fonds d'une onde de choc. Le bateau avance ainsi à vitesse constante et ne doit pas s'arrêter... sous peine d'un enchevêtrement ! À la demande de la CGG, le Cetim a identifié la cause d'une panne mécanique du navire. Plutôt que de s'attaquer à sa cause – un carter défectueux, la CGG, forte des études du Cetim, a choisi de s'arranger pour que les défauts du carter n'aient plus aucune conséquence fâcheuse sur le fonctionnement du système. En effet, les roulements coniques des réducteurs utilisés dans la chaîne de transmission subissent un niveau de vibrations tel qu'il conduit à une casse de ces roulements et à un endommagement prématuré des dentures d'un pignon. Les déformations du carter sont, en fait, responsables des vibrations excessives, du bris des roulements et de l'usure prématurée des dentures. Plutôt que de

refaire la ligne d'arbre ou de rigidifier le carter, les travaux du Cetim permettent d'envisager une troisième voie : adapter les dentures aux conséquences des déformations du carter afin que les efforts sur le pignon soient répartis au bon endroit, au centre de la denture. Une fois la modification opérée, les vibrations excessives ont complètement disparu.



## Self Climat Morvan

### Vent de fraîcheur sur les chaudières

Comment faciliter l'accès au brûleur de 30 kg à un technicien de maintenance ? Lors de la phase de conception d'une nouvelle chaudière à granulés, c'est à cette question que le bureau d'études de Self Climat Morvan cherchait à trouver une solution. Une problématique soumise aux experts du Cetim, qui se sont appuyés sur la méthode d'innovation Cetinnov. Plusieurs solutions sont envisagées et passées au crible de la méthode qui permet d'aller d'une idée à la réalisation du produit industriel. Ce à plusieurs conditions : les solutions doivent être associées à leur degré de pré faisabilité selon les critères déterminés par le constructeur, pondérées selon leurs avantages et inconvénients, et répondant aux contraintes techniques et budgétaires. Sur les quatre retenues, le fabricant de chaudières a finalement opté pour un système d'extraction mécanique du brûleur par un dispositif à treuils, pouvant être éventuellement motorisé. Trois mois et demi ont suffi pour la réalisation du système d'extraction du brûleur de la nouvelle chaudière. Et surtout, « les experts du Cetim via la méthode Cetinnov nous ont permis de nous poser les bonnes questions pour répondre de fa-



çon optimale à une problématique mécanique pour laquelle nous ne possédions pas les compétences techniques. Nous avons pu profiter de leur expertise et nous concentrer sur d'autres aspects de la conception de la chaudière», commente Oliver Kehl, le directeur de Self Climat Morvan (Réf. Cetim Infos n° 233).

## Keraglass

### Lutte anti-bruit

Bruyant : c'est ainsi que l'on peut qualifier le processus de production de verre chaud. Et c'est à cette problématique qu'est confronté le fabricant de vitrocéramique plane Keraglass dans son usine de Bagneaux-sur-Loing ... Soucieux du respect des réglementations relatives au bruit au travail et en environnement, mais n'étant pas expert du domaine, il demande donc au Cetim de réaliser un audit. Mesures de bruit, étude approfondie des textes spécifiques au secteur verrier et au site, tout y passe afin de clarifier le contexte réglementaire, précisant ainsi les objectifs de bruit à atteindre.

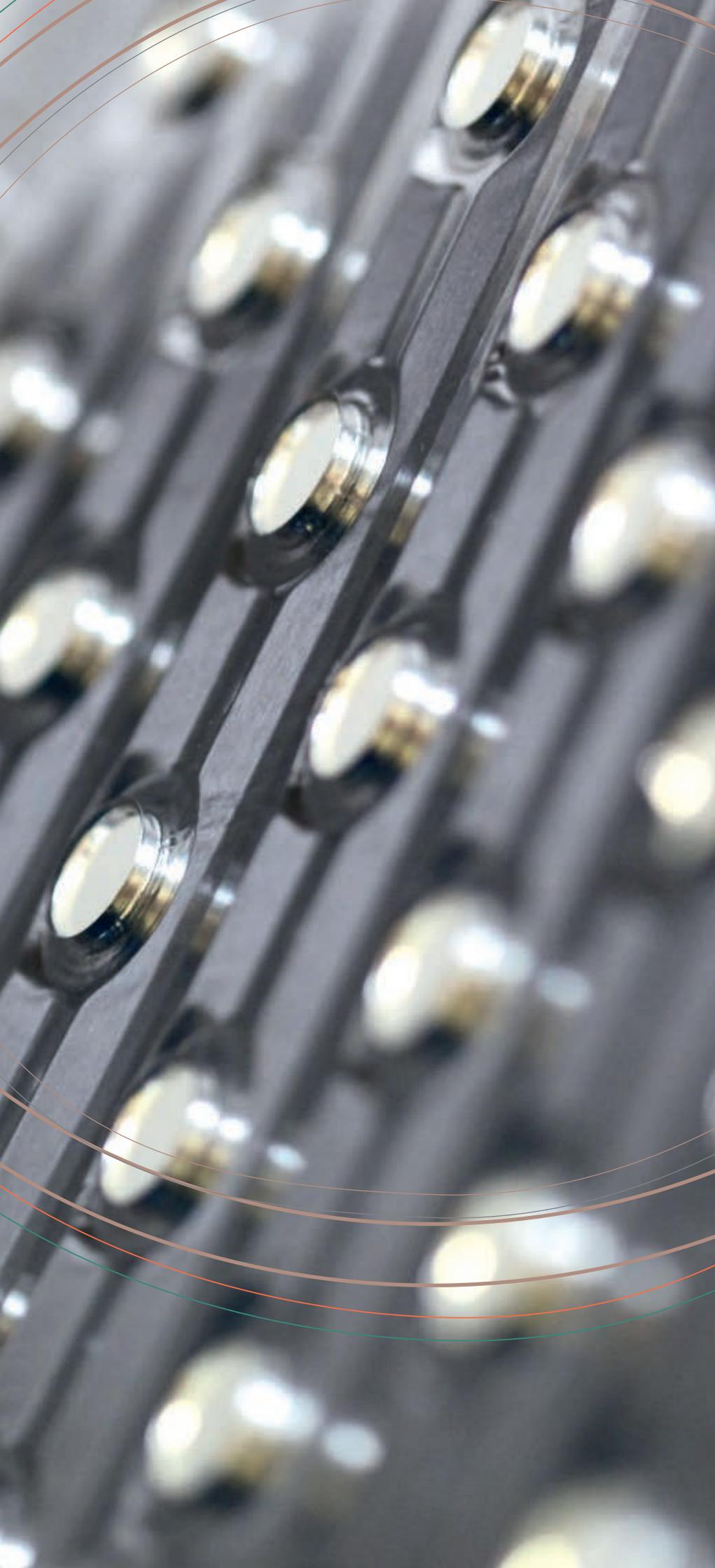
À l'issue de cet audit, la campagne de mesures de bruit au travail est lancée. Des opérateurs représentatifs des métiers du site sont équipés de dosimètres. Des contrôles de bruit dans l'usine et vers l'environnement sont également effectués. Les mesures, une fois analysées, permettent la modélisation du bruit à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment. Ces modèles rendent possible la mise en œuvre de scénarios de réduction de bruit, qui conduisent à diverses actions probantes. L'installation de variateurs pilotant des ventilateurs a par exemple fait chuter le bruit de 5 dB tout en réduisant la consommation énergétique. Prévus sur plusieurs années, cette collaboration avec le Cetim



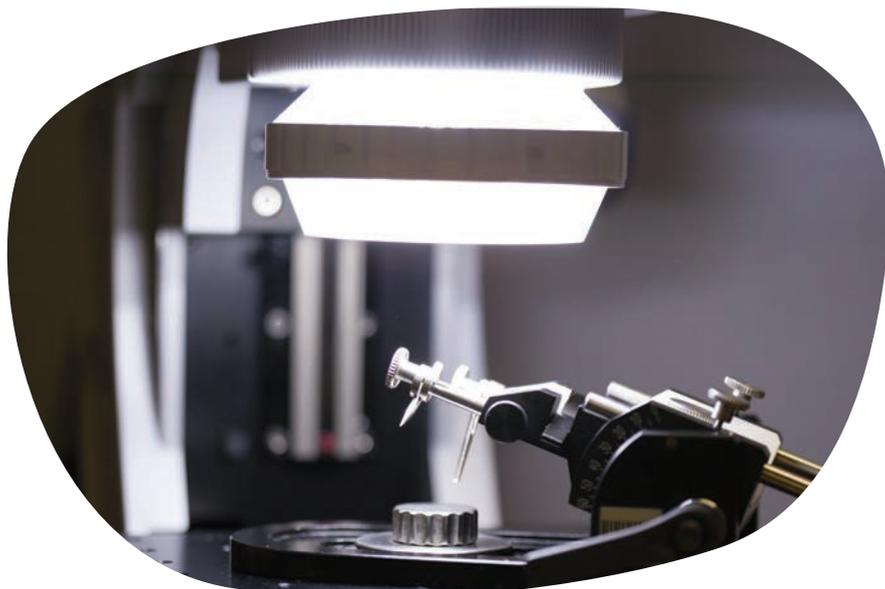
est un véritable partenariat avec notamment un appui à Keraglass pour intégrer la problématique bruit lors de ses consultations pour l'achat de machines et le développement des nouveaux procédés.

> Recherche & développement





Appui aux  
**PME**



## Appui aux PME

### Usine du futur : bons choix stratégiques, et enjeux et solutions

53 technologies jugées prioritaires pour la mécanique émaillent l'édition des « Technologies prioritaires 2020 en mécanique ». Seules ou combinées, ces technologies permettent de répondre aux grands enjeux industriels actuels, notamment dans le cadre de l'Usine du Futur. Un sujet que l'on peut également retrouver dans l'ouvrage réalisé par la FIM « guide pratique pour l'usine du futur, enjeux et panorama de solutions » avec la définition du concept, les enjeux majeurs pour les entreprises et des solutions opérationnelles.



### L'usinage électrochimique : une pépite à partager

Pour accompagner les entreprises dans des études de faisabilité puis la maîtrise de l'usinage électrochimique de Précision (PECM), le Cetim a acquis une machine PEM 600 de Pemtec. Les résultats s'avèrent très bons en terme de qualité (précision), et de coûts de fabrication. Une machine à découvrir à Saint-Étienne pour l'usinage des matériaux difficiles et la texturation de surface.



### Deux Carnot s'associent pour le médical

Deux instituts Carnot associent leurs compétences pour proposer un appui dans le développement des dispositifs médicaux. La plate-forme Igi-Tech couvre ainsi l'ensemble de la chaîne de valeur de la conception à la validation, en passant par les essais cliniques. Cet appui des instituts Cetim et Mica peut également se traduire par un accompagnement à l'industrialisation des produits.



### X-Raybot, à la poursuite des contraintes

Le Cetim et la société MRX ont codéveloppé un nouveau diffractomètre de rayons X pour évaluer *in situ* les contraintes résiduelles des pièces métalliques. X-Raybot : un équipement simple, compact, portable et automatisé, qui diminue de manière drastique les temps et les coûts des mesures.

### Une intervention de proximité

Grâce à un réseau national d'intervention de proximité, le Cetim décline une offre globale d'ingénierie et de pilotage de programmes d'appui aux PME. Le périmètre d'intervention de ces programmes s'étend de l'accompagnement technologique au montage de projets européens, en passant par l'appui à la stratégie et le développement de la performance. Cette action trouve son prolongement par la mise en place en coordination avec la FIM de comités mécaniques en région, et aussi par l'animation du réseau des pôles de compétitivité à vocation mécanicienne (Mécafuture) et son raccordement au niveau international (Manufacture).

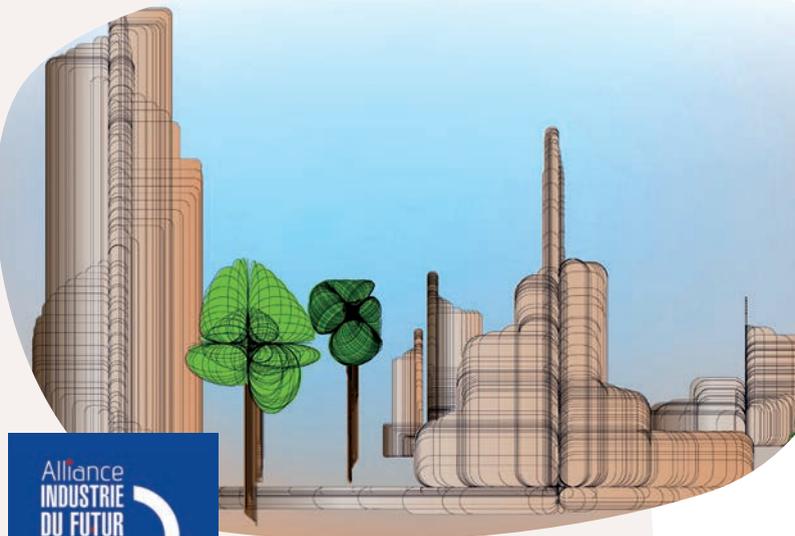
### L'Alliance Industrie du Futur

Le lancement officiel de l'Alliance Industrie du Futur par Emmanuel Macron, le 20 juillet 2015, marque une nouvelle étape dans la mission d'appui aux PME du Cetim. Le savoir-faire et la reconnaissance acquis au travers de ses interventions de proximité sont aujourd'hui mis au service du déploiement de l'Industrie du futur dans le cadre de cette Alliance nationale dont le Cetim est membre fondateur avec la FIM. Il s'agit prioritairement de relancer l'investissement et de provoquer des projets de montée en gamme. Différents dispositifs sont d'ores et déjà proposés aux PME et ETI par les régions. L'Alliance doit contribuer à assurer les opérations pilotées et financées majoritairement pas les conseils régionaux. Un parcours à plusieurs étapes est mis en place, commençant par des actions de sensibilisation, d'information et de formation. En cours également, des actions d'accompagnement personnalisés proprement dites.

Objectif : 15 000 entreprises sensibilisées et 2 000 accompagnées à l'horizon 2017.

Pour cela 550 intervenants (consultants et experts) sont formés. Grâce notamment à leurs réseaux de délégations régionales et en tant qu'opérateurs d'actions collectives d'appui aux PME, le Cetim et la FIM disposent de la structure et de l'expérience pour accompagner chaque région dans le déploiement. Ils s'appuient en particulier sur les savoir-faire acquis au cours du programme d'accompagnement à la réflexion stratégique Acamas qui a été déployé dans 18 régions, au profit de plus de 1100 entreprises.

A ce jour, près de 1 200 PME et ETI sont engagées dans le processus de diagnostics ou d'investissement destinés à accélérer leur transformation et leur



modernisation. 1 000 d'entre elles sont intégrées aux dispositifs de diagnostics et d'accompagnement mis en place par les conseils régionaux pour 200 millions d'euros de budgets alloués.

200 entreprises, soutenues dans le cadre du plan national Robot Start PME, mis en œuvre aux côtés du Symop et du CEA List, et financé dans le cadre des investissements d'avenir, complètent ce bilan à fin janvier 2016. Des financements sont disponibles pour accompagner 1 000 PMI supplémentaires.

Des prêts « Usine du futur » pour un total de 630 millions d'euros d'engagements ont, par ailleurs, été octroyés à 760 TPE, PME et ETI. Et plus de 200 PME ont bénéficié de diagnostics de Bpifrance.

### Pima@tec

#### Un centre international d'agromachinisme en Picardie

Fin 2015 : Claude Gewerc, alors président du conseil régional de Picardie, Emmanuel Vielliard, président du Cetim, Richard W. Markwell, président d'Agco et Markus Westhues, directeur général de Gima, ont lancé Pima@tec. Un objectif : doter la Picardie d'un centre d'expertise et de transfert de dimension internationale, dédié à l'innovation en agromachinisme et situé à proximité des industriels du secteur. Doté d'équipements conséquents, mutualisés et innovants, la plateforme, installée à Beauvais dans un nouveau bâtiment de 2000 m<sup>2</sup> situé en limite du campus de l'Institut Polytechnique LaSalle Beauvais, bénéficie d'un financement de 20,5 millions d'euros répartis entre la région, le Feder et le Cetim... Pima@tec vient en cohérence avec la chaire « Agro-machinisme et nouvelles technologies », créée début 2015 par la région Picardie, l'Institut Polytechnique LaSalle Beauvais, Agco-Massey Ferguson et la fondation d'entreprise Michelin. Il vient également en complément



de la plateforme de l'institut de mécatronique créé par le Cetim et l'UTC. Les travaux qui y seront menés s'inscrivent dans le droit fil des actions menées en collaboration par l'université de Picardie Jules-Verne (UPJV) et l'Université de Technologie de Compiègne (UTC). Unique en Europe, Pima@tec permettra de valider de manière globale l'ensemble des fonctions, composants et systèmes des engins agricoles de demain.



### Technologies prioritaires 2020 en mécanique

#### Les bons choix stratégiques

Fabrication additive, Big Data, Machines intelligentes... autant de concepts et de procédés omniprésents dans l'actualité technico-écono-

mique... Pour aider l'industrie mécanique à anticiper et à faire les bons choix stratégiques, le Cetim, avec l'appui de la FIM, et en collaboration avec le Cetim-Ctdec, le Cetiat, le CEA, le LRCCP et l'Institut de soudure, a identifié 53 technologies jugées prioritaires pour la mécanique à l'horizon 2020.

En parallèle à l'exercice Technologies clés 2020 pour l'industrie française, du ministère de l'Industrie (Direction générales des entreprises – DGE), l'objectif est d'identifier les technologies dont la maîtrise permet d'obtenir ou de renforcer un avantage compétitif. Elles sont, *in fine*, présentées dans l'ouvrage « Technologies prioritaires 2020 en mécanique », un outil pour la réflexion stratégique individuelle et collective, de l'ensemble des entreprises mécaniciennes françaises et des acteurs économiques en charge du développement de cette filière transversale. Seules ou combinées, ces technologies permettent de répondre aux grands enjeux industriels actuels, notamment dans le cadre de l'Usine du Futur.

### Usine du Futur

#### Enjeux et panorama de solutions

La quatrième révolution industrielle est en marche. Une transformation profonde aux multiples impacts pour les entreprises de la mécanique, à tous les niveaux. Afin de les aider à y voir clair, la Fédération des industries mécaniques (FIM) a réalisé fin 2015 son « Guide pratique pour l'usine du futur, enjeux et panorama de solutions ». Accessible à tous les niveaux de l'entreprise, cet ouvrage revient sur la définition du concept d'usine du futur et sur les enjeux majeurs pour les entreprises, à la fois économiques, techniques, organisationnels et environnementaux. Dans un second temps, le guide propose des solutions opérationnelles, réalistes et personnalisables pour une mise en œuvre immédiate à différents niveaux, selon les besoins des chefs d'entreprises. Réalisé avec le concours d'Artema, du Cisma, de Profluid, du Symop, de l'UITs, du Cetim, de l'Institut de soudure, de l'AFM, de Clextral, de Fives, du CEA List, de Dassault Systèmes, de la Fieec et du Gimélec, il est téléchargeable sur [www.industriedufutur.fim.net](http://www.industriedufutur.fim.net). Ce site propose également un espace d'échanges et de contribution afin de faire du guide un outil évolutif. Un guide pratique complété, par ailleurs, d'une vidéo « Usine du Futur : suivez le guide ! » lancée par la FIM et le Cetim, expliquant en deux minutes les bases du concept.

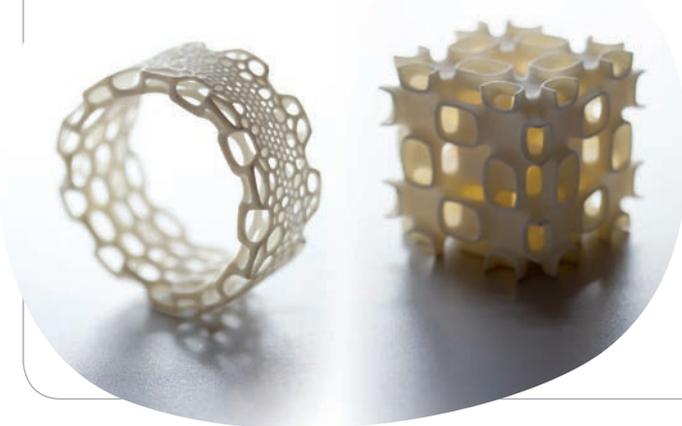


## Fabrication additive

### Un moyen mutualisé pour les PME du Centre – Val-de-Loire

2015 sera marquée comme l'année des 10 ans ... d'UPDP. En 2005, le Cetim lançait le concept d'Unité pilote à dispositif partagé, contribuant ainsi avant l'heure au déploiement des technologies du futur. Qui plus est, ces UPDP, moyens de production acquis par le Cetim, permettent aux entreprises de les utiliser en mode partagé et de les tester avant d'investir... 10 UPDP ont ainsi vu le jour. Et au sujet de la fabrication additive : l'engouement des industriels, de tous secteurs d'ailleurs, pour

cette technologie est certain. Toutefois, il ne peut lever les interrogations sur sa maîtrise réelle, son intérêt économique et ses perspectives de marché. C'est bien à des fins de réponse à ces préoccupations qu'une nouvelle unité pilote à dispositif partagé (UPDP) a été mise en place fin 2015 au Cetim-Certec, centre associé au Cetim à Bourges et l'un des centres de compétences technologiques clé et principal appui de la dynamique technologique de l'Industrie du Futur de la région Centre – Val – de - Loire. Baptisée Supchad, elle vise au premier chef les secteurs de l'aéronautique, la défense, l'aérospatial, l'automobile de compétition ou de très haut de gamme. L'ensemble de l'investissement réalisé pour accompagner les entreprises dans la maîtrise de cet outil et fabriquer leurs pièces, avec eux, dépasse le million et demi d'euros. La plateforme a su voir le jour grâce notamment au financement de la région Centre-Val-de-Loire, la Communauté d'agglomération Bourges Plus, le conseil général du Cher et le Fonds européen de développement régional (Feder). Ce dispositif vient par ailleurs compléter le projet Usine du Futur lancé par le conseil régional visant à accompagner une cinquantaine de PMI.



## Sécurité des machines

### Une nouvelle version d'IDAR en ligne

Développé initialement sous la forme d'un tableau Excel, Idar s'est enrichi ! Une nouvelle version, plus complète et fonctionnelle, de cette méthode d'analyse des risques « Machines » est disponible sur cetim.fr, espace « Mécatèque ». Elle est aujourd'hui présentée sous la forme d'un outil informatique dédié, traitant les étapes principales de la démarche d'intégration de la sécurité dès la conception d'une machine (Intégrer, décrire, analyser, rapporter). Une réponse aux exigences réglementaires de la directive « Machines » 2006/42/CE avec un bilan réglementaire (détermination des directives applicables à l'équipement conçu et des procédures de certification associées), la réalisation de l'analyse des risques, complétée par l'identification et le traitement des fonctions de sécurité (lien avec le logiciel Sistema, norme ISO 13 849-1 : 2007), et la constitution du dossier technique, incluant les éléments de la notice d'instructions.

Conçu comme une aide aux concepteurs de machines en termes de rappels des obligations réglementaires et de traçabilité d'un dossier technique, Idar pousse les industriels à se poser les bonnes questions à chaque étape du processus de conception de l'équipement de travail. Il permet à un concepteur de machines, de tra-



cer et de justifier ses choix de solutions en termes de sécurité et d'être ainsi en mesure d'apposer le marquage CE en toute connaissance de cause.

### Plate-forme Igi-Tech

#### Appuyer les entreprises du médical

Une plate-forme de haute technologie pour les industriels des dispositifs médicaux. La création d'Igi-Tech en 2015 signe ainsi le regroupement des compétences et des équipements des deux instituts Carnot Cetim et Mica (Materials Institute Carnot Alsace) dans ce domaine du médical. Son but : proposer aux entreprises spécialisées un accompagnement complet sur toute la chaîne de valeur du développement d'un dispositif médical. Ce, depuis la phase de conception d'un nouveau produit jusqu'aux essais cliniques et de validation. En mesure d'élaborer des matériaux et de proposer des procédés innovants, de concevoir puis de faire le développement technique d'un dispositif, de mener des études précliniques et cliniques, ou encore d'établir l'analyse de défaillances d'un implant, les deux Carnot peuvent également accompagner les industriels jusqu'à la phase d'industrialisation. Cette réunion des compétences permet finalement de couvrir un large champ d'applications, de biomatériaux et de dispositifs : orthèses et prothèses en tous genres, pansements intelligents, biomarqueurs de diagnostics, biomatériaux de comblement osseux, textiles pour la santé, biocapteurs, stents, etc.



### « Torque Tightening »

#### Une application mobile « couple serrage boulons »



Avec son application Torque Tightening, le Cetim s'inscrit dans une tendance prégnante : le numérique et le déploiement d'outils liés à la mobilité. Deux piliers de l'industrie du futur. À l'aide d'applications installées directement sur les smartphones ou tablettes des opérateurs, de nombreuses tâches seront en effet assurées demain sur le terrain, au plus près des machines. Cette « Appli » mobile, gratuite et disponible sous IOS et Android, compte déjà plus de 10 000 téléchargements et détermine les couples de serrage optimaux en fonction des cas d'application. Diamètre et pas de vis, frottement, caractéristiques mécaniques de la vis et classe de qualité, outil de serrage, etc., après avoir entré les

différents paramètres de l'assemblage, en un clic, le couple de serrage recommandé est délivré. Les paramètres avancés tels que la géométrie de la tête de la vis, des niveaux de frottement et des caractéristiques de visserie spécifiques sont également en option. Torque Tightening répond, par ailleurs, aux référentiels NF E 25-030 (Fixations – Assemblages vissés à filetage métrique) et VDI 2230 (calcul systématique des assemblages vissés fortement sollicités). L'application est téléchargeable sur Google Play et l'Apple Store. Afin de faciliter le travail des mécaniciens en situation de mobilité, le Cetim travaille actuellement sur d'autres applications mobiles.

## Suivi de production, contrôle qualité, analyse de défaillance

### X-Raybot mesure les contraintes

Simple, compact, portable, automatisé, diminuant de manière drastique les temps et les coûts des mesures... la transformation du traditionnel diffractomètre à rayons X est radicale. Jusqu'à présent, les appareils restaient lourds, notamment en raison du système de refroidissement à eau du tube de rayons X. C'est justement sur ce tube qu'intervient la principale innovation : il est refroidi à l'air.

Exit les tuyaux et les contraintes de branchement ainsi que le bruit généré par le refroidissement. Le défi est relevé pour le Cetim et la société MRX au travers du co-développement du X-Raybot permettant la mesure des contraintes résiduelles.

Les innovations ne s'arrêtent pas là puisque, c'est désormais un robot collaboratif à 6 axes qui effectue tous les mouvements de l'appareil et positionne la tête d'analyse. Principal avantage : outre une masse du robot inférieure aux systèmes à axes traditionnellement utilisés, les contraintes résiduelles, quelle que soit la forme de la pièce, sont cartographiées automatiquement. La qualité du détecteur solide, développé en Suisse pour les synchrotrons, permet, en outre, une plage de détection de 25 à 30°, contre 15° habituellement sur ce type d'installation. Deux à trois minutes suffisent pour effectuer une analyse, en comparaison des 15 à 20 minutes avec les appareils classiques.

Au final, Le X-Raybot est l'un des seuls appareils du marché équipé de la triangulation laser permettant un positionnement automatique en angle et en distance plus précis et plus rapide.

Livré avec deux caisses de transport de la taille d'une grosse valise, l'appareil peut être déplacé rapidement pour répondre aux urgences, et réduit le coût d'intervention. La commercialisation a commencé en septembre 2015. La conception du X-Raybot a également bénéficié de la contribution de M. Sprauel de l'IUT d'Aix en Provence.



## Usine du futur

### Opération diagnostic en Franche-Comté

Le comité mécanique de Franche-Comté a décidé en 2015 d'accompagner les PME dans l'élaboration de leur plan de développement pour accroître la compétitivité à court et moyen termes. Avec cette action, c'est l'Usine du futur qui est visée, elle-même destinée à remettre l'investissement et l'homme au cœur de la dynamique de croissance des entreprises. Repenser l'usine de demain implique cependant un encouragement et un appui aux PME pour leur permettre une augmentation globale de leur performance.

Consciente des enjeux propres au redressement économique de la France et soucieuse d'améliorer la compétitivité de ses entreprises, la région Franche-Comté a souhaité identifier des structures qui ont l'ambition d'améliorer leur performance industrielle globale afin de leur permettre d'améliorer encore leur compétitivité

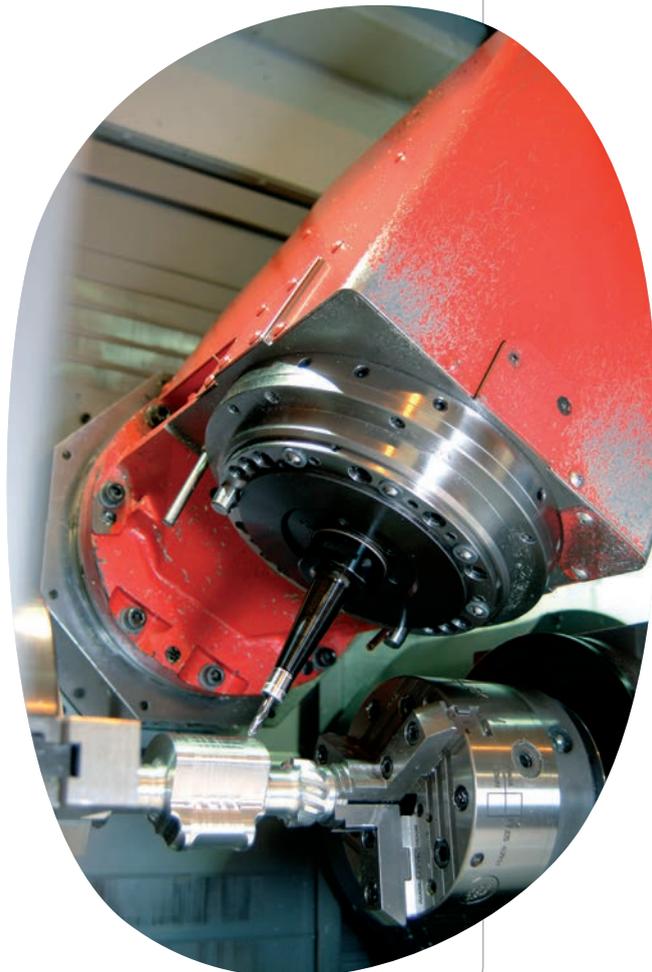


à travers différentes propositions d'accompagnement. Cette action collective régionale, organisée par le comité mécanique, comprenant la FIM, le Cetim et l'UIMM, a été réalisée avec le soutien financier du conseil régional de Franche-Comté. Le programme « Diagnostic Usine du Futur » est réservé à 25 entreprises industrielles de Franche-Comté, PME et ETI. À l'issue de l'action, une feuille de route pour le développement industriel est établie en cohérence avec la stratégie de l'entreprise et son domaine d'activité. Ce programme confère également un accès privilégié aux dispositifs d'aides régionales et nationales « Industrie du futur ».

### Projet européen Meman

#### Pour la réduction de la consommation matière et énergie

Début 2015 : Meman est adopté ! Il est, alors, le seul projet agréé par l'Union européenne, au titre du programme européen « Usine du Futur » sur le thème de l'énergie globale et de l'efficacité des autres ressources dans les entreprises manufacturières. Priorité de son action : réduire la consommation matière et énergie de l'ensemble de la chaîne de valeur des secteurs de la mécanique et de la métallurgie. Le projet vise ainsi l'efficacité globale des ressources en incluant l'énergie, les matières premières et les autres intrants, dans une démarche d'optimisation intégrée. Lancé le 26 janvier 2015, Meman est soutenu par un consortium qui rassemble six pays, quinze partenaires, dont le Cetim et des entreprises industrielles, des PME, et des experts en modèles industriels éco-innovants. Pour parvenir à cette optimisation de l'efficacité des ressources, l'action s'appuie notamment sur la validation complète de nouveaux modèles d'affaires qui permettent la collaboration de différentes entreprises sur toute la chaîne de valeur. Des outils pratiques de soutien décisionnels sont prévus. Trois pôles de compétences sont en charge des opérations : la fonderie avec à sa tête Ima Corporation Mondragon - Cluster Innovation entrepreneurial du Pays Basque en Espagne ; l'usinage avec à sa tête le Cetim associé à Mecanic Vallée - Cluster entrepreneurial des régions Limousin et Midi-Pyrénées, et Technofi ; le traitement de surface avec Eiffo - Cluster industriel et d'innovation pour l'Allemagne et l'Autriche. Initiative de trois ans et demi, Meman est soutenu à hauteur de 6 millions d'euros par les fonds de la Commission européenne dans le cadre du programme Horizon 2020.



### Réunions d'informations gratuites

#### Exit les lundis... Place aux rendez-vous de la mécanique



Pour faire face à l'affluence, tenir compte des manifestations régionales et offrir d'autres possibilités aux industriels, « Les lundis de la Mécanique » se sont transformés et ont changé de nom en 2015. « Les Rendez-vous de la mécanique » (RVM) ont pris la suite... tous les autres jours de la semaine.

C'est la rançon du succès ! Largement plébiscités, les

« lundis » comme les « rendez-vous », sont des demi-journées d'information régionales gratuites centrées sur des problématiques industrielles des acteurs locaux. Organisées en concertation avec la Fédération des industries mécaniques (FIM) et les syndicats pro-

fessionnels, elles permettent de présenter l'essentiel des résultats des travaux d'intérêt collectif, de recueillir l'avis des participants et de prendre en compte leurs demandes. 66 « Rendez-vous de la Mécanique » se sont tenus en 2015 réunissant 2 430 personnes.

En 2016, les RVM font le plein ! 75 demi-journées régionales sont en effet prévues dans toute la France. L'Industrie du futur tient une place importante dans ce programme dense. Une cinquantaine de RVM sont en effet labellisés « Industrie du futur » du fait de leurs thématiques particulières (fabrication additive, robotique, compétitivité durable, composites, maintenance prédictive, etc.). Certains sont spécifiquement consacrés à l'explication de cette grande transformation industrielle, à l'image de la journée intitulée : « l'industrie du futur en pratique dans votre entreprise : ruptures technologiques et organisationnelles ».

## Robot Start PME

### Stivent fait de l'industrie du futur une réalité d'aujourd'hui

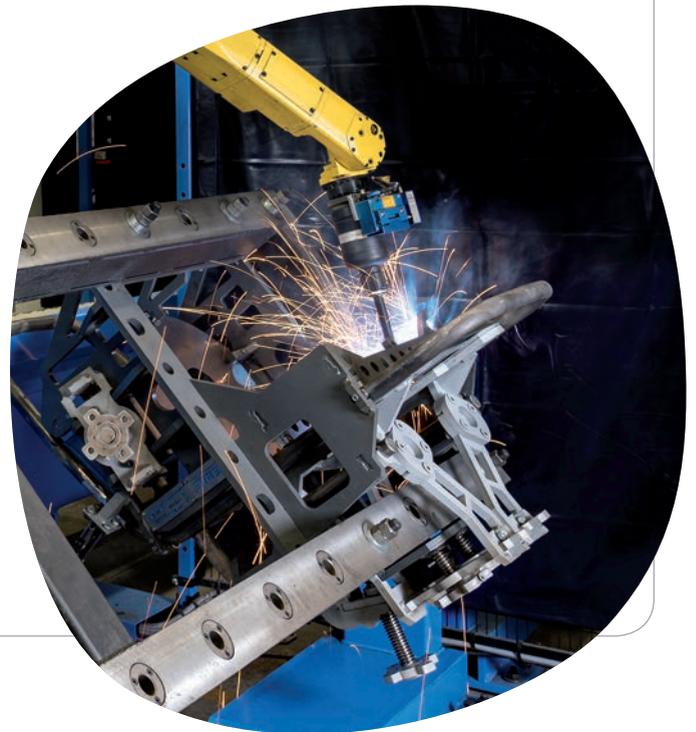
Novembre 2015, à l'Assemblée nationale : 13 entreprises sont couronnées du « Label Productivez ! » par le Symop, le Gimélec, Syntec Numérique et l'Afdel pour leurs investissements dans la modernisation de leur outil de production. Parmi elles, quatre ont bénéficié du dispositif Robot Start PME (RSPME) piloté par le Symop, le Cetim et le CEA List pour accompagner les entreprises dans l'intégration de leur premier robot industriel : Mapac Panel, Perrin Aqua Découpe, Tolecma et... Stivent Industrie.

Pour cette dernière, fabricant de systèmes d'aspiration et de filtration industrielles, il s'agirait presque d'un cas d'école. Tout a changé pour Stivent, en fait, lorsque Rockwool a passé plusieurs commandes récurrentes de machines pour quelques centaines d'unités. « Pour faire face à cette montée en cadence, il était indispensable d'automatiser la production via un robot (Réf. Cetim Infos n°231) », explique Philippe Becel, gérant de l'entreprise. Après un an de travail, deux jours suffirent pour réaliser l'opération de soudure qui mobilisait trois personnes sur une semaine. En réalité, l'impact du robot a été bien plus important : « ... J'en ai profité pour réorganiser les flux... », poursuit le gérant. Autre effet direct, la qualité, comme le souligne P.Becel : « alors que l'opérateur humain sait s'adapter sans problème à une variation de dimensions des pièces à souder, le robot ne supporte aucun écart... ».

Le gérant est satisfait de l'installation : « Ce qui était en jeu avec ce robot, c'est le développement de l'entreprise. » In fine son idée de robotisation a germé alors que le pro-

gramme RSPME se mettait en place. Il a ainsi été un des tout premiers à en bénéficier : « Nous avons été accompagnés tout au long du processus par un consultant, depuis l'étude de faisabilité jusqu'au programme de réception en passant par la rédaction du cahier des charges... ».

La suite : P.Becel envisage de profiter de l'installation pour étendre son utilisation...

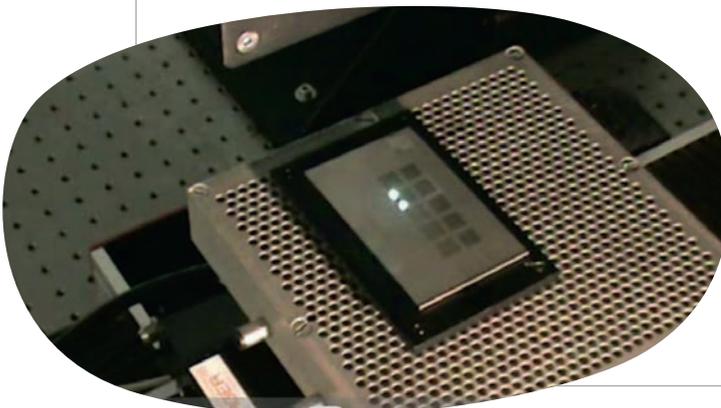


## Microtexturation de surfaces

### Le laser femtoseconde de Manutech USD est disponible

Rendre une surface hydrophobe... hydrophile, réduire la traînée ou la turbulence créée par les ailes d'avions, les pales de turbine ou d'éolienne, faciliter l'adhésion ou la lubrification, obtenir un « toucher » sensoriel précis de la matière : c'est désormais de l'ordre du pos-

sible avec la mise au point après plusieurs années du laser femtoseconde de Manutech USD (Ultrafast Surface Design) à Saint-Étienne. Laboratoires comme entreprises, tous ont accès à ce nouvel équipement, une machine multifaisceaux, provenant de lasers multilongueurs d'ondes, permettant la texturation à haute cadence des surfaces multiéchelle (0,1 µm à 100 µm). Le système optomécanique associé permet de suivre fidèlement les mouvements du faisceau laser, sans temps d'arrêt au moment de l'impact avec la matière. Né du programme des investissements d'avenir, Manutech USD est un Equipex (Équipement d'excellence) issu de la collaboration de l'école centrale de Lyon, l'Ireis, l'université Jean Monnet de Saint-Étienne, l'école nationale supérieure des Mines, l'Énise et le Cetim. Une étroite coopération est également opérée avec Manutech Sise, le Laboratoire d'excellence (Labex) rhônalpin en ingénierie des surfaces.



## Carnet d'adresses

### Senlis

52, avenue Félix-Louat, C.S. 80067  
60304 Senlis Cedex  
Tél. : 03 44 67 30 00

### Saint-Étienne

7, rue de la Presse, C.S. 50802  
42952 Saint-Étienne Cedex 1  
Tél. : 04 77 79 40 42

### Nantes

74, route de la Jonelière, C.S. 50814  
44308 Nantes Cedex 3  
Tél. : 02 40 37 36 35

## Délégations

### 13-Marseille

04 91 29 98 66

### 17-La Rochelle

05 46 45 80 11

### 18-Bourges

02 48 48 01 11

### 21-Dijon

03 80 40 34 67

### 25-Besançon

03 81 40 57 57

### 34-Montpellier

04 91 29 98 66

### 35-Bruz

02 99 05 52 97

### 44-Nantes

02 40 37 36 71

### 51-Reims

03 26 89 65 81

### 57-Metz

03 87 76 14 03

### 59-Marcq-en-Barœul

03 20 99 46 10

### 60-Senlis

03 44 67 35 98

### 63-Aubière

04 73 28 80 80

### 64-Pau

05 59 90 36 30

### 68-Mulhouse

03 89 32 72 21

### 69-Villeurbanne

04 72 44 59 00

### 76-Mont-Saint-Aignan

02 32 19 55 23

### 92-Courbevoie

01 47 17 68 61

## Filiales

### Etim

Site Technocampus  
Zone Industrielle du Chaffault  
Chemin du Chaffault  
44340 Bouguenais  
Tél. : 02 51 70 04 94

### Cetim Maroc

Technopôle aéronautique de Nouasser  
Aéroport Mohammed V  
20 000 Casablanca-Nouasser  
Tél. : + 212 (0)5 22 539 521

## Centres associés et partenaires

### Cetim-Cermat

Technopôle de la Mer Rouge  
21, rue de Chemnitz, B.P. 2278  
68068 Mulhouse Cedex  
Tél. : 03 89 32 72 20

### Cetim-Certec

9, boulevard Lahitolle  
18000 Bourges  
Tél. : 02 48 48 01 11

### Cetim-Ctdec

750, avenue de Colomby B.P. 65  
74301 Cluses Cedex  
Tél. : 04 50 98 20 44

### LRCCP

60, rue Auber  
94408 Vitry-sur-Seine Cedex  
Tél. : 01 49 60 57 57

### Cetim, Centre de ressources mécatronique

Université de Savoie  
5, chemin de Bellevue, B.P. 80439  
74944 Annecy-le-Vieux Cedex

### Cetim, Centre de ressources

#### contrôle non destructif

6 avenue de l'Europe - C.S. 10006  
38029 Grenoble cedex 2

## Pour tous renseignements

### cetim.fr

Service Question Réponse : 03 44 67 36 82  
sqr@cetim.fr

Directeur de la publication : Philippe Choderlos de Laclos

Réalisation : Cetim, direction de la Communication

Maquette et fabrication : Clémentine Rocolle, Reine Cochet

Conception graphique : Proxima, Paris

Couverture : photo, Proxima, Paris - conception graphique Guilbert Gabillot

Photos : Christel Sasso, P-H. Claudel /Proxima, Cetim, Ministère de l'Économie, de l'industrie et du numérique, Onera, Juan Robert, Cetim-Ctdec, Ensival Moret France, thermosaïc, Nordlock, Foster Refrigerator, Astom Ocean, Subsea, Echelles Riffaud, Océanic Phoenix, Self Climat Morvan, Dyva, Fildhvebsche fotogr. Andreas Koener, Manutech, Stephane Lariven – Delta Equipement, Fotolia : ag-visuell, psdesign1, Norman blue, Pranodhm, Areeya-ann, Stockpics, Catsnfrogs, (tous droits réservés)

Achévé d'imprimer sur les presses de l'imprimerie Calligraphy - mai 2016





Le Cetim est membre du Réseau CTI et labellisé Institut Carnot

**cetim.fr**

**Centre technique des industries mécaniques**

Siège social : 52, avenue Félix-Louat  
CS 80067 - 60304 Senlis cedex  
Tél. : 03 44 67 36 82 - Fax : 03 44 67 36 94

