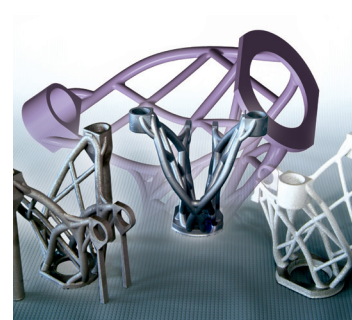
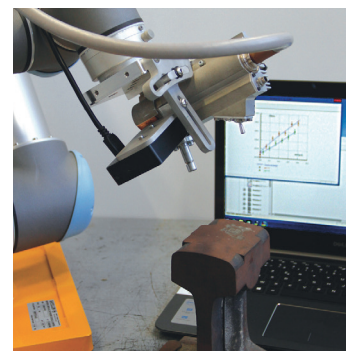
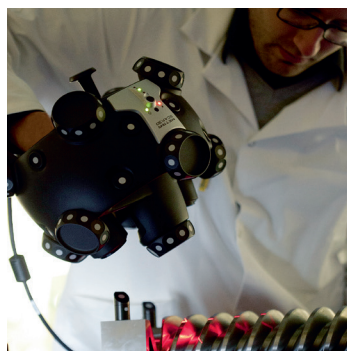
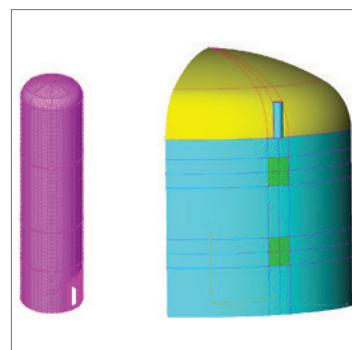


PROGRAMME DES ACTIVITÉS COLLECTIVES

DIRECTION DE LA RECHERCHE ET DES PROGRAMMES

2017

STRATÉGIE
ET PROGRAMME D'ACTIVITÉS



Édito

Classiquement la construction de la stratégie de R&D du Cetim s'effectue en collaboration étroite et sous le contrôle du Comité Scientifique et Technique. Elle s'appuie sur les Technologies Prioritaires en Mécanique 2020 qui en constitue le socle. Elle intègre les besoins des commissions professionnelles et comités programme, ainsi que ceux des secteurs mécaniciens au travers d'une analyse menée avec les organisations professionnelles. Elle considère enfin les besoins de ressourcements du Cetim pour développer la R&D partenariale.

Pour 2017, deux sources sont venues compléter ces éléments structurants :

- les réflexions engagées dans le cadre de l'Alliance pour l'Industrie du Futur;
- la réflexion Cetim 5.0, engagée en interne pour imaginer le Cetim de demain.

Ces analyses ont permis au Cetim d'identifier cinq orientations principales pour la période 2017-2020 qui seront déclinées annuellement au travers des 4 domaines d'activités stratégiques (DAS) :

- Intégrer la dimension « données »;
- Développer les processus de conception / fabrication performants et durables ;
- Développer, maîtriser, associer calcul et essais en multi physique ;
- Renforcer la valorisation des résultats des projets R&D du Cetim;
- Intégrer le numérique dans les processus techniques et les chainer dans une vision numérique homogène.

Le programme des activités Collectives est gouverné par les entreprises des 30 secteurs professionnels réunis en commissions et structures connexes. Le volume d'encours de ces travaux est de l'ordre du millier d'études, ce qui est considérable. Cette richesse et cette diversité de résultats offrent aux entreprises la possibilité d'une acquisition accélérée des connaissances nouvelles indispensables à leur démarche d'innovation.

Assurer la lisibilité maximum et favoriser l'appropriation de ces résultats par les Mécaniciens, à partir d'une version numérique associée à des fonctionnalités de navigation par commission professionnelle, par thématique, par orientations, est indispensable.

Ce devrait être chose faites en 2017, qui verra le programme d'activité faire lui aussi sa révolution numérique.

La référence à ce flux important et constant d'études collectives, invite à rappeler combien les commissions et comités programme, en tant que donneurs d'ordres influent significativement sur le niveau scientifique et techniques des pôles du Centre Technique. Si les sujets sont pauvres, triviaux et faciles, des équipes insuffisamment sollicitées baissent en niveau ; si l'exigence des industriels détermine des sujets ambitieux pensés pour leur besoin d'innovation et d'amélioration de compétitivité sur leurs marchés, alors les équipes du Centre Technique doivent sans cesse accroître leurs efforts, renforcer leurs contacts avec les centres de production de savoirs que sont les laboratoires universitaires, renforcer les liens interdisciplinaires entre les pôles et avec les centres associés.



Gérard Piron

Président du Comité scientifique et technique

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| Édito | 1 |
| SOMMAIRE | 3 |
| Programme des activités collectives | 5 |
| Orientations stratégiques | 5 |
| Discours de politique générale de P. de Laclos au CST | 5 |
| Contrat de performance | 6 |
| Stratégie d'anticipation technologique..... | 7 |
| Veille technologique, scientifique et normative..... | 7 |
| La veille, aussi, prépare son futur..... | 7 |
| Veille technologique..... | 7 |
| Veille normative..... | 7 |
| Contribuer au suivi des réglementations | 8 |
| Stratégie de R&D | 9 |
| La R&D du Cetim | 9 |
| Cadre général | 9 |
| Une réflexion stratégique avec les technologies prioritaires comme base | 9 |
| Cinq orientations stratégiques pour la période 2017-2020..... | 13 |
| Stratégie du développement régional et international..... | 15 |
| Développement international | 15 |
| Europe : renforcer la participation dans Horizon2020..... | 15 |
| Développement régional | 15 |
| Politique régionale et comités mécaniques | 15 |
| Stratégie de communication et transfert | 19 |
| Communication..... | 19 |
| Une stratégie numérique d'alerte et de partage | 19 |
| Défense et promotion de la mécanique et de l'industrie du futur | 19 |
| Communication scientifique..... | 19 |
| Actions de transfert | 20 |
| Valorisation des actions collectives | 20 |
| Stratégie d'innovation et de valorisation..... | 22 |
| Favoriser l'émergence de nouvelles innovations..... | 22 |
| Poursuivre la valorisation des résultats de la R&D..... | 22 |
| R&D partenariale et prestations | 24 |
| L'offre Cetim..... | 24 |
| De la R&D au développement commercial par le numérique... .. | 24 |

| | |
|--|-----------|
| La recherche partenariale – l’Institut Carnot Cetim | 25 |
| International : Le Cetim continue son développement international, boosté par son leadership en caractérisation des matériaux. | 25 |
| Programme des activités collectives 2017 | 27 |
| Domaine d’Activités Stratégiques Matériaux et Procédés..... | 27 |
| Programme du DAS Matériaux et Procédés | 27 |
| Domaine d’Activités Stratégiques Conception-Simulation-Essais | 35 |
| Programme du DAS Conception-Simulation-Essais..... | 35 |
| Domaine d’Activités Stratégiques Développement durable | 41 |
| Programme du DAS Développement durable..... | 41 |
| Domaine d’Activités Stratégiques Mécatronique-Contrôle-Mesure | 44 |
| Programme du DAS Mécatronique-Contrôle-Mesure | 44 |
| La normalisation | 49 |
| Contribuer à la normalisation pour défendre les intérêts des entreprises du site France..... | 49 |
| L’UNM coordonne tous les travaux de normalisation pour les professions mécaniciennes..... | 49 |
| Appui à l’institution mécanicienne | 49 |
| Contribuer au réalisme industriel des réglementations et aider les entreprises à les mettre en œuvre | 49 |
| Les moyens | 49 |

Programme des activités collectives

Le programme des activités collectives du Cetim a pour objectif de présenter la stratégie de R&D et sa déclinaison annuelle en projets. Il vise à mettre en perspective l'ensemble de l'action collective depuis la veille jusqu'au transfert avec la R&D et les projets applicatifs, l'action professionnelle, l'action régionale à dominante technologique et les actions de communication.

Le plan d'action 2017-2020 est marqué par le constat que, dans le passé, la stratégie R&D du Cetim était un programme annuel d'actions organisées par axe technologique dans une vision annuelle. Pour augmenter la lisibilité des orientations technologiques dans une perspective pluriannuelle, la stratégie R&D pour la période 2017-2020 est dissociée de sa mise en œuvre au travers d'un programme d'action pour 2017.

Ce document est scindé en 3 parties :

- Stratégie et programme de l'action collective ;
- Programme de l'action professionnelle ;
- Description détaillée du cadre d'action et des moyens.

Orientations stratégiques

Discours de politique générale de P. de Laclos au CST

L'année 2016 a été marquée par les 50 ans du Cetim. Les portes ouvertes de Senlis, Nantes et Saint-Etienne ont marqué un vrai succès politique en termes de reconnaissance régionale des sites, clôturé par un évènement marquant pour la collectivité mécanicienne à Bercy.

Cette dynamique a également contribué au succès du déploiement régional de l'Industrie du Futur. C'est ainsi que 3 400 PMI ont été accompagnées sur les 6 100 accompagnements identifiés à terme. Cette mobilisation se poursuivra en 2017.

L'année 2017 sera aussi celle de la relance des activités commerciales du Cetim. Notre contexte se durcit avec un marché de la R&D perturbé par la fin d'un long cycle de développement industriel dans l'aéronautique, un marché de l'énergie en berne, une concurrence exacerbée et une compétition internationale accrue, y compris sur des marchés d'expertise.

Sur le plan technologique, il s'agira de poursuivre l'action de fond sur la fabrication additive métallique avec la mise en place de 2 nouvelles unités de production à dispositif partagé (UPDP), le lancement d'opérations d'accompagnement de PME en régions, la poursuite de l'action fédératrice en R&D au sein de l'AIF, et la concrétisation d'une plate-forme de R&D partagée sur le site de Saclay. Des extensions sont également attendues dans Mécatim avec un projet de renforcement du dispositif dans le Sud-Ouest, le passage du bureau de représentation à la filiale opérationnelle en Malaisie et le renforcement du Cetim-Cermat en région Grand-Est par une délégation progressive du Cetim dans la gestion du laboratoire commun avec l'ENSAM de Metz et l'IRT M2P.

Le projet interne Cetim 5.0 avait pour objectif d'identifier les impacts de l'Industrie du Futur dans les métiers du Cetim. Sa restitution a contribué à la construction de la stratégie de R&D Cetim 2017. Cet exercice constitue également une réflexion sur nos méthodes de travail et d'organisation.

Contrat de performance

Comme son prédécesseur, le contrat de performance 2016-2019 a pour destination d'être matérialisé par un document signé des trois parties : État, FIM, Cetim. Il propose un cadre stratégique éclairant la période. Il s'adresse aussi, et cela est fondamental, à l'ensemble des collaborateurs du Centre. En effet, c'est en référence à ce cadre que sont définis les critères de l'accord d'intéressement.

On y trouve également l'énoncé des orientations du Centre, aussi bien en ce qui concerne les activités d'intérêt général que celles liées aux prestations privées et à son évolution interne. Pour chaque orientation, un ou plusieurs objectifs sont et suivis par des indicateurs de référence.

Le contrat de performance 2016-2019 a été signé le 21 juin 2016 par Emmanuel Macron Ministre de l'économie, de l'industrie et du numérique et les représentants du Cetim.



retenus

Stratégie d'anticipation technologique

Veille technologique, scientifique et normative

Le Cetim assure le recueil et l'analyse de l'information technologique et scientifique pour les commissions professionnelles qui souhaitent disposer d'une veille technologique spécifique. Il traite également les sujets de veille transversale, principalement, effectuée dans le cadre de la mise à jour annuelle de l'exercice technologies prioritaires en Mécanique. En complément, la veille exploite les manifestations spécialisées sur les secteurs industriels clients de la mécanique pour anticiper leurs évolutions technologiques majeures et connaître leurs attentes. Des échanges réguliers avec les syndicats professionnels contribuent également à une meilleure connaissance de l'évolution des principaux marchés de la mécanique.

La veille, aussi, prépare son futur

Pour rendre le travail de veille et d'analyse plus efficace et favoriser l'appropriation des informations par les entreprises, des évolutions sont impulsées pour faire bénéficier les industriels de la mécanique d'une « veille du futur » déclinée suivant 3 axes :

- **utilisation d'outils de veille plus modernes** : c'est notamment le cas des nouveaux outils d'analyse statistique de l'information (brevets ou publications scientifiques) et de cartographie des réseaux de collaboration ;
- **mise en place de webinars pour restituer « à chaud » les éléments marquants** vus dans des salons ou congrès, sans attendre la réunion de la commission professionnelle, cette forme plus dynamique de diffusion – expérimentée en 2016, par exemple sur IDDRG ou WNE – permet aux industriels d'avoir, en peu de temps, l'essentiel des informations à retenir
- **développement des interactions avec les industriels**, tout au long du processus de veille, ce mode de fonctionnement plus collaboratif permet aux entreprises de mieux piloter les travaux menés par le Cetim et d'y apporter leur propre valeur ajoutée.

Veille technologique

Dans ce contexte d'interactions accrues et d'effort pour que les industriels s'approprient les travaux de veille menés par leur centre technique, les actions de veille transversale sont concentrées sur les thèmes d'avenir, comme la fabrication additive, la robotique ou le numérique, en liaison étroite avec l'exercice Technologies Prioritaires en Mécanique. La veille mutualisée entre Instituts Carnot évolue en cohérence avec la réflexion actuelle sur les filières.

Pour satisfaire au mieux la trentaine de commissions professionnelles qui souhaitent disposer d'une veille technologique spécifique, des synergies continueront d'être recherchées entre les besoins d'information des différentes professions. Cela se traduira notamment par la mutualisation d'effort pour la couverture de salon ou de congrès intéressant plusieurs professions. Chaque mois, un « best of veille » met en valeur les principales informations issues des notes de veille publiées dans le mois écoulé.

Veille normative

Le Cetim continuera à mettre à la disposition des entreprises mécaniciennes la veille normative réalisée par l'UNM. Trois fois par an, chaque profession bénéficie ainsi d'une alerte sur les projets de

normes. De plus, le « Best of Normes », qui rencontre un beau succès, continuera de mettre en avant les principales normes publiées dans le domaine de la mécanique.

Contribuer au suivi des réglementations

La FIM et le Cetim assurent une veille réglementaire permanente qui permet, notamment pour les entreprises exportatrices, de connaître les normes et règlements applicables mondialement et d'adapter ainsi leurs produits pour éviter qu'ils ne fassent l'objet d'un rejet purement administratif.

Le Cetim assure également une veille réglementaire sur les aspects techniques et environnementaux pour accompagner les industriels dans la mise sur le marché ou la fabrication de leurs produits

Stratégie de R&D

La R&D du Cetim

Cadre général

La stratégie de R&D proposée par le Cetim constitue la déclinaison annuelle du contrat d'objectifs et de moyens. Elle a pour but de répondre à la mission première du Centre, l'appui et l'innovation technologique aux entreprises mécaniciennes, en grande majorité des PME. Il s'agit, pour le Cetim, de développer et enrichir ses compétences pour répondre aux besoins technologiques des entreprises dans le cadre des actions collectives et de la R&D partenariale, d'assurer son ressourcement scientifique et technologique, de conforter sa visibilité, en particulier, sur la scène internationale et de développer et valoriser l'innovation en mécanique.

Une réflexion stratégique avec les technologies prioritaires comme base

Une réflexion ouverte appuyée par le comité scientifique et technique

La construction de la stratégie de R&D s'appuie sur une collaboration étroite avec le Comité scientifique et technique. Un groupe de réflexion constitué d'industriels et de partenaires du Centre, membres de cette instance, accompagne le Cetim dans la définition de sa stratégie R&D qui est ensuite soumise pour avis au Comité Scientifique et Technique et pour approbation au Conseil d'administration. En interne, la réflexion est menée par le groupe de veille stratégique qui associe, pour le Cetim, la direction de la recherche et des programmes, la direction commerciale et la direction scientifique du LRCCP. Les experts référents sont également mobilisés pour contribuer à l'identification des évolutions scientifiques et technologiques ainsi qu'à la définition des actions pour lesquelles le Cetim s'engage.

La démarche de construction de la stratégie R&D s'appuie sur les Technologies Prioritaires en Mécanique 2020. Elle intègre les évolutions du contexte du Cetim qui ont aujourd'hui, pour origine, les réflexions engagées dans le cadre de l'Alliance pour l'Industrie du Futur, et plus particulièrement les groupes de travail auxquels le Cetim participe ainsi que la réflexion Cetim 5.0, engagée en interne pour imaginer le Cetim de demain.

Ces éléments sont complétés, dans une approche « technology push », par les informations recueillies auprès des laboratoires universitaires, des organismes de recherche publics et privés et de nos partenaires technologiques ; par les nouveautés identifiées chez les fournisseurs, via les salons et les manifestations techniques ; par les données des clients privés à fort potentiel technologique ; par l'analyse des affaires de R&D partenariale ainsi que par le suivi des normes et de la réglementation.

L'approche « market pull » identifie l'évolution des besoins en R&D des clients collectifs, exprimés par les commissions professionnelles et comités programme ; ceux des secteurs mécaniciens, au travers d'une analyse menée avec les organisations professionnelles ; les besoins et les demandes de nos clients privés, principalement donneurs d'ordres, grands comptes, et clients à fort potentiel technologique, au travers des affaires de R&D partenariales, ainsi que de nos clients et prospects en innovation et valorisation.

Technologies Prioritaires en Mécanique 2020 : cinq tendances majeures pour l'avenir

Les Technologies Prioritaires 2020 constituent le socle de cette démarche. Cet exercice de prospective technologique fait apparaître cinq tendances majeures :

- **l'avènement du numérique modifie les usages** : l'entreprise est désormais réellement étendue et utilise largement les technologies du numérique au service de ses procédés et de ses produits ; les machines et les robots dont certains collaborent avec les opérateurs sont intégrés dans le système productif. Le chaînage numérique permet de traiter dans un même environnement toutes les étapes du cycle de vie. Le design et la réalité virtuelle intègrent les besoins et les usages dès un stade avancé de la conception ;
- **la conception et la fabrication sont intimement liées** : la conception dépend directement des technologies de fabrication utilisées ; fabrication additive, mise en œuvre des composites thermoplastiques et assemblage multi matériaux, épaulés par les technologies du numérique permettent d'envisager de nouvelles solutions totalement inédites pour répondre aux besoins et gagner en efficacité ;
- **l'homme reprend sa place au centre du système productif** : l'homme est au centre de l'usine avec hommes et machines coopérant dans un même espace. La réalité augmentée et les applications techniques mobiles constituent les outils pour la surveillance et la maintenance des systèmes industriels. La gestion des connaissances et des compétences permettent de faire vivre les savoirs et savoir-faire critiques pour l'entreprise ;
- **l'usine est économe et respectueuse de l'environnement** : Sa consommation d'énergie et de matières premières est maîtrisée, elle protège son environnement et elle-même contre le bruit et les nuisances, elle valorise ses déchets et s'intègre dans son écosystème. La valorisation des déchets pendant la production ou l'exploitation des produits, concourt à améliorer les bilans énergétique et matières de l'entreprise ;
- **la mesure, le contrôle et la surveillance favorise l'anticipation** : l'état du produit ou du procédé est mieux connu et permet d'élaborer des stratégies de fonctionnement et de piloter la maintenance. Les capteurs autonomes et communicants assurent la transmission des informations entre eux ou vers une unité de traitement. La communication sans fil et la gestion des réseaux de communication associées aux technologies de la sécurité des données, assurent une transmission efficace et sûre des informations. Enfin, la traçabilité permet d'authentifier un composant ou un produit pour améliorer sa qualité, sa sécurité et prévenir la contrefaçon.

L'Alliance « Industrie du Futur »

L'Alliance Industrie du Futur réunit des organisations professionnelles de l'industrie et du numérique ainsi que des partenaires académiques et technologiques autour d'une ambition commune : faire de la France un leader du renouveau industriel mondial et propulser l'ensemble du tissu économique national au cœur des nouveaux systèmes industriels. L'ambition de cette alliance est d'organiser et de coordonner au niveau national les initiatives, projets et travaux pour la modernisation et la transformation de l'industrie en France.

Six actions prioritaires sont dévolues à l'Alliance « Industries du Futur » :

- accompagner les entreprises vers l'Industrie du Futur ;
- développer l'offre technologique du futur ;
- préparer l'Homme à l'Industrie du Futur : coévolution, prospective et formation ;
- promouvoir l'Industrie du Futur ;
- renforcer les actions de normalisation en particulier à l'international ;
- valoriser l'offre technologique existante.

Le Cetim, acteur de l'alliance

Le Cetim est plus particulièrement en charge de l'action d'accompagnement des entreprises via le groupe de travail qu'il pilote. Il appuie les organisations professionnelles, membres de l'Alliance, à la sensibilisation et à la mobilisation des industriels et met en œuvre une expertise de haut niveau sur l'ensemble des enjeux du plan, avec l'identification de consultants généralistes expérimentés et experts de haut niveau référencés mise à la disposition des Conseils Régionaux. Pour apporter un appui spécialisé en matière de formation, de recherche et d'innovation, le Cetim assure une mise en réseau des centres de ressources existants. Enfin, il accompagne les opérateurs régionaux, dans leur programme de déploiement par l'ingénierie et le montage d'actions collectives régionales.

Il participe également activement au groupe de travail « Développement de l'offre technologique du futur » dont la mission est de se doter des technologies gagnantes de l'Industrie du Futur. A ce titre, le Cetim est plus particulièrement en charge des thématiques Fabrication Additive et Composite, nouveaux matériaux et assemblage.

Il a également pris en charge, au sein du groupe de travail communication et en lien avec le groupe de travail déploiement, la création d'outils permettant de sensibiliser les industriels aux nouvelles technologies et outils numériques. Enfin, au sein du groupe de travail Normalisation, le Cetim anime le sous-groupe en charge de l'identification des projets dans le domaine de la fabrication additive.

Besoins identifiés dans le cadre de l'accompagnement des entreprises

Dans le cadre du groupe de travail sur l'accompagnement des entreprises, piloté par le Cetim, l'Alliance Industrie du Futur, a identifié les besoins exprimés dans le cadre du déploiement régional lors des diagnostics effectués auprès de 2 000 entreprises. Bien qu'exprimés dans une perspective à courts termes plutôt dans une vision prospective, ces besoins n'en constituent pas moins un marqueur des attentes de l'industrie mécanique engagée dans une démarche de modernisation. Nous retiendrons les cinq tendances technologiques suivantes :

- Procédés de fabrication avancés, automatisation ;
- Système d'information, intégration numérique, ... ;
- Contrôles avancés, CND, ... ;
- Maintenance et services connectés ;
- Efficacité énergétique.

Cetim 5.0 : le Cetim de demain

Le projet interne « Cetim 5.0 » a pour objectif de réfléchir à l'intégration de l'Industrie du Futur dans les produits et les processus du Cetim et, notamment, de construire une trajectoire R&D en cohérence avec cette nouvelle approche. Cette réflexion a permis d'identifier 5 thèmes de R&D porteurs :

- Essais intelligents ;
- Représentation virtuelle / Simulation ;
- Surveillance / monitoring à distance ;
- Objets connectés / Instrumentation sans fil ;
- Nouveaux matériaux / procédés.

Ils sont complétés par 4 thèmes transversaux :

- Traitement du signal pour passer du Big data au Smart data par la connaissance des métiers ;
- Développer une architecture numérique adaptée ;
- Fiabilité ;
- Exploiter la richesse des hommes du Cetim.

Synthèse des tendances de la veille technologique

Les veilles technologiques professionnelles ou transversales sont réalisées à la demande et sous leur pilotage des commissions professionnelles. Les veilles transversales sont effectuées dans le cadre de la mise à jour des technologies prioritaires en mécanique 2020 encadrées par les recommandations du groupe de réflexion du Comité Scientifique et Technique. Les tendances exprimées sont regroupées dans huit familles de technologies :

- **les technologies de surveillance** : pour exploiter l'intelligence du smart data comme support à la décision dans le passage de la surveillance à la maintenance ;
- **la chaîne numérique étendue** à la supply chain en intégrant la logistique, l'organisation, la cyber sécurité et la sécurité des données ;
- **la maîtrise de la fabrication additive** par la caractérisation et le testing des matériaux en y incluant l'ingénierie d'essais ;
- **la simulation au plus près du produit et du procédé** pour améliorer la conception produit/processus et la maîtrise des procédés ;
- **la fabrication agile et les machines intelligentes** dont la robotique collaborative ;
- **le contrôle, la caractérisation, la numérisation** du produit en utilisant les technologies telles que la tomographie, la vision industrielle et le traitement d'image ;
- **la maîtrise de la consommation énergétique** à tous les niveaux de l'usine du futur dont le stockage de l'énergie et les batteries ;
- **l'internet des objets** pour intégrer les capteurs dans les produits dont l'adaptronique, l'élastronique, la compositronique, etc.

Vision des experts référents sur le numérique

Les experts référents du Cetim ont été sollicités pour exprimer leur vision de l'impact du numérique sur les métiers du Cetim et sur l'évolution de la R&D permettant de prendre en compte ce changement. Ce travail a été effectué en 4 ateliers lors d'un séminaire spécialisé.

Leurs réflexions ont conduit à identifier un complément de l'offre Cetim autour des données intelligentes, en exploitant la richesse de nos ressources humaines pour passer du big data au smart data avec une architecture informatique adaptée. Cinq tendances structurantes ont ainsi été exprimées :

- **l'homme est au cœur du système numérique**, les expertises des équipes du centre et la capacité de les combiner au service d'une problématique industrielle, constituent autant d'éléments différenciants pour Cetim ;
- **l'ère des données est en émergence** : le stockage, l'exploitation, le partage, mais également l'organisation et les protocoles pour traiter les données avec la mise en place d'une logique de service sur la donnée ;
- **l'importance des échanges de données dématérialisées**, en interne, avec les clients, avec les partenaires ;
- **la saisie de la donnée pertinente** se traduit par la maîtrise des capteurs et de l'instrumentation, au bon endroit, au bon moment, au bon format ;
- **la maîtrise des outils et systèmes numériques** est indispensable : cyber sécurité, architecture informatique, pérennité des données.

Apport des syndicats professionnels sur les tendances des marchés de la Mécanique

Depuis 2014, le Cetim interroge chaque année des organisations professionnelles pour identifier les principales tendances technologiques des marchés de la mécanique. En synthèse de ces échanges, on retiendra :

- Surveillance maintenance : interventions robotisées, réalité augmentée, Big data, télémaintenance ;
- Maîtrise des procédés : Fabrication additive, Centres multifonctions et Mécatronique dans les procédés ;
- Conception fonctionnelle : Allègement des structures (composites) et Électrification des véhicules ;
- Mécanique durable : Impact de Reach et Efficacité énergétique.

R&D de ressourcement pour le développement de la R&D partenariale

Les besoins identifiés dans le cadre de la R&D partenariale et auprès des grands donneurs d'ordre de la mécanique constituent des marqueurs puissants pour faire évoluer la R&D du Cetim. Ils apparaissent également comme des attentes technologiques des secteurs clients de la mécanique. Cette réflexion est menée en partenariat étroit entre la Direction de la Recherche et des Programmes et la Direction Commerciale du Cetim. Les évolutions marquantes des besoins et des demandes identifiées sont relatives :

- **aux nouveaux moyens et nouveaux procédés de fabrication**, avec les machines intelligentes, la caractérisation des matériaux et la santé matière en fabrication additive et les technologies propres sûres et sobres de fabrication et la substitution de substances et de matériaux ;
- **aux contrôles et à la surveillance en service**, avec la maintenance prédictive des équipements de production, l'estimation de la durée de vie résiduelle et les indicateurs d'endommagement ;
- **au comportement en service des matériaux, composants et structures**, avec les essais multi physiques des systèmes, le comportement des matériaux composites et pièces en fabrication additive, l'exploitation des données clients et les modèles de cinétique de dégradation associés aux mécanismes de défaillances ;
- **à la conception optimisée** avec la simulation et le virtual testing multi physique, les transmissions mécaniques haute vitesse et forte puissance et les outils et méthodes de la chaîne numérique.

Cinq orientations stratégiques pour la période 2017-2020

À partir de l'analyse des évolutions technologiques marquantes, des besoins de nos clients collectifs et de R&D partenariale ainsi que des réflexions centrales françaises et européennes, le Cetim a identifié cinq orientations qui constitueront l'épine dorsale de sa stratégie R&D pour la période 2017-2020 :

- Intégrer la dimension « données » ;
- Développer les processus de conception / fabrication performants et durables ;
- Développer, maîtriser et associer calcul et essais en multi physique ;
- Renforcer la valorisation des résultats des projets R&D du Cetim : du concept à l'industrialisation ;
- Intégrer le numérique dans les processus techniques et les chainer dans une vision numérique homogène.

Intégrer la dimension « données »

La dimension « données » prend sa place dans la supply chain, pour passer de la gestion de production au digital manufacturing. Elle s'exprime par rapport aux métiers, de la collecte de l'information à l'exploitation intelligente. Il s'agit des couples données/métiers concernant les matériaux, les fonctions, les procédés. Ils sont relatifs aux capteurs, méthodes de mesure, moyens et

méthodes de contrôle, traitement du signal pour le diagnostic, la surveillance, et la maintenance. Ce sont également les informations extraites des données pour permettre la décision.

Développer les processus de conception / fabrication performants

Il s'agit ici des technologies permettant l'amélioration des performances et de l'efficacité du processus de conception / fabrication, de la conception à la maîtrise industrielle des procédés. La fabrication additive est plus particulièrement concernée par les aspects d'optimisation de conception, la caractérisation fonctionnelle des produits et des matériaux ainsi que par les technologies de contrôle permettant de s'assurer de la bonne santé matière, des caractéristiques géométriques des zones inaccessibles. Cette démarche s'applique également aux matériaux composites et à leurs procédés de mise en œuvre. On notera pour ces matériaux l'importance de l'identification des défauts dans des démarches de tolérance aux dommages. L'ingénierie des surfaces aura pour objectif d'évaluer, voire de développer de nouvelles technologies permettant de fonctionnaliser les surfaces mécaniques. Les écotecnologies consistent à développer ou adapter de nouvelles technologies pour réduire l'impact environnemental des produits et procédés mécaniciens.

Développer, maîtriser et associer calcul et essais en multi physique

Les approches multi physiques se généralisent pour modéliser, simuler, tester pour dimensionner et valider. Elles visent à comprendre le comportement des matériaux (métalliques, composites, élastomères) et des assemblages multi matériaux. Elles sont indispensables pour mettre en œuvre les démarches de tolérance aux dommages, de conception fiabiliste, en fatigue vibratoire, en acoustique ainsi que pour prédire et évaluer la tenue des produits en environnement sévère. Cette dimension multi physiques est également prépondérante en mécanique des fluides et étanchéité.

Renforcer la valorisation des résultats des projets R&D

La valorisation des résultats des travaux de R&D du Cetim est un enjeu majeur pour répondre aux missions du centre. Il s'agit d'amplifier la valorisation de notre R&D en apprenant à accompagner la conception et l'industrialisation dans une logique de coût tout en poursuivant notre politique d'innovation/valorisation interne et en renforçant la réflexion technologie/marché.

Intégrer le numérique

Le numérique constitue un enjeu majeur pour le Cetim. Il s'agit de prendre en compte cette nouvelle dimension dans tous les processus techniques, y compris les plus anciens tels que les essais ou les procédés de fabrication. Le chaînage des outils dans une vision numérique homogène, depuis le pré dimensionnement jusqu'au suivi en service du produit (préconception, conception, simulation, essais, production, contrôle/surveillance, maintenance) est une nécessité. Cette partie de notre R&D doit permettre d'exploiter les outils pour assurer les échanges avec nos clients collectifs et individuels.

Stratégie du développement régional et international

Développement international

Europe : renforcer la participation dans Horizon2020

En 2017, le Cetim maintiendra sa dynamique de participation au programme Horizon2020, plus particulièrement sur les sujets liés à l'Usine du Future.

Une des nouveautés de 2017 sera la mise en place de la KIC (Knowledge and Innovation Community) dans le domaine de la fabrication à valeur ajoutée (AVM - Added Value Manufacturing) dans le cadre de l'EIT (European Institute of Innovation & Technology). L'EIT est une initiative européenne qui vise à développer un écosystème similaire au MIT (Massachusetts Institut of Technology), capable de générer de nombreuses start-up par un environnement favorable à création d'entreprises et à l'entrepreneuriat.

Une dizaine d'acteurs français se sont engagés pour être partenaires du premier cercle de cette KIC. Le Cetim aura un statut d'associé. La KIC AVM est destinée à engager des travaux de transfert de technologie vers le marché afin d'accélérer l'arrivée de nouveaux produits. Les partenaires de la KIC estiment que celle-ci aura un budget annuel de 300 à 400 M€ par an, avec une subvention pouvant aller jusqu'à 100 M€. Après la notification de la Commission Européenne, KIC AVM consacra la première partie de 2017 à mettre en place son bureau et le premier à projet est attendu à fin 2017.

Le projet Factory 4.0 obtenu dans l'appel INTERREG et commencé en 2016, sera une première expérience concrète en 2017 de la combinaison des 2 niveaux, régional et européen. Le Cetim continuera sa participation dans les appels Horizon 2020 entre autre à travers cette nouvelle version des programmes INTERREG ou Cleansky. Ces instruments correspondent aux missions du Cetim de transfert de technologies et de promotion de l'innovation dans les PME régionales.

Le Cetim poursuivra sa présence au sein de l'EFFRA, conjointement avec la FIM et le CEA afin de suivre et d'évaluer l'intérêt d'une participation à des nouvelles initiatives telles que la KIC-AVM. Ces outils structurant avec des relais en France seront attentivement suivis afin d'identifier toutes les opportunités pour le Cetim et les PME de la mécanique française.

Développement régional

Politique régionale et comités mécaniques

L'appui aux PME constitue l'un des piliers de l'action du Cetim. Elle se traduit par une animation régionale des collectifs mécaniciens au travers de 8 comités mécaniques régionaux, plus de 60 « Rendez-vous de la Mécanique » et des points contacts régionaux d'appui technologique. C'est ainsi que 3 500 entreprises cotisantes font appel au Cetim chaque année. Le Cetim participe activement aux pôles de compétitivité et notamment à l'animation du réseau des pôles à vocation mécanicienne et à son raccordement au niveau international. Enfin, le Cetim œuvre au montage de programmes régionaux et multirégionaux ambitieux, alliant la prise en compte du local et la mutualisation au service du développement industriel.

Les comités mécaniques régionaux

Favoriser le développement des viviers régionaux de la mécanique : c'est la raison d'être des comités mécaniques. Ces structures composées d'industriels, de la FIM, de l'UIMM, du Cetim et de partenaires régionaux ont pour objectif d'assurer une cohérence régionale forte dans les programmes d'actions engagés par l'ensemble des acteurs économiques au bénéfice des entreprises de la mécanique. Catalyseurs de besoins, les comités orientent avec les partenaires et les interlocuteurs publics les actions nécessaires au développement des PME en :

- Grand Est ;
- Bourgogne - Franche-Comté ;
- Île-de-France ;
- Hauts-de-France ;
- PACA ;
- Pays de la Loire (Comité de développement des industries mécaniques matériaux) ;
- Occitanie : Mecanic Vallée ;
- Bretagne.

Implication dans les pôles de compétitivité

Le Cetim est présent au sein de différentes instances de gouvernance ou de commissions de 17 pôles de compétitivité, porteur ou partenaire d'une vingtaine de projets de recherche et développement labellisés par ces différents pôles de compétitivité et financés au titre des projets FUI, ANR, BPI et bénéficiant des financements de certaines collectivités territoriales. Les pôles membres de Mécafuture sont présents dans près de 30 % des projets retenus, et le Cetim collabore à plusieurs de ces projets.

Au niveau national, le lobbying européen sera assuré, grâce à l'association Mécafuture en partenariat avec les pôles de compétitivités mécanique et matériaux qui vont suivre une forte mutation en 2017.



Les actions collectives régionales

Recentrage sur des thématiques technologiques

S'appuyant sur le réseau de délégations régionales du Cetim, des actions adaptées aux spécificités de chacun des bassins industriels sont conduites chaque année et touchent plusieurs centaines de PME, notamment de très petites, le plus souvent sous l'égide des « comités mécaniques régionaux ». Les actions collectives régionales ont été recentrées sur des thématiques qui répondent aux besoins les plus forts des PME mécaniciennes : techniques, innovations procédés et produits, technologies propres et sobres en consommation d'énergie, travail collaboratif ou prospective/veille technologique.

Action collective structurante sous pilotage nationale et déploiement régional

Une nouvelle forme d'action collective structurante a vu le jour en 2013 avec un thème et un pilotage national et des déploiements régionaux : le programme Robot Start PME, financé par le programme des Investissements d'Avenir pour l'ensemble des régions de France, doit permettre l'implantation d'une première cellule robotisée dans 250 PME, 249 PME sont engagées à mi 2016.

La dynamique de CORIIN (Compétitivité et relocalisation par l'industrialisation de l'innovation : programme cadre basé sur une ingénierie nationale et un déploiement multirégional adapté aux spécificités locales) doit être démultipliée par la nouvelle dynamique de l'Alliance Industrie du Futur. Le Cetim, un des membres fondateurs de l'alliance, en est le leader du volet « déploiement régional ». Des programmes d'aides visant à générer et accompagner des projets innovants sur les volets produit-process-service en PME vont être déployés dans les différentes régions.

Des Actions collectives type diagnostic du futur/aide à l'émergence de projets innovants sont en cours de déploiement sur 2016/2017, notamment en Bourgogne-Franche Comté, Centre val de Loire, Paca. Après l'AMI (Appel à Manifestation d'Intérêt) déployé en 2015 en Champagne-Ardenne, un important AMI est en cours de déploiement en région Auvergne-Rhône-Alpes et vise une soixantaine d'accompagnements de projets industriels sur des thématiques Industrie du Futur (fabrication additive, Robotique et ligne de production intelligente, réalité virtuelle et augmentée, ...).

Le grand projet ACAMAS

Cultiver l'agilité stratégique des PMI pour naviguer dans l'incertain !

Le grand projet ACAMAS propose un accompagnement à la réflexion stratégique par des consultants de métier en alliant travaux au sein de l'entreprise et travaux de groupe entre chefs d'entreprise. Il s'agit bien là d'une réflexion de progrès d'envergure pour chaque PME.

Avec une ambition fédératrice interrégionale, le programme ACAMAS agit pour développer le travail en réseau sur les filières de marché telles que l'automobile, l'aéronautique, le machinisme agricole, l'alimentaire ou l'énergie. ACAMAS constitue un programme d'accompagnement des PME mécaniciennes (entreprises de sous-traitance, les fabricants de composants et les constructeurs de biens d'équipements) dans une démarche d'anticipation et de changement pour :

- appréhender les nouvelles données des marchés ;
- anticiper les attentes d'une économie d'environnement en mutation permanente ;
- maîtriser leur positionnement dans les filières clientes et améliorer leur vision du futur ;
- renforcer leur flexibilité et leur compétitivité ;
- permettre des alliances au sein des réseaux de partenaires.

Initié par la FIM avec le soutien du Cetim le programme ACAMAS est aujourd'hui décliné dans 18 régions partenaires. Il totalise 39 actions lancées pour 1 350 PMI engagées. Construit sur un financement mixte État-régions-Cetim-entreprises, il a mobilisé plus de 25 M€ de budget. En 2017, il

est prévu de poursuivre ou renouveler les ACR avec l'ambition de plus de 100 PMI nouvelles engagées. Leur programme évoluera en lien avec la dynamique de l'Industrie du Futur, sur les évolutions stratégiques des PMI et les nouveaux modèles économiques, en lien avec le développement du Numérique.

Stratégie de communication et transfert

Communication

La diffusion de l'information technologique s'appuie sur un dispositif de communication diversifié afin d'assurer une appropriation maximale des résultats par les cotisants. Depuis 2012 et compte tenu de l'environnement économique et politique, il s'agit également de participer au côté de la FIM à la valorisation de l'industrie mécanique et notamment de son potentiel au service de l'économie nationale.

Une stratégie numérique d'alerte et de partage

Internet, newsletter, alertes, flux RSS, réseaux sociaux, les supports numériques de communication se multiplient. Après une phase de réflexion sur la stratégie digitale, deux chantiers majeurs sont engagés en 2017. Le premier vise à rénover l'image numérique du Cetim, notamment par des évolutions du site internet. Le deuxième consiste à mettre à profit la mise à jour de la partie CRM de notre ERP pour tirer pleinement partie de l'usage des données, au profit d'une personnalisation encore plus précise de l'information.

Défense et promotion de la mécanique et de l'industrie du futur

Le contexte économique et politique (plafonnement de la taxe affectée, pacte de compétitivité...) a conduit la FIM et le Cetim à mener depuis 2012 une série d'actions de communication visant à défendre la mécanique française notamment par la mise en évidence de son rôle clé dans l'économie manufacturière et par la promotion des dispositifs sectoriels qu'elle a mis en place, notamment les centres techniques.

Cette campagne comprend également une action de lobbying auprès des élus parlementaires, initiée par le Cetim. Une newsletter spécifique bimestrielle est éditée, et les élus sont désormais accueillis à l'occasion de réunions dédiées ou dans les événements planifiés, notamment les rendez-vous de la Mécanique. Il s'agit de poursuivre en entretenant les relations ainsi créées.

Cette action a conduit la FIM et le Cetim à être identifiés par l'État comme membres fondateurs de l'Alliance « Industrie du futur », chargée de déployer le projet national de renouveau industriel. Ce sujet continuera à être prioritaire en 2017, notamment en support de la mission de déploiement auprès des PME et des conseils régionaux. Un effort particulier sera également mené pour adapter la diffusion au nouveau découpage régional.

Communication scientifique

Les publications scientifiques et techniques rédigées dans le cadre des projets R&D et des thèses réalisés avec les partenaires académiques du Cetim dont les laboratoires communs, servent à développer la visibilité scientifique du Cetim pour enrichir le transfert vers les entreprises mécaniciennes par un volet scientifique et favoriser la R&D partenariale.

L'objectif de 2017 est fixé à 15 publications dans des revues à comité de lecture et un nombre total de publications supérieur à 120. Une action sera conduite pour maintenir un niveau suffisant de publication sans rupture de la dynamique mise en place dans les années précédentes. Les publications dans des revues à comité de lecture seront privilégiées et des associations avec des éditeurs scientifiques seront recherchées pour valoriser les congrès organisés par le Cetim.

Actions de transfert

Valorisation des actions collectives

Valoriser les actions collectives, c'est rendre compte aux cotisants et à leurs instances représentatives du bon usage qui est fait de leur contribution et de la qualité de l'investissement que fait chacun d'entre eux en participant à la mutualisation de la R&D mécanicienne mise en œuvre par le Cetim. C'est également mettre en valeur la qualité des résultats obtenus ainsi que les compétences et le savoir-faire du Cetim. Le périmètre du transfert intègre tous les médias possibles permettant de diffuser les résultats des actions collectives et de faciliter leur appropriation : Cetim-infos, les événements organisés par le Cetim, site Internet, newsletter, publications, expositions, service Question Réponse, outils numériques, et tous supports de médias. Les publications (ouvrages, collections performances, publications scientifiques...) sont pour le Cetim des outils de positionnement forts et permettent son référencement.

Publications

L'ensemble des ouvrages Cetim sont disponibles gratuitement en téléchargement pour les cotisants via la MécaThèque et à la vente chez notre partenaire Lavoisier. En 2017, le Cetim complète sa collection par 5 ouvrages

Rapports Performances

La collection « performances » s'enrichira d'environ 120 documents, d'une vingtaine de rapports et d'une centaine de synthèses. Afin de permettre la diffusion au plus grand nombre de cotisants des résultats des actions collectives, les rapports Performances sont disponibles, comme les synthèses, gratuitement par téléchargement sur la MécaThèque du site internet du Cetim. Ces documents couvriront, entre autres, une quinzaine de thématiques « phares ».

Congrès, journées techniques, salons, rendez-vous de la Mécanique

Le Cetim donne rendez-vous à ces cotisants lors de différentes manifestations où ils pourront accéder aux résultats des études collectives, rencontrer et échanger avec les experts du Centre.

En 2017, le Cetim organisera deux congrès : Intercut et Fatigue Design. Huit journées techniques dont trois journées de transfert de comités programmes sont planifiées ainsi que la participation à une dizaine de salons professionnelles, plus d'une vingtaine de congrès en France et autant à l'étranger.

Comme en 2016, 75 rendez-vous de la mécanique (RVM) correspondant à des demi-journées régionales gratuites sont prévus dans toute la France, sur les six thèmes suivants :

- Fabrication additive ;
- Surveillance des infrastructures et des procédés ;
- Simulation / représentation virtuelle / essais intelligents ;
- Robot ;
- Conception fiabiliste ;
- Nouveaux procédés et nouveaux matériaux.

Le SQR

Le service Question Réponse du Cetim... un service apprécié par les mécaniciens

Comment trouver le spécialiste qui peut vous aider à choisir un matériau, connaître une norme en traitement de surface ou serrage de vis, comment produire en respectant les réglementations de protection de l'environnement, être accompagné dans la mise en conformité d'une machine ou bien certaines exigences vis-à-vis de vos clients ? Les conseillers du SQR recherchent le véritable besoin dans l'expression de la demande et le transmettent à l'expert qui pourra le mieux y répondre. Ils garantissent la traçabilité des demandes, et, avec les équipes du Cetim, s'assurent de la pertinence des réponses apportées dans le délai le plus adapté aux besoins. Gratuit pour les cotisants du Cetim, pour lesquels il constitue un premier avantage essentiel, le SQR est également ouvert aux non cotisants. Plus de 50 % des 20 000 contacts annuels du SQR débouchent sur une intervention de conseil ou d'assistance technique. La mission du SQR reste plus que jamais un maillon fort de la relation entre le Cetim et les entreprises. En 2017, le SQR sera pleinement impliqué dans le projet de mise à niveau et d'évolution des usages de notre CRM.



Stratégie d'innovation et de valorisation

Favoriser l'émergence de nouvelles innovations

Trois « cellules innovation » ont été mis en œuvre à l'image de la première cellule mis en place dans le cadre du grand projet Assemblage Multi matériaux qui avait permis l'émergence de concepts qui, une fois instruits et développés en partenariat avec des industriels ont donné lieu à de nouveaux produits mis sur le marché. En 2017, la création d'une quatrième cellule d'innovation multi pôles sera instruite impliquant pour la première fois de nouvelles expertises du Cetim dans une cellule d'innovation comme les fluides et les étanchéités.

Les retours d'expériences sur les projets conduits par le Cetim aussi bien en Recherche et Développement qu'en phase d'industrialisation ont permis de formaliser un « parcours de l'innovation » véritable guide d'études et de développement pour les équipes du centre et les industriels clients ou partenaires. Le retour d'expérience de ces « parcours de l'innovation » allant de l'idée à l'industrialisation à la mise sur le marché est désormais exploité par ces cellules sur des thèmes, retenus par les pôles, que sont les technologies propres, la surveillance de structures et l'assemblage multi matériaux. Chaque direction opérationnelle est référent de ces travaux assurant ainsi une diffusion bénéfique à tous.

Pour 2017, l'objectif sera à la fois d'améliorer les retombées financières de nos innovations et de renforcer l'appropriation des réalités terrain par le Cetim grâce à une écoute active renforcée des équipes opérationnelles qui sont les premiers ambassadeurs du Cetim mais également les meilleurs capteurs d'information. Cette identification de constats et de manques nous amènera une matière complémentaire dans notre processus d'innovation sur laquelle nous pourrons conduire un processus de qualification toujours plus efficace.

Poursuivre la valorisation des résultats de la R&D

Nos actions de valorisation se sont poursuivies. Notons en particulier l'accord que nous avons initié en 2015 avec une PME concernant la technologie des capteurs d'efforts à couche épaisse qui a donné lieu en 2016 à des investigations plus larges portant sur les domaines application de notre capteur dans le domaine des équipements ferroviaires.

Cette volonté d'engager dans le cadre de nos actions de valorisation un véritable partenariat avec l'industriel nous situant au cœur de sa stratégie est également illustrée par un codéveloppement que nous avons engagé avec une PME pour mettre en œuvre des nouveaux produits à performance tribologique. 2016 a vu se confirmer par de grand donneurs d'ordre l'intérêt des nouveaux produits mis au point et des essais de qualification sont commandés avant la fabrication grande série faisant espérer un franc succès de ce codéveloppement.

L'intérêt de la protection intellectuelle étant désormais bien ancrée dans nos équipes, trois brevets ont été déposés pour protéger nos résultats depuis le début du projet. Enfin, nous poursuivons notre politique de protection de notre propriété intellectuelle et industrielle avec le dépôt, à ce jour, d'une quinzaine de brevets ainsi que de l'instruction d'environ 40 déclarations internes d'inventions, ce qui constitue un record et montre l'appétence de nos salariés à l'innovation. Pour 2017, il est prévu de consolider ces résultats.

Cetim est également membre fondateur avec CEA, ENSAM, Safran, Dassault Système, PSA, DCNS et Actémium ainsi que des PME « technology provider » de la plateforme Factory Lab inaugurée en

septembre. Cette plateforme située dans les locaux du CEA List à Saclay est un véritable hôtel à projets qui va permettre de valoriser des technologies de nos PME et start –up mais aussi les nôtres dans le cadre de besoins industriels partagés. Le livrable de ces projets ayant pour finalité une installation dans les ateliers des industriels, partenaires de la plateforme.

Pour 2017, un de nos objectifs majeurs sera de renforcer la « lecture » qu’ont les PME/ETI du Cetim et de sa réelle capacité à accompagner la création de valeur des entreprises et des produits qui en découlent. Ce plan d’action permettra de valoriser nos savoir-faire mais surtout de permettre au tissu PME/ETI d’en prendre d’avantage conscience afin de décider d’embarquer le Cetim comme partenaire stratégique de leur croissance.

R&D partenariale et prestations

L'offre Cetim

De la R&D au développement commercial par le numérique...

La raison d'être du Cetim depuis maintenant 50 ans est d'apporter un soutien technologique à l'industrie au profit de sa compétitivité. Ce soutien s'incarne tant par des actions de transfert que des projets de R&D à financement collectifs et privés...

Cette raison d'être nous impose une longueur d'avance permanente pour être en mesure d'offrir aux industriels une expertise fiable, de haut niveau et une maîtrise technologique leur permettant de s'engager avec assurance sur de nouvelles voies de progrès.

Les enjeux économiques pour demain reposeront toujours sur la compétitivité d'un produit ou d'un service mais la contribution et la maîtrise du numérique y joueront un rôle de plus en plus prépondérant. Le Cetim s'investi depuis de nombreuses années dans le numérique à la fois en développant des outils métiers mais également en s'appropriant en permanence les technologies avant-gardistes et en participant à leur intégration pour en faire des outils productifs industriels.

Demain la perspective de l'internet des objets permettra de créer en quelque sorte des communautés de production, il apportera flexibilité, customisation et continuité de service en venant compléter le « concurrent engineering » devenu aujourd'hui une réalité et permettant à des équipes localisées aux quatre coins de la planète de travailler ensemble sur un nouveau produit et de pouvoir réagir collectivement à la moindre évolution du marché que cela soit vis-à-vis de la perception d'un nouveau besoin clients comme d'une annonce concurrente représentant une menace pour la sortie d'un nouveau produit...

Ces réseaux industriels tireront leur efficience de l'exploitation des données issues des outils technologiques modernes connectés dont certains sont d'ores et déjà maîtrisés par le Cetim parmi lesquels :

- la modélisation et l'intégration de systèmes multi physiques, permettant d'accélérer les développements d'architectures complexes facilitant les itérations dans les phases de développement et réduisant le temps de développement comme les coûts et en limitant les phases d'essais physiques au juste nécessaire ;
- le développement de capteurs intelligents permettant de surveiller et maintenir en conditions opérationnelles les équipements tout en pouvant prédire leur durée de vie ;
- l'intégration de la cobotique permettant de positionner le rôle de l'homme sur une plus forte valeur ajoutée tout en lui permettant d'avoir un dialogue plus efficace et plus sécurisé avec la machine ;
- la fabrication additive qui tolère plus de créativité dans les phases de conception, plus de proximité et d'adaptabilité aux besoins, et là aussi une optimisation des coûts par un procédé permettant l'intégration de fonctions.

Ces axes font clairement partie des priorités sur lesquels les travaux de R&D du Cetim viennent enrichir nos offres commerciales tout en participant à l'objectif initial du Cetim qui reste de transférer ces technologies et d'accompagner leur intégration dans l'industrie afin d'accroître la puissance industrielle de notre pays.

La recherche partenariale – l’Institut Carnot Cetim

Un réseau de recherche multidisciplinaire pour l’innovation des entreprises

Le réseau des Instituts Carnot regroupe un ensemble de compétences scientifiques et technologiques de premier plan mondial, dans des domaines aussi variés que la santé, les STIC, la mécanique, les matériaux et procédés, l’énergie ou la chimie. Il allie excellence scientifique et professionnalisme et s’est organisé pour mettre ses compétences au service de l’innovation et de la compétitivité des entreprises, grandes et petites, et des acteurs socio-économiques. Un objectif majeur : être source de création de richesse et d’emploi en France et en Europe.

La recherche et l’innovation au service de l’Industrie du futur

Le Cetim a été labellisé Carnot 3 en juillet 2016 pour une durée de 6 ans. A l’heure de la mutation vers « l’industrie du futur », il se doit d’accompagner les acteurs sociaux économiques vers des activités qui évoluent sur un mix nouveau de produits et services issus d’une hybridation scientifique et technologique toujours plus large. Dans ce contexte, le Cetim orientera son plan d’actions 2017 sur les axes suivants :

- poursuivre son développement à l’international, à travers ses filiales, par son action au sein de la communauté européenne de R&D, par le développement des relations partenariales en synergie avec d’autres Instituts Carnot et d’autres acteurs de la recherche européenne ;
- élargir son ouverture mécanicienne en intégrant d’autres dimensions particulièrement celles venant du numérique. Membre fondateur de l’alliance Industrie du Futur, l’Institut Carnot Cetim a comme objectif le déploiement des concepts et pratiques vers les industries et particulièrement les PME ;
- élargir son action de veille dans le domaine du « manufacturing » en intégrant une vision internationale et ceci en partenariat étroit avec le réseau des Instituts Carnot ;
- conduire avec succès sa mission de porteur de filière, en particulier pour le déploiement des défis inscrits dans la réflexion nationale Usine du futur et valoriser les résultats obtenus dans le projet CAPME’UP terminé en décembre 2016.

Les filières Carnot de demande économique

Les filières Carnot ont pour objectif d’amplifier l’impact des instituts Carnot sur l’innovation des PME et des ETI françaises par une structuration de l’offre de compétences et de technologies des instituts en réponse aux besoins des filières économiques.

Le Cetim est porteur de la filière Manufacturing et participe activement aux filières CARNAUTO (automobile) et AirCar (aéronautique).

International : Le Cetim continue son développement international, boosté par son leadership en caractérisation des matériaux.

Tiré par l’activité de sa filiale marocaine, spécialisée en caractérisation des matériaux, le groupe Cetim réalise une activité à l’international de l’ordre de 14 % de son chiffre d’affaires marchand. Il exporte ses compétences dans près de 50 pays chaque année, essentiellement pour la fourniture d’expertises techniques de haut niveau, appelées pour des problématiques d’avaries, d’analyses de défaillances ou d’investigations nécessitant des technologies avancées.

La dynamique marchande du Cetim repose sur sa capacité à répondre aux exigences des principales filières de marchés mondiales (de l’aéronautique, du transport, de l’énergie,...), consommatrices d’expertises et de technologies avancées et sur la croissance de prises de parts de marchés auprès

des grands donneurs d'ordres. Pour lutter contre une concurrence très forte et répondre aux exigences de massification des achats, il est indispensable de proposer une offre de service de plus en plus large. C'est ce qui a permis au Cetim de développer une position de leader à l'échelle internationale dans le domaine des essais de caractérisation matériaux, en particulier grâce à ses filiales.

Le Cetim continuera en 2017 à développer sa présence sur les marchés internationaux, en renforçant sa notoriété en expertises techniques et en analyses d'avaries auprès de ses grands clients industriels présents à l'international et en amplifiant son offre de proximité en essais de caractérisation matériaux (métalliques et composites), en particulier en appui des grands opérateurs aéronautiques et de leur supply chain internationale.

Il s'appuiera pour ce développement, en particulier sur son nouveau bureau de représentation à Kuala Lumpur et sa filiale Marocaine.

Programme des activités collectives 2017

La stratégie R&D proposée repose sur des orientations globales ayant pour finalité le développement de notre activité de centre technique dans une vision 3/5 ans. Elle adresse 4 domaines d'activités stratégiques (DAS) porteurs de grands projets structurants multi compétences, mis en œuvre opérationnelle dans le cadre du budget annuel. Il s'agit en particulier, de favoriser la transversalité des projets d'action collective et de disposer d'une vision stratégique cohérente sur toute l'action collective (veille, R&D, action professionnelle, valorisation, transfert et R&D partenariale). Cette inflexion vise à améliorer l'efficacité de notre management technologique sans créer de rupture.

Domaine d'Activités Stratégiques Matériaux et Procédés

Les procédés de fabrication et les matériaux, métalliques ou non, constituent le socle des produits de la mécanique, et à ce titre font l'objet de développements permanents destinés à améliorer en permanence la performance économique des entreprises par le biais de procédés augmentant la productivité des ateliers et la qualité des pièces fabriquées.

A cet axe pérenne s'ajoute l'intégration des grandes orientations de l'ambition Industrie du Futur et ses enjeux de compétitivité, comme « Technologies de production avancées » et « Usines et lignes/ilots connectés, pilotés et optimisés ».

Les familles de projets qui porteront l'inflexion de notre stratégie seront : « fabrication additive », « Machines intelligentes et robotiques », « Conception et mise en œuvre des composites » et « Procédés d'assemblage métal/composite ».

Programme du DAS Matériaux et Procédés

Fabrication additive

Veille technologique

Actions de veille transversale sur la fabrication additive avec notamment la couverture de congrès et un zoom sur les alliages légers et leurs applications (aéronautique, médical ...).

Projet PALOMA Optimisation du process de production en fabrication additive sur lit de poudres

Ce projet a pour objectif d'accompagner le développement de la fabrication additive chez les grands donneurs d'ordres de l'aéronautique/spatial par l'optimisation du process global de production en fabrication additive sur lit de poudres. L'ambition de 2017 est d'identifier des technologies adaptées et optimiser les paramètres du procédé sur les opérations de dépoudrage, nettoyage, traitement thermique et parachèvement de surface de pièces obtenues par fabrication additive fusion lit de poudre.

Projet I-AM-SURE Procédé de contrôle qualité appliqué à la fabrication additive

Le projet I-AM-SURE vise à développer un procédé de contrôle qualité appliqué à la fabrication additive de pièces d'acier, d'aluminium et de titane obtenues par fusion sur lit de poudre et par projection. Il s'agit en 2017 de développer deux principales méthodes des contrôles par ultrasons et par émission acoustique sans contact, capables d'être mises en œuvre au cours du procédé de fabrication. Ces méthodes seront conçues et évaluées par simulation avant réalisation de capteurs et montages spécifiques. L'évaluation sera conduite sur des échantillons tests suspendus à différentes

étapes de fabrication, afin d'évaluer la capacité de la méthode à garantir les performances requises sur des échantillons représentatifs en termes de dimension, épaisseur

Projet FAM Fabrication Additive Mecatim

Ce projet interne a pour ambition de fédérer les travaux actuellement réalisés en action professionnelle par plus de la moitié des instances professionnelles du Cetim pour réaliser des faisabilités technologiques et de premières approches de l'intérêt technico-économique. Il s'agit également de consolider les travaux en fabrication additive menés ou prévus par les différentes composantes de l'Alliance Mécatim. De nombreux verrous cadent encore le déploiement à grande échelle de la fabrication additive : surveillance et monitoring du procédé, contrôle de la santé matière et de la métrologie des formes creuses, caractérisation des pièces en durabilité. Ce projet a aussi pour objectif d'identifier des partenaires pour mener à bien des travaux de R&D destinés à lever ces verrous.

En 2017, 2 démonstrateurs seront mis en œuvre : le premier est un outillage pour la forge, la quincaillerie et le découpage-emboutissage obtenus en procédé fusion laser lit de poudre et le second est un ensemble de pièces de quincaillerie et de fixations en procédé impression métal 3D.

Actions professionnelles

- Action professionnelle Articles culinaires/Quincaillerie/Fixations sur la fabrication additive des outillages de découpe
- Action professionnelle Dispositifs médicaux et technologies médicales sur Fabrication additive des dispositifs médicaux
- Action professionnelle Revêtements, traitement de surface et traitement thermique sur Traitements thermiques pour fabrication additive
- Action professionnelle Transmissions Mécaniques sur Fabrication additive engrenage
- Action professionnelle Soudage sur Intérêt de la fabrication additive par procédé arc - fil

Projet ORTHOPEE: fabrication additive de pièces destinées au biomédical

L'unité pilote à dispositif partagé ORTHOPEE a pour objectif de permettre à des PME fabricant des dispositifs médicaux, et en particulier des prothèses et des orthèses, de s'approprier la technologie de fabrication additive par fusion laser lit de poudre. Ce projet arrivera à terme début 2017, et sera poursuivi avec une nouvelle UPDP et une machine de forte productivité (laser multi-têtes et plateau plus important) pour améliorer la productivité de cette technologie prometteuse.

Projet SUPCHAD : fabrication additive de pièces destinées à l'aéronautique et à l'énergie

A l'instar d'ORTHOPEE, SUPCHAD associera la mise à disposition d'une machine et le déploiement d'un programme de R&D élaboré et validé avec les industriels partenaires. La vocation de cette UPDP est plus orientée aéronautique – énergie.

Projet de filière Carnot – Industrie mécanique et Procédés

L'affirmation de la visibilité du Cetim dans le domaine de la fabrication additive au travers d'un projet de filière de demande économique porté par le réseau Carnot et financé par l'ANR, dans le cadre de la filière « Industrie mécanique et Procédés ». La fabrication additive constituera un des trois axes majeurs du projet, et fédérera l'offre en R&D partenariale des principaux instituts Carnot concernés, via la mobilisation de leurs plateformes de fabrication additive.

Action collective régionale

- Action FABRICATION ADDITIVE en région Centre Pays de Loire et en région en Hauts de France

Journées Techniques

- Rendez-vous de la Mécanique « fabrication additive »

Machines intelligentes et robotique

Veille technologique

Veille sur les applications de la robotique et de la cobotique dans l'industrie mécanique

Projet INTELUS Système mécatronique de surveillance en usinage

Le projet INTELUS est articulé autour d'un système mécatronique de surveillance en usinage. Une thèse avec l'ENSAM d'Aix en Provence a été lancée dès 2014, et par ailleurs des travaux de développement technologique seront menés avec l'ENSAM d'Aix en Provence et le Ctdec. Un démonstrateur constitué d'un effecteur de perçage monté sur le robot de la cellule robotisée de parachèvement est prévu en 2017.

Projet Usitronic Cellule autonome de décolletage, auto-adaptative

Le projet collaboratif du Cetim-Ctdec USITRONIC, réalisé dans le cadre d'un financement FUI, a permis de développer et mettre au point une cellule autonome de décolletage, auto-adaptative et capable de fonctionner en l'absence d'un opérateur. Sur cette base, un système complet couplant suite logicielle et automates est en cours de développement. En 2017 seront finalisés des travaux portant sur la réalisation d'un module adressant le service Méthodes pour paramétrer Usitronic au système de production visé.

CAPME'UP Robotique interactive

L'objectif de ce projet est de développer une offre de R&D partenariale, sur la base de compétences et de moyens constituant la vitrine et les opportunités de Proof of Concept. En robotique collaborative/cobotique, l'année 2017 verra la pérennisation des démonstrateurs du projet Carnot-PME CAPME'UP : un bras cobotique hébergé par le CEA List, la cellule robotisée de parachèvement installée au Cetim Senlis, un robot deux bras destiné à démontrer la faisabilité de la collaboration opérateur – robot, deux cellules robotisées de chargement-déchargement de pièces en usinage, déplaçables, et installées chez des industriels volontaires des métiers de l'usinage, du décolletage et du travail des métaux en feuilles, un cobot issu d'une start-up du CEA List.

Actions professionnelles

- Action professionnelle Découpage Emboutissage/Forge sur Presses à servomoteur
 - Action professionnelle Soudage sur Suivi de joint lors du soudage robotisé de formes complexes
-

Action collective régionale

- Action RSPME en région Auvergne-Rhône-Alpes, action ROBDEC en région Bourgogne-Franche Comté
-

Journées Techniques

- Rendez-vous de la Mécanique « robots »

Simulation des procédés de fabrication

Veille technologique

Couverture de salons en Amérique du Nord dans le domaine de l'usinage.

Projet SIMUS : simulation de l'usure d'outil en usinage

Ce projet mené dans le cadre du laboratoire commun Luppian avec l'Enise, a pour objectif de déterminer un modèle d'usure basé sur des critères physiques et obtenu entre autre par la mise en œuvre d'un tribomètre spécifique. Cette thèse sera finalisée en 2017 et se concrétisera par une brique logicielle exploitable. Elle devrait donner lieu dès 2017 à une poursuite des travaux de façon à valider les modèles identifiés et augmenter le nombre de couples outil/matière testés.

Projet MODRILL : simulation de l'intégrité de surface en perçage

Cette thèse engagée avec à peu près les mêmes partenaires que SIMUS, a pour objectif de développer une méthode de prédiction des contraintes résiduelles générées en perçage qui affectent la durée de vie en fatigue des pièces, ou traduisent une usure du forêt conduisant à l'apparition de brûlures de perçage. Elle sera soutenue en 2017 et les résultats obtenus seront formalisés dans une brique logicielle. Ils devraient conduire à une poursuite des travaux à l'issue de la thèse.

Outil logiciel de chiffrage de temps en usinage : Cetim TechniQuote

Ce logiciel, largement porté par la profession de la mécanique industrielle, est aussi appuyé par la R&D générique dans la mesure où il est très transversal aux industries utilisant l'usinage dans leurs gammes de fabrication. Les nouveaux modules sont régulièrement implémentés et porteront en 2017 sur la poursuite des travaux sur le chiffrage des pièces complexes, et sur l'exploitation étendue des données CAO.

Actions professionnelles

- Action professionnelle Découpage Emboutissage sur Amélioration de la durée de vie des outils, Collets taraudés
- Action professionnelle Forge sur simulation en Forge et Frappe, Influence des ségrégations sur la déformation des pièces forgées, Forge multi matériaux, Forge Multi axes
- Action professionnelle Mécanique industrielle sur Usinage auto-adaptatif, Projet SMART (usinage adaptatif, taillage, numérisation)
- Action professionnelle Moulistes sur Moules intelligents, Ebavurage – polissage automatisé de moules
- Action professionnelle transmissions Pneumatiques sur Simulation assemblages soudés

Congrès Intercut

Le consortium INTERCUT NETWORK, qui a une reconnaissance nationale, regroupe depuis 2009 les forces vives de recherche, de développement, de transfert de technologie et de formation en fabrication par usinage : le Cetim, l'Enise, le Cetim-Ctdec et Arts et Métiers Paris Tech. Le Cetim organise la 10^{ème} édition du Congrès INTERCUT les 1^{er} et 2 février 2017 à Senlis. Le congrès est avant tout dédié aux industriels de l'usinage curieux de découvrir les technologies de demain.

Journées Techniques

- Journée de transfert « filière usinage » organisée à Senlis, en novembre 2017
- Journée Forge en partenariat avec l'ENSAM organisée à Metz, en juillet 2017
- Rendez-vous de la Mécanique « nouveaux procédés et nouveaux matériaux »

Ingénierie des surfaces

Veille technologique

- Elargissement de la veille mutualisée entre Instituts Carnot pour la prise en compte des aspects poudres (utilisation en fabrication additive), les technologies pour les surfaces fonctionnelles et les matériaux composites, en complément des nanotechnologies.

- Veille sur les traitements thermiques et tribologiques et leurs aspects engrenages

Liquides ioniques

Les liquides ioniques seront explorés dans le cadre du laboratoire commun Cetimat avec l'Institut Carnot Cirimat, et avec les nouveaux moyens de mise en œuvre dont le Cetim s'est équipé en 2013. Les travaux réalisés en 2017 porteront sur une meilleure compréhension des phénomènes physico-chimiques mis en œuvre lors du procédé, afin d'en améliorer la maîtrise et la capacité.

Procédés sol-gel : influence de l'ajout de particules carbonées

Des sol-gels, explorés dans le cadre du Cetimat, ont été utilisés afin de développer des propriétés tribologiques. Les résultats des travaux menés dans le cadre d'une première thèse ont permis d'identifier le potentiel d'un dopage de la couche superficielle par des espèces carbonées aux propriétés autolubrifiantes. Une thèse, lancée en 2014, permettra d'aller plus loin dans l'exploration de ces possibilités, avec pour objectif de mettre au point une formulation industriellement prometteuse. Le livrable sera constitué de la formulation d'un revêtement adhérent pour acier inoxydable austénitique possédant principalement des performances d'anti-adhésion grippage.

Actions professionnelles

- Action professionnelle Articles culinaires sur les surfaces antibactériennes
- Action professionnelle Dispositifs médicaux et technologies médicales sur l'analyse de biocompatibilité
- Action professionnelle Machines agricoles/Matériels de manutention-lavage et stockage/ Transmissions Pneumatiques sur Soudage des tôles protégées ou huilées
- Action professionnelle Machines-outils et productique sur Evacuation des copeaux
- Action professionnelle Mécanique Industrielle sur Finition des surfaces des pièces usinées
- Action professionnelle Mesure et Etanchéité sur Texturation de surface des Garnitures mécaniques
- Action professionnelle Mobilier/Quincaillerie/ Revêtements, traitement de surface et traitement thermique sur Surfaces antibactériennes, Maîtrise de la galvanisation des assemblages soudés et Maîtrise de la galvanisation des systèmes duplex
- Action professionnelle Moteurs Compresseurs sur Tribologie de contact sphère/cylindre, Corrosion sous H₂S, Structuration de surfaces
- Action professionnelle Moulistes sur Traitements de surface des moules
- Action professionnelle Pompe sur Structuration de surfaces par Laser
- Action professionnelle Fixations/ Revêtements, traitement de surface et traitement thermique sur Contrôle des préparations de surface
- Action professionnelle Revêtements, traitement de surface et traitement thermique sur Traitements des articles de luxe, Dispersion d'épaisseur des dépôts de zinc et de zinc-nickel, Les dépôts de Zinc-nickel à 12-17% de nickel
- Action professionnelle Transmissions Mécaniques sur Traitements et revêtements à fonction tribologique pour les transmissions mécaniques

Matériaux

Actions professionnelles

- Action professionnelle Machines agricoles sur Allègement des outils portés
- Action professionnelle Articles culinaires et Matériels destinés à l'alimentaire sur l'alimentarité des matériaux
- Action professionnelle Mobilier sur Innovathèque / matériauthèque Mobilier
- Action professionnelle Fixations sur Fragilisation par hydrogène

- Action professionnelle Revêtements, traitement de surface et traitement thermique Mesure de l'oxydation et du cracking des huiles de trempe
- Action professionnelle Soudage Nécessité de l'élimination de la zone affectée thermiquement

Conception et mise en œuvre des composites

Post doc critère de dimensionnement de pièces composites TP

La mise en place d'une démarche unifiée de conception/dimensionnement (QSD®) relative au procédé QSP® repose d'une part sur les outils de modélisation du procédé et d'autre part sur les outils de modélisation de la tenue mécanique. L'objectif de ce projet effectué en collaboration avec l'École Normale Supérieure de Cachan dans le cadre du laboratoire commun COMPINNOV, est de mettre en place une méthode permettant de définir un critère d'admissibilité d'une pièce QSP®. L'année 2017 sera consacrée à la mise en place d'une réduction de modèle pour définir des critères décrivant les différents modes de ruptures de la pièce et à son implémentation dans un code du commerce pour réaliser une application industrielle.

Amélioration du procédé Quilted Stratum Process QSP® ligne composite grande cadence

Les enjeux de cette action concernent le développement de technologies innovantes pour la mise en œuvre des composites et des produits composites, leur dimensionnement et leur contrôle et le transfert des résultats du projet vers les PME mécaniciennes. Le procédé Quilted Stratum Process - QSP® est une ligne de production de matériaux composite à grande cadence basée sur plusieurs modules : pultrusion, découpe, nappage, chauffage, formage et surmoulage. L'année 2017 permettra de poursuivre les travaux sur la variabilité des défauts et la compréhension des phénomènes mis en jeu dans leur apparition, tout au long de la chaîne QSP et de mettre en place le contrôle en ligne associé. Un périmètre d'acceptation de premier niveau de QSP sera défini.

QSD

Le manque d'outils de simulation dédiés aux structures composites et à leurs procédés de mise en œuvre est un verrou majeur qui freine le déploiement de solutions industrielles requis pour assurer un développement durable. Il s'agit de construire un outil intégré de Conception et de Fabrication Assistées par Ordinateur de pièces structurales multifonctions composées de matériaux composites thermoplastiques - hétérogènes et anisotropes - adaptés aux contraintes de mise en œuvre pour offrir une solution numérique globale compétitive. En 2017, un premier démonstrateur constitué de briques technologiques préexistantes sera mis en œuvre.

Thèse sur la prévision des marges à l'éclatement des équipements sous pression en composite à matrice thermoplastique

Le Cetim dimensionne, fabrique et caractérise des Equipements Sous Pression (ESP) en composites à matrice thermodurcissable, ou thermoplastique par enroulement filamentaire. Il dispose de nombreuses données d'essais, sur éprouvettes et sur réservoirs complets, pour permettre une compréhension des mécanismes élémentaires de dégradation de ces structures. L'objectif de la thèse est la mise en place d'une approche de modélisation de la rupture progressive pour les ESP composites à matrice thermoplastique basée sur une modélisation multi-échelle. En 2017, il s'agira de démontrer par des essais que le méso modèle développé pour les thermo durs peut être appliqué aux thermoplastiques.

Composites connectés

Les objets connectés constituent un enjeu majeur pour l'Industrie du futur. Ils ont pour vocation de permettre de recueillir des informations sur le produit et son usage ainsi que les évolutions de ses

caractéristiques ou ses performances tout au long de son cycle de vie et d'assurer la transmission des informations en utilisant les technologies de l'information et de la communication. Les enjeux concernent ici la faisabilité de l'intégration d'une fonction mesure portée par des capteurs intégrés dans un matériau composite à matrice thermoplastique. En 2017, un démonstrateur de pièce instrumenté pour intégrer une fonction mesure sera mise en œuvre pour le secteur spatial.

Développement du procédé d'enroulement filamentaire SPIDE TP

Le projet SPIDE TP a comme objectif de développer un procédé robotisé d'enroulement de tapes composites thermoplastiques chauffés par laser capable d'assurer une vitesse de dépose supérieure à 1m/s et un dépôt matière important.

Simulation du comportement thermique procédé d'enroulement filamentaire

Sur la base des résultats obtenus par des travaux précédents et qui a mis en évidence l'influence des paramètres mécaniques sur les contraintes dans la zone de soudage, l'objectif de ce projet est de développer un modèle thermique global représentatif de la machine disponible au Cetim intégrant la variabilité de la matière première. En 2017, la simulation numérique du procédé permettra d'identifier les paramètres le plus critiques et de proposer des spécifications matières adaptées au bobinage thermoplastique.

Laboratoire de référence contrôle des composites

La maîtrise de la qualité des procédés de mise en œuvre des composites, la compréhension de leurs modes de défaillances en service, le besoin d'améliorer les techniques d'analyse, de mesure et de contrôle ont conduit le Cetim à mettre en œuvre un laboratoire de référence pour le contrôle des composites. En 2017, la R&D sera orientée vers le développement de méthodes de dimensionnement des défauts et d'analyse de leur nocivité

Projet de filière Carnot – Industrie mécanique et Procédés

L'affirmation de la visibilité du Cetim dans le domaine de la mise en œuvre des matériaux composites thermoplastiques s'effectue au travers d'un projet de filière de demande économique porté par le réseau Carnot et financé par l'ANR, dans le cadre de la filière « Industrie mécanique et Procédés ». La mise en œuvre des matériaux composites thermoplastiques constituera un des trois axes majeurs du projet, et fédérera l'offre en R&D partenariale des principaux instituts Carnot concernés, via la mobilisation de leurs plateformes respectives.

Action Professionnelle

- Action professionnelle Moteurs Compresseurs sur Faisabilité d'une pièce en composite

Journées Techniques

- Rendez-vous de la Mécanique « nouveaux procédés et nouveaux matériaux »

Procédés d'assemblage

Programme d'Assemblage Multi Matériaux PAMM 2

Le Programme d'Assemblage Multi Matériaux nouvelle version, dénommé PAMM 2, qui couvre la période 2016-2020, donne une nouvelle impulsion aux travaux de recherche initiés dans le précédent projet PAMM. Fortement couplé à la ligne pilote composite grande cadence QSP et à la plateforme hautes performances d'enroulement filamentaire, PAMM 2 met en lice en 2017 le développement de six démonstrateurs :

- démonstrateur Mécanique 3D : caractérisation en durée de vie des solutions collé ou soudé du corps de la pièce prototype, et des solutions vissé ou riveté de l'assemblage métal-composite ;

- démonstrateur système de poutres mécaniques : finalisation avec un industriel partenaire, de l'instruction de la poursuite des travaux, sur la base d'essais de tenue en fatigue et de tenue au choc ;
- démonstrateur Equipement Sous Pression (ESP) : les discussions avec un partenaire industriel seront finalisées avec l'objectif d'explorer les solutions d'assemblage métal-composite dans des composants en composite thermoplastique ;
- démonstrateur du comité programme « Engins mobiles & Installations » : construction du programme de travail permettant de définir une mutation métal vers composite acceptable sur les plans techniques et économiques pour les professions concernées ;
- démonstrateur aéronautique : finalisation des discussions sont en cours avec un industriel partenaire pour un démonstrateur de composant aéronautique ;
- démonstrateur aérospatial : identification d'un partenaire industriel permettant de construire un démonstrateur représentatif de ce secteur d'activité.

Durabilité des assemblages vissés dans les assemblages composites

L'objectif de cette thèse engagée avec l'Ecole centrale de Nantes dans le cadre du laboratoire commun COMPINNOV est d'intégrer l'influence du fluage, de la température et du vieillissement des matériaux composites dans le maintien en service de la précharge des assemblages vissés boulonnés. Les travaux prévus en 2017 concerneront l'étude des effets découplés du fluage, de l'humidité et de la température ainsi que le couplage de ces effets sur les matériaux Verre/PA6 et Carbone/PA66 avec des taux de fibre variant de 30 à 50%.

Action professionnelle

- Action professionnelle Mobilier sur Alternatives au soudage traditionnel

Durabilité et fatigue

Projet FATCOMP fatigue des composites

L'enjeu de ce projet est de maîtriser le dimensionnement des structures en composites, par des modèles simples, existant sur le marché, et de définir une démarche complète à proposer aux industriels permettant de choisir le modèle à utiliser, de disposer des données nécessaires et de valider les calculs. En 2017, les travaux suivants seront réalisés :

- évaluation des logiciels de dimensionnement à la fatigue disponibles sur le marché sera finalisée ;
- application de la méthode locati pour les composites aux calculs de fatigue des composites ;
- réalisation d'essais sur des échangeurs thermiques en PA66 fibres de verres courtes injectées et les sollicitations appliquées seront représentatives d'une partie seulement des sollicitations réelles vues par la pièce pour valider le calcul de composite fibres courtes injectées.

Comportement en fatigue d'un composite polyamide fibres de verre pour application automobile

L'objectif de ce travail de recherche réalisée en partenariat avec Renault et l'Institut Pprime est de caractériser le comportement en fatigue d'un composite tissé à matrice polyamide 6,6 (PA66) dans le but de mettre au point un critère de fatigue. Cette thèse sera finalisée et soutenue en début 2017.

Vibrothermographie appliquée à l'estimation accélérée de la tenue en fatigue des composites

L'objectif de cette thèse effectuée en partenariat avec L'Onera et l'école centrale de Nantes, est de diminuer la durée des essais en caractérisation de limite de fatigue à l'aide d'un essai de fatigue et d'une mesure fine de l'auto échauffement permettant d'identifier une valeur seuil de niveau de contrainte qui corresponde à la limite de fatigue du matériau étudié, à partir d'essais menés sur une seule éprouvette et ne nécessitant que quelques milliers de cycles. Les travaux réalisés en 2017

concerneront l'étude bibliographique et l'optimisation des conditions expérimentales et/ou l'amélioration de la maîtrise des incertitudes sur les mesures d'auto-échauffement.

Elastomères en mécanique

Partenariat LRCCP/Cetim

Le caoutchouc, matériau d'interface assurant notamment des fonctions d'étanchéité, d'amortissement et de transmission de mouvement, s'avère indispensable au développement d'ensembles mécaniques complexes performants. Le SNCP (Syndicat national du caoutchouc et des polymères) et la FIM (Fédération des industries mécaniques) ont mis en place un partenariat qui permet d'associer les compétences complémentaires des deux centres techniques. En 2017, le programme de R&D commun concerne les thèmes suivants : connaissance des élastomères spéciaux, CND des élastomères, Fatigue vieillissement des élastomères, Elastronique, Viscoélasticité et modélisation et Viscoélasticité sous pression hydrostatique.

Journées Techniques

- Elastoméca – en partenariat avec le LRCCP organisé le 16 mars 2017 à Senlis

Domaine d'Activités Stratégiques Conception-Simulation-Essais

Programme du DAS Conception-Simulation-Essais

La conception et la simulation constituent des éléments clés pour le développement des innovations en mécanique. Ce domaine, très transversal, couvre la plupart des pôles d'activités du Cetim. Les enjeux principaux se situent à deux niveaux :

- intégrer la simulation et l'optimisation dans la démarche de conception ;
- coupler la simulation et les essais, pour élaborer, valider et recalibrer les modèles numériques, définir et personnaliser les essais dans l'objectif de caractériser les matériaux, le comportement des composants et des équipements, et de qualifier leurs performances.

Les briques technologiques de l'usine du futur mettent l'accent sur l'agilité nécessaire de l'industrie de demain. Cette agilité s'appuiera sur la communication des outils de l'ensemble de la chaîne de valeur de production d'un produit ou d'un service. C'est pourquoi le chaînage numérique prend tout son sens pour fluidifier la communication entre les étapes de conception, de fabrication et d'essais de réception des produits finis.

Les essais traditionnels de validation de la performance des équipements sont réalisés dans des conditions dites « simples ». Or les conditions réelles de fonctionnement de ces équipements sont plus sévères, et le comportement des équipements n'est pas réellement connu malgré l'application de lois de corrélation. La mise en œuvre d'essais en conditions réelles de fonctionnement nécessite quasi systématiquement le couplage de plusieurs physiques (mécanique, thermique, fluide, chimique,...), entre lesquelles les interactions sont parfois méconnues.

Les familles de projets qui porteront l'inflexion de notre stratégie seront : « Conception de produits fiables et sûrs » et « Chaînage numérique ».

Conception de produits fiables et sûrs

Veille technologique

- Veille tolérance aux dommages dans le cadre des Technologies Prioritaires 2020.

- Analyse statistique des brevets déposés sur les implants et prothèses avec échanges avec les industriels des Dispositifs Médicaux

Projet FATIS Interaction fatigue et procédés de fabrication

L'objectif de ce projet est de disposer des compétences, méthodes et outils permettant de dimensionner les pièces métalliques à la fatigue en tenant compte des paramètres de procédés d'obtention des surfaces et d'effectuer les essais de caractérisation des matériaux et de validation des produits permettant de les qualifier. En 2017, il s'agit de définir des modèles de prédiction de durée de vie résiduelle en fonction des paramètres d'usinage et des états de surfaces pour une première série d'opérations d'usinage appliquées à quelques matériaux.

Projet I-AM-SURE Evaluation des propriétés mécaniques des pièces produites par fabrication additive

Le projet I-AM-SURE vise à développer un procédé de contrôle qualité appliqué à la fabrication additive de pièces d'acier, d'aluminium et de titane obtenues par fusion sur lit de poudre et par projection. Il s'agit en 2017 de développer une méthode d'évaluation des propriétés mécaniques, et en particulier de la tenue mécanique des pièces et d'étudier sa transposabilité sur des pièces de géométrie plus complexe, représentatives des cas d'applications finaux.

Action professionnelle

- Action professionnelle Machines agricoles/Matériels de manutention-levage et stockage en Simulation assemblages soudés
- Action professionnelle Matériels de manutention-levage et stockage sur Câbles synthétiques, Bibliothèque MISO
- Action professionnelle Matériels de travaux publics sur Trempe par induction
- Action professionnelle Transmissions Mécaniques sur Grenailage et micropitting
- Action professionnelle Ressorts sur Fatigue ressorts inox
- Action professionnelle Machines Thermodynamiques sur Démarche Fiabiliste

Journées Techniques

- Rendez-vous de la Mécanique « conception fiabiliste »
- Congrès fatigue Design : organisé à Senlis du 29 et 30 novembre 2017, Fatigue Design 2017 a pour objectif de présenter des démarches innovantes et des avancées scientifiques dans la conception et la prolongation de durées de vie de composants mécaniques et d'équipements, en particulier centrées sur des applications industrielles. Cette année, la relation entre la fabrication additive et la fatigue fera l'objet d'un éclairage spécifique.

Conception et modélisation en étanchéité

Projet Lumière Modélisation et simulation de la Lubrification mixte Et de l'usure

Le projet LuMiEre avec l'institut Pprime de Poitiers a pour objectif de développer un outil couplant des modèles avancés de frottement solide et de frottement fluide afin d'analyser le régime de lubrification mixte dans les contacts glissants. Il s'agira en 2017, d'analyser l'état de l'art et de définir les modèles éléments finis pour la lubrification hydrodynamique et les modèles éléments discrets pour le contact, le frottement et l'usure.

Thèse Etanchéité des joints pneumatiques

L'objectif de la thèse est d'optimiser les performances des joints d'étanchéité pour systèmes pneumatiques en minimisant la consommation d'énergie des joints, améliorant leur rendement et augmentant leur durée de vie. Sur 2017, un banc d'essai sera mis en place, ainsi que des modèles spécifiques permettant l'étude du comportement de la graisse dans le contact.

Projet Artic seal Comportement des produits d'étanchéité aux températures extrêmes

L'objectif est de mettre à disposition des sponsors de ce projet CITEPH des outils et éléments permettant la sélection des produits d'étanchéité et le dimensionnement des équipements afin de fiabiliser leur comportement dans des conditions de températures extrêmes. Cette action sera finalisée en 2017 avec l'application des modèles définis dans la première partie du projet aux solutions d'étanchéité prédéfinies par les industriels pour optimiser les critères de sélection des joints élastomères ou à brides.

Action professionnelle

- Action professionnelle Matériels destinés à l'alimentaire/Pompes/Robinetterie sur Nettoyage des étanchéités dynamiques en translation
- Action professionnelle Mesure et Etanchéité/Robinetterie sur Outil de dimensionnement des vis de pompage des Garnitures Mécaniques, Perméabilité des élastomères à l'H₂S
- Action professionnelle Robinetterie sur Normalisation Robinetterie gaz, Etanchéité en Robinetterie gaz

Vibroacoustique des composants et équipements

Chaire Vibroleg : Thèses en Simulation Vibroacoustique

Le développement de nouveaux matériaux (polymères, composites) a des conséquences importantes sur le comportement vibroacoustique des structures. La chaire Vibroleg, via 6 thèses sur une période de 5 ans étudie ces aspects. Le Cetim participe au comité de pilotage de 3 de ces thèses :

- mesure du champ vibratoire d'une structure par holographie optique numérique ultrarapide ;
- caractérisation de matériaux composites par problème inverse vibratoire ;
- recherche de solutions allégées pour l'amortissement vibratoire de structures tubulaires.

Une synthèse des travaux et une analyse de l'impact de leurs résultats sur les méthodes et outils mis en œuvre par le Cetim sera proposée en 2017.

Projet BETH Baisse Emissions sonores

L'objectif du projet BETH est d'intégrer les phénomènes physiques de génération et de propagation des pulsations de débit et de pression à des modèles numériques pour une gamme de composants hydrauliques essentiellement utilisés dans des transmissions hydrostatiques. Il s'agit donc d'identifier les lois physiques des matrices d'impédances pour chaque composant, actif ou passif. Ces modèles permettent ensuite une analyse de comportement en temporel et en fréquentiel. En 2017, le banc d'essais utilisé au cours de la thèse sera réceptionné, validé et mis en œuvre dans le cadre du programme d'essais défini.

Projet TESSA Sources de bruit solidiennes

L'objectif du projet TESSA (Transmissions des Efforts des Sources Solidiennes Actives) est de jouer le rôle de catalyseur pour accélérer le déploiement chez les équipementiers, et uniformiser les méthodologies numériques et expérimentales avec les constructeurs pour la caractérisation de la transmission des efforts dynamiques. En 2017, un ouvrage en langue anglaise reprenant l'état de l'art des méthodes de déterminations des forces dynamiques de transmissions solidiennes sera publié.

Projet CERVIFER Prototypage virtuel pour le ferroviaire

Le projet CERVIFER se fixe comme objectif principal d'augmenter la compétitivité de l'industrie ferroviaire française grâce à l'utilisation maîtrisée de logiciels de prototypage virtuel et au

développement de procédures robustes et validées de pré-certification par le calcul de composants et systèmes du matériel roulant et de l'infrastructure. Les développements en cours permettront de disposer, fin 2017 d'un modèle de prédiction du comportement en fatigue des contacts roue/rail.

Actions professionnelles

- Action professionnelle Chaudronnerie sur Séismes sur réservoirs
- Action professionnelle Machines agricoles/Matériels de manutention-levage et stockage/Transmissions Pneumatiques sur Qualité acoustique : intelligibilité cabine et réception radio Dimensionnement des flexibles ¼ onde, Ventilateurs : essais avec pales désordonnées,
- Action professionnelle Machines-outils et productique sur Dimensionnement des capotages
- Action professionnelle Moteurs Compresseurs sur Bruit de la combustion
- Action professionnelle Pompes sur BIP - Bruit des Installations de Pompage
- Action professionnelle Fixations sur Dévissage sous vibrations
- Action professionnelle Transmissions Mécaniques sur Découplage acoustique des transmissions mécaniques
- Action professionnelle Transmissions Pneumatiques sur Caractérisation acoustique des silencieux d'échappement
- Action professionnelle Machines Thermodynamiques sur Synthèse Acoustique, Problématiques multi-compresseurs

Journées Techniques

- Journées d'information de la Société Française d'Acoustique à Senlis, en juin 2017

Codes et règles de construction

Veille technologique

- Analyse statistique des sujets de recherche scientifique au niveau mondial dans le domaine du soudage, pour la commission Chaudronnerie

Actions professionnelles

- Action professionnelle Chaudronnerie sur la Banque de données matériaux, Participation aux travaux du CODAP®, Recommandations pour la maintenance des appareils à pression, Suivi des travaux ASME, Rédaction du code de construction CODRES®, COVAP® – Codes de construction des générateurs de vapeur, CODETI® division 3 – Codes de construction pour la conception des conduites forcées neuves, Guide des tuyauteries industrielles en matériaux composites, Guide pratique RDM,

Journées Techniques

- Journée de transfert « Equipements fluidiques » organisée à Senlis, en octobre 2017

Simulation et optimisation

Veille technologique

- Veille sur les machines pour le papier, l'imprimerie et le packaging, en collaboration avec le CTP

Simulation de la durée vie résiduelle

L'objectif de ce travail est de mettre en place une démarche multi compétences pour l'évaluation de la durée de vie résiduelle et/ou de la tolérance aux dommages. Il s'agit d'évaluer les conditions de fonctionnement admissibles en présence d'un défaut constaté ou à la suite d'un événement exceptionnel, en intégrant une évaluation des risques et déterminer le profil de mission à adopter.

Ces travaux seront associés en 2017 à ceux sur la fatigue et le calcul des assemblages soudés. Une démarche multi compétences sera définie et mise en place pour répondre aux besoins industriels et développer la réponse du Cetim

Calcul thermique

L'objectif de ce projet est de bien comprendre les phénomènes d'échange thermique et de maîtriser les paramètres déterminants dans les modes de transfert de chaleur concernés. Sur 2017, il s'agira de finaliser la démarche de calcul avec couplage thermomécanique et de l'appliquer à des problématiques industrielles multi physiques. Un premier cas est en cours de définition. Il comporte un calcul thermomécanique couplé avec une transformation métallurgique.

Action professionnelle

- Action professionnelle Machines agricoles sur Simulation numérique du paillage
- Action professionnelle Matériels de manutention-levage et stockage Logiciel de calcul des casiers de stockage (Cetim Rack Design)
- Action professionnelle Pompes sur Fonctionnement dans les 4 quadrants
- Action professionnelle Fixations sur Groupe de Travail Utilisateurs en simulation en Forge et Frappe

Journées Techniques

- Journée sismique organisée à Senlis, en mars 2017
- Rendez-vous de la Mécanique « simulation/ représentation virtuelle, essais intelligents »

Chaînage numérique

Veille technologique

- Veille professionnelle Mesure et Etanchéité sur le Congrès Métrologie

Projet MICROCOSM - Machine à mesurer tridimensionnelle miniature sans contact

L'objectif de ce projet structurant de la Région Picardie réalisé en partenariat avec l'Université de technologie de Compiègne est de concevoir une micromachine à mesurer tridimensionnelle sans contact dont la taille est en cohérence avec la taille des objets mesurés et qui soit intégrée dans une micro-usine. Sur 2017, le projet sera finalisé avec une inter-comparaison des incertitudes de la machine sur un étalon lui-même caractérisé par des moyens traditionnels de haute précision.

Projet METROPTIC calcul d'incertitude de mesure pour les moyens de numérisation

Le projet METROPTIC vise à mettre en œuvre des moyens de numérisation dans l'environnement POLYWORKS, à développer le calcul d'incertitude de mesure pour les différents moyens de numérisation en s'appuyant sur des méthodes Monte-Carlo et à mettre en place des procédures et moyens pour la réception et le suivi périodique des moyens de numérisation. Sur 2017, le projet sera finalisé par l'inter comparaison des résultats des méthodes traditionnelles avec ceux issus du développement de Mathematica pour ces techniques de numérisation.

Numérisation 3D petites dimensions

La mesure d'une pièce de petit volume en 3D avec une faible incertitude de mesure (<1µm), est un besoin récurrent à la fois pour les industriels et les centres de recherches. Ces travaux complètent les différents projets et thèses visant à déterminer les incertitudes de mesure par une approche d'inter comparaison. Ils renforcent également l'approche multi-échelle (niveau de détail du nm à 100 mm sur une même pièce) développée au Cetim. Sur 2017, les machines à mesurer multi capteurs constitueront le domaine d'application de ces technologies.

Chaîne scan CAO calcul-mesures

L'objectif de cette action est de disposer d'outils et de méthodes permettant l'utilisation de fichiers issus de scans dans un environnement numérique cohérent. Sur 2017, cette action sera réorientée plus spécifiquement sur la construction de la chaîne numérique pour la fabrication additive. Des solutions industrielles seront recherchées pour assurer le couplage de logiciels de calcul et de gestion disponible sur le marché.

Projet VCMM calcul des incertitudes de mesure

L'objectif de ces travaux est d'évaluer le logiciel VCMM qui a été développé par l'institut allemand Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) et qui est utilisé pour calculer les incertitudes de mesure. Les travaux prévus pour l'année 2017 concerneront l'exploitation du logiciel sur une troisième machine multi-capteurs dont des capteurs sans contact et la formalisation d'une méthodologie de réception avec des critères de validation.

Action Professionnelle

- Action Professionnelle Mécanique industrielle sur Base de données informatisée
- Action Professionnelle Mesure et Etanchéité sur Normalisation GPS Mesure & MMT, Normalisation GPS tolérancement
- Action Professionnelle Moteurs Compresseurs sur Spécification géométrique des produits
- Action Professionnelle Roulements sur PLIB : Convergence ISO 21107/TS 23768, Cotation GPS
- Action Professionnelle Imprimerie sur Usine du futur

Action collective régionale

- Action CORIIN en région Hauts de France et en région Bourgogne-Franche Comté

Essais Multi physiques

Projet RedHV+ Réducteur haute vitesse et haut rendement pour véhicule hybride

Le projet RedHV+, labellisé par les pôles de compétitivité Mov'eo, Mont-Blanc Industries, ViaMéca et LUTB Transport & Mobility Systems, a pour ambition de renforcer la filière française du véhicule décarboné, marché majoritairement détenu aujourd'hui par les équipementiers allemands et japonais. Les travaux prévus en 2017 consisteront à finaliser la réalisation du démonstrateur technologique (mise au point) puis à réaliser une campagne d'essais pour tester les solutions technologiques existantes définies par les partenaires industriels. En parallèle, le Cetim établira la spécification relative au démonstrateur de réducteur complet sera établie et sa conception engagée.

Mesure de fluides multiphasiques

Dans le cadre du laboratoire commun LEDITH, l'institut von Karman et le Centre Technique des Industries Mécaniques ont entrepris un programme de recherche sur les écoulements de fluides lourds multiphasiques et/ou poly dispersés. L'objectif de la recherche est la compréhension fine de la physique associée à ce type d'écoulement. En préambule, un état de l'art des différents types de fluides lourds, mais aussi des modèles et des techniques de mesure applicables à ces écoulements doit être réalisé afin de pouvoir définir le cahier des charges de la recherche. L'année 2017 sera l'occasion de mettre en œuvre, une boucle d'essai qui permettra de valider la modélisation développée pour la détermination des temps de mélange et de sédimentation des mélanges liquides/solide en milieu agité.

Action professionnelle

- Action professionnelle Pompes sur Pouvoir lubrifiant des fluides pompés
 - Action professionnelle Transmissions Hydrauliques sur Caractérisation des composants hydrauliques
 - Action professionnelle Transmissions Pneumatiques sur Essais de fiabilité des composants pneumatiques
 - Action professionnelle Machines Thermodynamiques sur Comportement paliers vs fluides frigorigènes, Ingénierie d'essais normatifs
-

Journées Techniques

- Rendez-vous de la Mécanique « simulation/ représentation virtuelle, essais intelligents »

Domaine d'Activités Stratégiques Développement durable

Programme du DAS Développement durable

Le concept de développement durable fait appel à l'ensemble des méthodes et technologies soucieuses de l'impact sur l'environnement, tout au long du cycle de vie d'un produit ou d'un procédé. Malgré les réticences dues aux contraintes, réglementaires notamment, et aux risques de voir fondre les marges commerciales, ce thème représente désormais aussi une opportunité d'innovation et de croissance, et peut constituer le moyen de s'assurer d'un avantage concurrentiel.

La R&D dans le domaine du développement durable concerne aussi la dimension sociétale au travers d'études sur l'intégration du facteur humain et l'ergonomie. L'analyse de l'activité des opérateurs et des interactions avec leur environnement permet d'améliorer les conditions de travail, de réduire les risques, notamment les maladies professionnelles, dont les TMS, et d'améliorer la productivité. Cet axe technologique rassemble des projets concernant : le management de l'environnement et des risques industriels pour l'anticipation des besoins de mise en conformité réglementaire, la mise en œuvre de démarches d'écoconception et de technologies réduisant l'impact environnemental des procédés et des produits.

Les familles de projets qui porteront l'inflexion de notre stratégie seront : «Ecoprocédés » et « L'homme au centre du système productif ».

Ecoprocédés mécaniciens

Veille technologique

- Veille sur les moteurs industriels et les aspects environnement et post-traitement
 - Veille sur les nouveaux procédés de traitement des effluents de traitement de surfaces
-

Réseau GREENOVATE Innovations dans le domaine des écotechnologies

Le Cetim participe au réseau européen GREENOVATE dont l'objectif est de favoriser la réunion des expertises technologiques nécessaires à la mise sur le marché des innovations dans le domaine des écotechnologies. En 2017, une action spécifique visera à rendre accessible aux PME mécaniciennes européennes l'ensemble des plateformes de Technologies de production avancées (dont les écotechnologies) disponibles en Europe.

Projet MEMAN outils et modèles économiques pour améliorer l'efficacité énergétique et matières

L'objectif du projet MEMAN est de générer des outils et modèles économiques pour améliorer l'efficacité énergétique et matières sur une chaîne de valeur étendue. Trois scénarii d'optimisation de la chaîne de valeur ont été déterminés, et feront l'objet d'amélioration par les industriels en 2017.

Action professionnelle

- Action professionnelle Machines-outils et productique sur Systèmes de filtration des fluides de coupe

Substitution de substances et matériaux

Règlement REACH

Les échéances de fin d'autorisation approchent et la nécessité de communication entre tous les acteurs de la chaîne de valeur se fait plus pressante. La FIM et le Cetim jugent nécessaire de mener une nouvelle campagne d'information et de décryptage auprès des mécaniciens, en mettant à jour les documents supports rédigés par le passé, et en organisant une Journée de transfert sur le second semestre 2017 pour insister sur la nécessité de communiquer aussi bien avec les fournisseurs qu'avec les clients sur les substances contenues dans les articles.

Consortium REACH

Les actions sur le règlement Reach se poursuivent au sein d'un consortium d'industriels, qui définissent précisément la veille à réaliser sur les évolutions du règlement. La recherche de substances, réglementées à court ou moyen terme, dans les procédés et matériaux utilisés en mécanique conduit à la réalisation d'états des lieux relatifs aux familles de substances jugées prioritaires et critiques. Des notes de veille sont publiées régulièrement sur ces recherches de substances. En 2017, les substances composant les adhésifs et colles seront particulièrement visées.

Actions professionnelles

- Action professionnelle Articles culinaires/Découpage Emboutissage/Quincaillerie sur la substitution des huiles chlorées et évanescents
- Action professionnelle Machines Thermodynamiques sur Nouveaux gaz réfrigérants, Impact du glissement de fluide

L'homme au centre du système productif

Projet DHYESE - Fonctions de Détection HYbrides pour Evaluation de la SEcurité des opérateurs

L'objectif de ce projet réalisé dans le cadre d'une thèse en partenariat avec l'UTC est de développer une méthode d'évaluation des dispositifs de détection hybrides au regard des exigences réglementaires vis-à-vis des fonctions de sécurité. Sur 2017, la capitalisation de la thèse « Vision-based Multi-sensor People Detection System for Heavy Machines » menée dans le cadre de l'Institut Mécatronique en 2014, couplée à un état de l'art des systèmes de détection disponibles et éligibles aux fonctions de détection visées seront réalisés.

Projet HORSE Usine intelligente impliquant la collaboration de l'homme

Le projet HORSE a pour objectif de proposer un nouveau modèle flexible de l'usine intelligente impliquant la collaboration de l'homme, des robots, Véhicules autonome guidée et les machines pour réaliser les tâches industrielles d'une manière efficace. Il s'agit de favoriser le déploiement de technologies vers les PME en élaborant un cadre méthodologique et technique destiné à l'adaptation de solutions robotiques et à la mise en place des infrastructures et des environnements pour les

domaines d'application sélectionnés dans la fabrication et la gestion du cycle de vie du produit. En 2017, les développements porteront sur l'analyse de risques et l'aide à la décision.

Action professionnelle

- Action professionnelle Matériels destinés à l'alimentaire sur Confort thermique des appareils de cuisson, Efficacité des filtres de hottes de cuisine

Ecoconception et recyclage

Veille technologique

Veille sur les nouveaux modèles économiques, autour de l'écologie industrielle et de l'économie circulaire

Projet ECOTREVE nouveaux matériaux composites issus de matières plastiques et composites recyclés

Le projet ECOTREVE est mené en partenariat avec le Cetim, le Cetim-Cermat, la SATT Alsace et le CNRS. Il est soutenu par BPI France et les régions Alsace et Bourgogne-Franche-Comté. L'objectif est de mettre au point une technique de valorisation noble de ces déchets pour fabriquer des panneaux et des profilés aux performances mécaniques élevées. Les matériaux obtenus sont destinés à la mise en œuvre par des techniques de chaudronnerie plastique, de thermoformage ou de thermocompression pour réaliser des pièces structurales. Le procédé THERMOSAÏC, développé dans le cadre de ce projet, est un procédé thermomécanique innovant qui permet l'obtention de matériaux de seconde vie présentant des performances mécaniques élevées par conservation de leur valeur intrinsèque. Ils sont en outre de nouveau recyclables en utilisant le même procédé. La ligne pilote démonstrateur sera finalisée et mise en œuvre au Cetim-Cermat courant 2017.

Action professionnelle

- Action professionnelle Quincaillerie sur Indice carbone et démarche HQE
- Action professionnelle Roulements sur Traitement et valorisation des meulures de rectification

Action collective régionale

- Action CD2D en région Auvergne-Rhône-Alpes et en région Ile-De-France

Efficacité énergétique

Veille technologique

Veille sur le stockage d'énergie, en lien avec les professions des équipements fluidiques

Ouvrage Ademe Efficacité Energétique

Ce document doit permettre aux industriels d'identifier des voies de progrès dans leurs entreprises, d'estimer l'intérêt relatif de ces voies dans leur contexte et de pouvoir choisir les bons partenaires pour leurs projets. Ce guide retracera le contexte réglementaire et normatif, les différents postes de consommation dans une entreprise mécanicienne et développera les méthodes d'économies d'énergies sur les procédés mécaniciens les plus courants. Sur la base d'un projet de sommaire travaillé avec les organisations professionnelles de la mécanique, la rédaction du guide sera finalisée en 2017 à partir des informations recueillies sur l'état de l'art des différents thèmes retenus.

Action professionnelle

- Action professionnelle Matériels destinés à l'alimentaire sur Performance énergétique des cellules de réfrigération
- Action professionnelle Machines textiles sur Efficacité énergétique des machines textiles

- Action professionnelle Revêtements, traitement de surface et traitement thermique sur Optimisation de l'isolation des fours
- Action professionnelle Transmissions hydrauliques sur Performance énergétique des composants hydrauliques, Stockage et récupération d'énergie hydraulique
- Action professionnelle Transmissions Mécaniques sur Performance énergétique des transmissions mécaniques

Action collective régionale

- Action CAP ENERGIE en Auvergne-Rhône-Alpes, action EFFENERGIE en Provence-Alpes-Côte d'Azur

Domaine d'Activités Stratégiques Mécatronique-Contrôle-Mesure

Programme du DAS Mécatronique-Contrôle-Mesure

La conquête d'avantages concurrentiels durables et défendables pour améliorer la compétitivité des produits constitue tout l'enjeu de la mécatronique pour l'industrie mécanique. Elle permet de satisfaire des fonctions supplémentaires, d'accroître le service au client, de développer une offre nouvelle tout en baissant les coûts. La mécatronique vise à accroître les fonctionnalités du produit en tirant parti des nouvelles possibilités offertes par l'hybridation technologique associant de manière intégrée et suivant une configuration optimale des composantes mécaniques, électroniques et informatiques.

En contrôle-mesure, les principaux progrès sont enregistrés dans le domaine du pilotage de la surveillance et de l'adaptation en temps réel des équipements ou du système de production pour garantir ses performances. On note également le développement du pilotage à distance de machines de production via Internet, rendant ainsi possible leur partage entre plusieurs sites ou plusieurs industriels.

Les familles de projets qui porteront l'inflexion de notre stratégie seront : « Capteurs intégrés et communicants » et « surveillance des équipements et des procédés ».

Capteurs intégrés et communicants

Veille technologique

- Veille sur l'impact du numérique en mécanique, notamment sur les aspects Big Data et Cybersécurité ; zoom sur des applications concrètes, notamment en aéronautique

Mesure de déformation à couche épaisse

Dans le cadre de l'intégration de capteurs à faible consommation, le Cetim a décidé de développer la technologie des jauges de déformation à couche épaisse, technologie jusqu'alors exploitée en masse dans le domaine du pesage. Ces travaux seront poursuivis en 2017 en validant la tenue en environnement humide ainsi que la fiabilité de la mesure dans le temps par la mise en œuvre de tests de vieillissement cyclé d'un assemblage collé de jauges en couches épaisses. Il s'agira également d'augmenter la fonctionnalité de la technologie en sélectionnant et qualifiant un ASIC pour jauges.

Projet STARS – Smallest Tactical Accelerometers

Le projet STARS associe deux PME (TRONICS et MEGGITT) avec le CEA LETI (laboratoire public en électronique), le Cetim (Centre d'expertise mécanique français), et un grand groupe systémier (AIRBUS SAFRAN LAUNCHER). La réalisation de l'accéléromètre Stars répond à des demandes du

marché bien identifiées, puisque déjà existantes pour certaines, au niveau de l'aéronautique, du spatial et du ferroviaire. La caractérisation des premiers prototypes fonctionnels est prévue en 2017. Les modèles thermomécaniques et vibratoires seront recalés sur la base des résultats d'essais et serviront à la conception d'un deuxième prototype destiné à être embarqué sur un vol spatial qui sera réalisé et testé en 2018.

Objets connectés et mesure embarquée

Dans le but d'assurer la surveillance et éventuellement le pilotage des systèmes, il est nécessaire de prendre en compte les besoins industriels et d'identifier les solutions d'instrumentation disponibles ou à développer. Pour 2017, des travaux seront effectués pour augmenter la fonctionnalité des moyens de mesure du Cetim, en les associant avec de l'électronique de traitement, voire de la transmission sans fil, à des fins d'intégration dans des composants et systèmes pour les transformer en objets connectés. Les briques technologiques de capteur industriel et réseaux seront notamment développées et dans le domaine de l'étanchéité, les travaux consisteront à déterminer les exigences d'intégration adaptées aux assemblages à bride, presses garnitures de robinet et garnitures mécaniques puis à définir les développements des systèmes de mesure associés.

Actions professionnelles

- Action professionnelle Articles culinaires sur la gestion optimisée de la maintenance connectée
- Action professionnelle Matériels de travaux publics sur Guide CEM engins mobiles
- Action professionnelle Quincaillerie sur Mécatronique et Quincaillerie

Pilotage des systèmes

Veille technologique

Etude prospective sur la manutention du futur, entre chantier connecté du futur, engins autonomes, automatisation des entrepôts et robotique collaborative : enjeux, état des lieux des technologies et produits émergents, stratégie des principaux acteurs

Pour la profession Machinisme Agricole, couverture de AGRITECHNICA 2017, notamment sur les sujets « 48 volts » et robotique agricole

Pilotage des systèmes

Les applications visées porte sur la compréhension fine des phénomènes internes d'un système de freinage ferroviaire, la mise en œuvre d'essais multi-physique sur des éléments de transmissions de puissance du secteur des transports, notamment machines agricoles, automobile et aéronautique.

La conception d'un module de formation en « Motion Control » est également à l'étude, pour développer les compétences sur les bases du contrôle-commande et leur lien avec les principaux éléments des machines.

Projet MICROCOSM Machine à mesurer tridimensionnelle miniature sans contact

L'objectif de ce projet structurant de la Région Picardie réalisé en partenariat avec l'Université de technologie de Compiègne est de concevoir une micromachine à mesurer tridimensionnelle (μ MMT) sans contact dont la taille est en cohérence avec la taille des objets mesurés et qui soit intégrée dans une micro-usine. Sur 2017, le projet sera finalisé avec une inter-comparaison des incertitudes de la machine développée par l'UTC sur un étalon lui-même caractérisé par des moyens traditionnels de haute précision.

Action professionnelle

- Action professionnelle Machines agricoles sur Electrification des machines agricoles

- Action professionnelle Machines agricoles/Matériels de manutention-levage et stockage/Matériels de travaux publics sur Hydraulique digitale
- Action professionnelle Matériels de manutention-levage et stockage sur Batteries électriques
- Action professionnelle Transmissions hydrauliques sur Hydraulique digitale

Transmissions de puissance

Veille technologique

- Couverture de la Foire de Hanovre pour les transmissions hydrauliques et pneumatiques
- Couverture du colloque SICFP Linköping, par l'Institut de Mécatronique UTC-Cetim, pour les transmissions hydrauliques et pneumatiques

Mécatronique de puissance plateforme Mov'eo DEGE

Dans le cadre de son partenariat avec le pôle Mov'eo, consacré à l'automobile et aux transports collectifs sûrs pour l'homme et son environnement, le Cetim s'est doté d'une plateforme d'essais des transmissions de puissance. En 2017, l'exploitation des moyens de la plate-forme Mov'eo DEGE continuera d'adresser les problématiques de rendement et de limitation des pertes dans les composants et systèmes destinés aux véhicules décarbonés.

Modélisation des dissipations thermiques au sein d'un palier à roulement

Une thèse a été engagée pour étudier la modélisation des pertes mécaniques et des échanges thermiques au sein d'un palier à roulement. Différents types de roulements sont étudiés ainsi que deux modes de lubrification : barbotage ou jet d'huile. Durant l'année 2017 le banc sera réalisé pour permettre la mise en œuvre d'essais en fonctionnement à vide et en charge radiale et/ou axiale, avec une lubrification par injection ou barbotage.

Projet RedHV+ Réducteur haute vitesse et haut rendement pour véhicule hybride

Le projet RedHV+, labellisé par les pôles de compétitivité Mov'eo, Mont-Blanc Industries, ViaMéca et LUTB Transport & Mobility Systems, a pour ambition de renforcer la filière française du véhicule décarboné, marché majoritairement détenu aujourd'hui par les équipementiers allemands et japonais. Les travaux prévus en 2017 consisteront à finaliser la réalisation du démonstrateur technologique (mise au point) puis à réaliser une campagne d'essais pour tester les solutions technologiques existantes définies par les partenaires industriels. En parallèle, le Cetim établira la spécification relative au démonstrateur de réducteur complet sera établie et sa conception engagée.

Journées Techniques

- Journée de transfert « Transmissions et roulements » à Senlis, en septembre 2017

Surveillance des procédés et des équipements

Surveillance des supports de structures d'éoliennes offshore (projet TOWERPOWER)

L'objectif du projet TOWERPOWER est de développer des méthodes de suivi dans le temps des supports de structures d'éoliennes offshore et de pouvoir au final prédire leur durée de vie résiduelle. Les travaux du projet TOWERPOWER porteront en 2017 sur la réalisation d'essais de fatigue sur une maquette instrumentée pour un suivi par émission acoustique et complétés par des essais des technologies de transmission des données à distance.

Surveillance des équipements sous pression

L'objectif de ce projet est de développer les techniques de CND appliquées aux équipements sous pression, notamment l'émission acoustique. À ce titre, la thèse sur la modélisation numérique du

comportement des capteurs utilisés en émission acoustique (EA) pour le contrôle des ESP, effectuée en partenariat entre le Cetim et le CEA, sera poursuivie en 2017 pour décrire la réponse des capteurs par modèle phénoménologique multiparamétrique. Dans le cadre du laboratoire commun LATEP avec l'Ecole des Mines de Douai et en collaboration avec le CEA List, une nouvelle étude sera engagée sur le chainage de la déféctologie étudiée par l'approche POD (probabilité de détection), appliquée aux ultrasons multiéléments, avec la prédiction de la durée de vie.

Projet SIDCOF - Systèmes Innovants de Diagnostic de CONduites Forcées

Le projet SIDCOF a pour objectif de rationaliser les opérations de maintenance des conduites forcées, et augmenter ainsi la disponibilité des ouvrages hydroélectriques, particulièrement sur les conduites forcées difficiles d'accès, à fortes pentes et petits diamètres. L'année 2017 concrétisera l'engagement du projet avec la définition du plan de travail.

Surveillance du procédé d'emboutissage et découpage

La technologie d'émission acoustique est particulièrement adaptée à la surveillance des procédés. L'objectif de ce projet est de développer des applications industrielles basées sur cette technologie. Ainsi, un projet de codéveloppement sera être lancé avec un partenaire industriel et le soutien de la commission Découpage-emboutissage, pour aboutir à un prototype de contrôle (appelé MOST) destiné à détecter en cours de fabrication les éventuelles usures de l'outil, les remontées de copeaux et déchirures de tôle.

Un système hybride ultrasons-micro-magnétique pour le contrôle en ligne des aciers avancés à haute résistance a été développé dans le cadre d'une collaboration inter-Carnot-Fraunhofer entre le Cetim et l'IZFP. En 2017, à la demande des professions de la mécanique, cette technologie sera évaluée sur notamment la caractérisation de la profondeur de traitement thermique superficiel et la caractérisation non destructive des contraintes résiduelles.

Projet VCMM

L'objectif de ces travaux est d'évaluer le logiciel VCMM qui a été développé par l'institut allemand Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) et qui est utilisé pour calculer les incertitudes de mesure. Les travaux prévus pour l'année 2017 concerneront l'exploitation du logiciel sur une troisième machine multi-capteurs dont des capteurs sans contact et la formalisation d'une méthodologie de réception avec des critères de validation.

Action professionnelle

- Action professionnelle Moteurs Compresseurs sur Surveillance des compresseurs par analyse des courants
- Action professionnelle Pompe sur Diagnostique d'usure de pompes par analyse des courants
- Action professionnelle Roulements/Transmissions Hydrauliques/Transmissions Mécaniques/ Transmissions Pneumatiques sur Surveillance pour les transmissions et roulements

Journées Techniques

- Rendez-vous de la Mécanique « surveillance des infrastructures et des procédés »

Contrôles non destructifs

Multiéléments et simulation des CND

L'objectif de ce projet est de proposer de nouvelles méthodes ultrasonores qui utiliseront la technologie des traducteurs multiéléments, en particulier pour s'adapter aux géométries complexes des structures à inspecter et ainsi améliorer la caractérisation des dommages internes.

Ces travaux s'appuient sur une thèse réalisée par le Cetim et le CEA List en collaboration avec l'Université du Maine sur l'étude de l'imagerie non destructive de structures composites fortement hétérogènes. Elle sera finalisée en 2017 avec la validation des résultats sur des cas industriels.

Le Cetim participe également au projet GERIM2, plate-forme collaborative de recherche et d'innovation en CND avancés. En 2017, le Cetim réalisera des essais avec des sondes multiéléments à courants de Foucault pour répondre, en association avec le simulateur CIVA, aux problématiques mécaniciennes de contrôle des défauts surfaciques.

Ingénierie des contrôles non destructifs

Dans le cadre de sa réflexion sur les « CND propres », le Cetim poursuit les travaux sur la thermographie active en alternative au ressuage et à la magnétoscopie, notamment avec des commissions professionnelles. Ces travaux sont également discutés pour préparer des documents prénormatifs.

Le Cetim exploite la tomographie pour des applications industrielles mécaniciennes dans le cadre du projet régional TOMOPIC, notamment pour le contrôle dimensionnel de pièces et le CND appliqué aux assemblages multi matériaux et à la fabrication additive. En 2017, la priorité de développement sur la tomographie RX demeure ; une nouvelle session dédiée et un module spécifique sur le contrôle seront proposés au catalogue de formation et dans les formations de la filière Fabrication additive.

Le Cetim a également lancé une thèse avec le CEA sur la modélisation du contrôle par sondes Emat et magnétostrictives. Cette technique de contrôle sans contact permet de répondre aux enjeux liés aux structures mécaniques non accessibles pour des raisons de température ou de surface.

Projet I-AM-SURE Monitoring en temps réel et méthodes de contrôles en fabrication additive

Le projet I-AM-SURE vise à développer un procédé de contrôle qualité appliqué à la fabrication additive de pièces d'acier, d'aluminium et de titane obtenues par fusion sur lit de poudre et par projection. Il s'agit en 2017 de développer le suivi du process (détection de défauts) en cours de fabrication par monitoring en temps réel et complété par des méthodes de contrôles post-fabrication basées sur la tomographie X haute résolution, validées par des examens métallographiques destructifs.

Action professionnelle

- Action professionnelle Chaudronnerie sur le Contrôle ultrasonore de matériaux anisotrope : cas de soudure Duplex
- Action professionnelle Découpage Emboutissage sur le CND des tôles et des pièces
- Action professionnelle Forge sur Contrôle des défauts de surface
- Action professionnelle Matériels de travaux publics sur Surveillance par émission acoustique d'un bras de pelle
- Action professionnelle Roulements/Transmissions Hydrauliques/Transmissions Mécaniques/Transmissions Pneumatiques sur CND pour les transmissions et roulements
- Action Professionnelle Robinetterie sur Contrôle de soudure sur thermoplastiques

La normalisation

Contribuer à la normalisation pour défendre les intérêts des entreprises du site France

Il s'agit également d'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 le Cetim et l'UNM. Ainsi, les experts du Cetim participent activement, dans bien des cas, en position d'animateur ou de leader, à plus de 200 groupes de normalisation nationaux, européens ou internationaux. Cette présence contribue à confirmer le haut niveau technologique des entreprises mécaniciennes basées en France et à promouvoir les solutions technologiques qui leur conviennent.

L'UNM coordonne tous les travaux de normalisation pour les professions mécaniciennes



Majoritairement financée par le Cetim, l'Union de normalisation de la mécanique gère la normalisation dans le domaine mécanique tant au niveau national qu'europpéen ou international. Cette activité de gestion va de l'inscription au programme jusqu'à l'enquête probatoire et la publication de la norme.

L'UNM assure également une veille normative dont elle fait bénéficier les entreprises cotisantes du Cetim. Elle assiste enfin les professions de la mécanique dans la définition de leur stratégie normative et assure la concrétisation la plus efficace possible des stratégies convenues.

Appui à l'institution mécanicienne

Contribuer au réalisme industriel des réglementations et aider les entreprises à les mettre en œuvre

Le Cetim intervient à de nombreuses reprises à la demande de la FIM auprès des pouvoirs publics afin de donner un avis d'expert sur des projets de réglementation nationaux et européens. Après avoir contribué à faire évoluer les textes dans le sens du possible et du réalisme industriels, le Cetim développe un important effort de sensibilisation, d'information, qui se traduit par l'édition d'ouvrages qui font référence. De nombreuses réunions d'information régionales sont organisées, en particulier dans le cadre des « lundis de la Mécanique ».

Les moyens

Pour réaliser ce programme, le Cetim dispose, en complément des ressources humaines et matérielles de ses pôles d'activités, du support de :

- trois centres associés (Cetim-Certec, Cetim-Cermat et Cetim-Ctdec) qui ont pour mission de prolonger la présence technologique en région et qui sont parties prenantes des positionnements nationaux et régionaux ;

- un partenaire LRCCP (Laboratoire de recherches et de contrôle du caoutchouc et des plastiques) qui permet d'associer les compétences mécaniques et caoutchouc.
- neuf laboratoires communs qui offrent un espace de coopération étroite sur des projets de recherche entre les équipes du Cetim et celles de laboratoires universitaires ;
- cinq plateformes technologiques : le Technocampus Composites, le cluster Intercut Network, un institut de mécatronique avec l'UTC, un centre de ressources mécatronique en Haute-Savoie et PIMA@TEC, centre d'innovation et d'expertise pour l'agro-machinisme ;
- la Fondation Cetim, qui finance des recherches en mécanique réalisés par des laboratoires de recherche académiques dans les domaines stratégiques identifiés par le Cetim ;

Il s'appuie également sur un ensemble de collaboration :

- avec les autres centres techniques de la mécanique et plus généralement avec le Réseau CTI ;
- avec des partenaires scientifiques et technologiques reconnus comme le Cea Tech et l'Onera ;
- avec le syndicat professionnel Artema (Syndicat des industriels de la mécatronique) et des objectifs communs formalisés par un accord de partenariat ;
- avec le CEIR, dans le domaine des vannes et raccords pour l'industrie et le bâtiment.



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



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