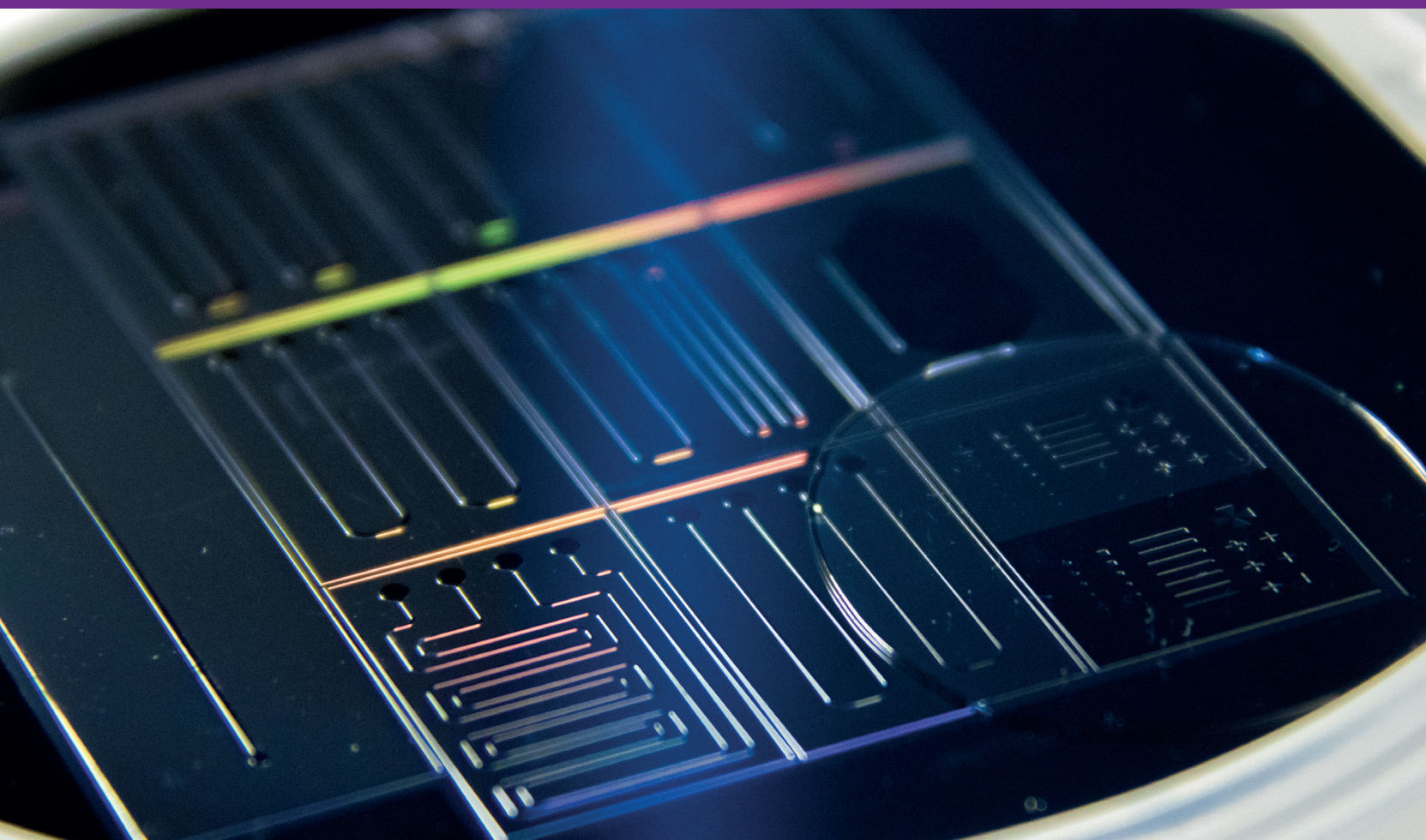


*Cultiver l'innovation,
de la recherche fondamentale
au partenariat industriel*



L'INSTITUT FEMTO-ST



UN INSTITUT
DE RECHERCHE
D'ENVERGURE
INTERNATIONALE

FEMTO-ST EN CHIFFRES

- 700 membres
- 7 départements scientifiques
- 10 plateformes technologiques
- 400 articles scientifiques / an
- 400 contrats de recherche annuels

L'institut FEMTO-ST a pour objectif scientifique de maîtriser les micro et nanotechnologies, de développer de nouveaux composants et systèmes, d'optimiser leurs performances, de les doter de nouvelles fonctionnalités et de les rendre "intelligents".

Il déploie ces activités de recherche dans une forte perspective d'impact sociétal, en développant un continuum Recherche-Formation-Innovation, et en cultivant des liens Sciences-Société-Territoire.

IDENTITÉ

FEMTO-ST mène en région Bourgogne-Franche-Comté une recherche pluridisciplinaire dans les domaines des sciences physiques de l'ingénieur, de l'information et de la communication, qui vise à la fois l'avancée des connaissances et l'impact socio-économique. Créée en 2004, c'est une unité mixte de recherche rattachée à 1 organisme national de recherche et 3 établissements locaux d'enseignement supérieur aujourd'hui fédérés autour d'une université régionale.

- Le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)
- L'université de Franche-Comté (UFC)
- L'École Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques (SUPMICROTECH - ENSMM)
- L'université de Technologie de Belfort-Montbéliard (UTBM)

Ses locaux sont situés à Besançon, Belfort, Montbéliard et Sevenans.

POSITIONNEMENT

Ses travaux vont de la recherche fondamentale jusqu'aux applications industrielles, dans des secteurs comme l'énergie et le transport, la santé, les télécommunications, le spatial et la défense, l'instrumentation et la métrologie, le luxe et HBJO (Horlogerie Bijouterie Joaillerie Orfèvrerie).

ATOUTS

- Des compétences scientifiques et technologiques reconnues internationalement en cohérence avec les traditions industrielles régionales (microtechnologies, énergie)
- Des projets de recherche interdisciplinaire fondés sur l'excellence scientifique en adressant des sujets de niche positionnés au premier plan international.
- L'appui de plusieurs plateformes technologiques dont la centrale de microfabrication de premier plan national : MIMENTO.
- Une politique volontariste de valorisation de ses recherches (partenariats industriels, spinoff, spécialisation intelligente des régions, centre d'ingénierie FEMTO Engineering)
- Une stratégie scientifique qui cherche à identifier des cibles applicatives positionnées sur des enjeux sociétaux et économiques majeurs (transition énergétique, crise climatique, santé, innovations technologiques)
- Une participation active aux formations d'excellence associant science, technologie et innovation (ex : Cursus Master en Ingénierie, filières d'ingénieurs, Graduate Schools).

PROJETS D'ENVERGURE

FEMTO-ST est acteur de nombreux programmes d'investissement France 2030 :

- 2 projets d'excellence (Graduate schools EIPHI et InteGraTe, Labex FIRST-TF en temps-fréquence)
- 9 équipements d'excellence dans les domaines métrologie du temps et des fréquences, matériaux, photonique, hydrogène-énergie, microrobotique, micro-nanotechnologie
- 1 institut de recherche technologique (IRT M2P)
- Une implication forte dans les programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR : Electronique, Hydrogène décarboné, Technologies Avancées des Systèmes Énergétiques, Robotique Organique, Technologies quantiques, Recyclage)

L'institut participe à plusieurs structures de recherche communes en France et à l'étranger :

- Des collaborations internationales avec des centres de recherche prestigieux (IBM, NIST, Harvard, KIT, etc.)
- Le collegium international SMYLE sur les Smart Systems avec l'EPFL (Suisse)
- Des laboratoires communs avec des industriels
- Une Unité d'appui à la Recherche FC LAB (Belfort), sur les systèmes hydrogène-énergie.
- Une unité de service de l'OSU THETA dans le domaine de la métrologie du temps et des fréquences
- Une Fédération de Recherche FIRST-TF en Temps-Fréquence
- Une fédération de recherche nationale sur l'hydrogène FR-H2

FEMTO-ST est à l'origine de la création de 24 spin-off. Issues des savoir-faire de l'institut, elles ont permis la création de plus de 300 emplois et d'un chiffre d'affaires en 2022 de 40 M€.

RAYONNEMENT ET DISTINCTIONS

- Lauréats de l'European Research Council (ERC)
- Médailles d'Argent, de Bronze et d'Innovation du CNRS
- Membres de l'Institut Universitaire de France
- Prix scientifiques et d'innovation nationaux et internationaux
- Nominations « Fellow » et prix internationaux de sociétés savantes prestigieuses (IEEE, Optica, SPIE)
- Portage d'événement international avec l'ONU et l'UNESCO (Journée Internationale de la Lumière)

SCIENCE ET SOCIÉTÉ

- Médiation scientifique : Fête de la Science, Nuit des Chercheurs, Visites Insolites, Pint of Science
- Art et Sciences : collaborations avec des artistes
- Interventions et échanges dans les collèges et lycées

PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES



Les plateformes technologiques mises en place par FEMTO-ST permettent de soutenir les activités de recherche menées au sein de l'institut, et sont aussi ouvertes à ses partenaires industriels et académiques ainsi qu'à la formation.

Elles sont financées conjointement par l'Europe, l'État, la Région Bourgogne-Franche-Comté, les autres collectivités locales et les projets de recherche.

CENTRALE DE TECHNOLOGIE DE MICRO & NANOFABRICATION EN SALLE BLANCHE: MIMENTO

La centrale de technologie MIMENTO de FEMTO-ST développe de nouvelles technologies dans le cadre de projets de recherche en micro-nano acoustique, micro-nano optique et micromécanique.

Membre de l'Infrastructure de Recherche nationale RENATECH (réseau national des grandes centrales de technologie du CNRS), FEMTO-ST bénéficie depuis 2004 du programme RTB dédié à la recherche technologique de base.

Elle accueille 3 types d'activités complémentaires et en interaction :

- la recherche fondamentale en matériaux pour les nanotechnologies et en composants intégrés destinés à remplir de nouvelles fonctionnalités obtenues en exploitant des principes physiques originaux ;
- le développement de filières technologiques pour la réalisation complexe de microdispositifs et microsystèmes hybrides ;
- la R&D et l'innovation industrielle de rupture (notamment au travers d'une ligne industrielle de fabrication de micro-nano-composants réalisables par lots en fabrication collective).

Certifiée ISO 9001

MICRO FABRICATION HYBRIDE (MIFHYSTO)

Cette plateforme (mutualisée UTINAM - ICB - FEMTO-ST) développe de nouvelles technologies de microfabrication mécanique, de fonctionnalisation de surface et d'hybridation avec des procédés de type salle blanche pour la réalisation de composants dont les dimensions ou les détails caractéristiques se situent à l'échelle submillimétrique.

MÉTROLOGIE DU TEMPS ET DES FRÉQUENCES (OSCILLATOR IMP)

Labellisée dans le cadre des programmes d'investissement d'avenir, elle est dédiée à la caractérisation de la stabilité relative de fréquence à court terme (de 1 ms à 1 jour). Cet outil utilise les meilleures références de fréquence actuelles couvrant un très large spectre de fréquence (de la RF à l'Optique) et des instruments métrologiques de comparaison à l'état de l'art. Il permet d'améliorer significativement la résolution des mesures tant pour les activités de service accréditées (calibrage, certification ISO 9001) que pour les besoins en recherche et développement.

Certifiée ISO 9001 pour le calibrage

HYDROGÈNE - ÉNERGIE

La plateforme hydrogène-énergie dispose de moyens expérimentaux permettant le test de systèmes piles à hydrogène et d'électrolyseurs d'eau, pour des applications de mobilité comme des applications stationnaires. La plateforme est opérée par l'UAR FCLAB.

CENTRE DE MICRO-NANO ROBOTIQUE (CMNR)

Reconnu Infrastructure de Recherche nationale (ROBOTEX 2.0) et soutenu par des programmes d'investissement d'avenir, il propose des services pour la caractérisation, la manipulation et le micro-assemblage de micro-nanocomposants.

TECHNOLOGIES PHOTONIQUES / OPTIQUES (SMARTLIGHT)

SMARTLIGHT (mutualisée ICB - FEMTO-ST) vise à partager des équipements scientifiques de pointe entre la communauté scientifique académique et les industriels dans le domaine de la photonique intelligente (technologies quantiques, caractérisation d'impulsions optique ultra-brève, effets non linéaires et capteurs dans les fibres optiques exotiques, cristaux photonique et optique intégrée hybride).

CARACTÉRISATION MÉCANIQUE DE MATÉRIAUX ET STRUCTURES (AMETISTE)

La plateforme AMETISTE regroupe un grand nombre d'équipements de caractérisation mécanique des matériaux, surfaces et structures dans une large gamme de dimensions et de fréquences. Elle met à disposition des moyens et réalise des prestations à destination de la recherche et des industriels.

Certifiée ISO 9001

MÉTROLOGIE DES ÉCOULEMENTS ET DES ÉCHANGES THERMIQUES (FLUIDIX)

L'ensemble des équipements de FLUIDIX constitue un plateau technique performant et spécifique, dédié à la caractérisation fluidique et thermique d'écoulements complexes. A ces équipements, sont associés des bancs de caractérisation de machines thermiques notamment pour la cogénération, la production de froid, l'étude des phénomènes couplés thermiques/électriques en contacts glissants.

ÉLABORATION ET CARACTÉRISATION DE COUCHES MINCES (SURFACE)

La plateforme SURFACE regroupe un ensemble de compétences et d'équipements spécifiquement dédiés à la conception, l'élaboration, la caractérisation et l'étude des propriétés physiques des matériaux en couche mince ou ultra-mince. La plateforme SURFACE se caractérise par sa capacité à promouvoir l'accès à des technologies de pointe à tous les partenaires académiques ou industriels qui souhaitent résoudre des défis complexes dans le domaine des matériaux en couche mince.

Certifiée ISO 9001

PROTÉOMIQUE (CLIPP)

Labellisée IBISA en 2016, la plateforme CLIPP est dédiée à l'analyse des protéomes en biologie et en clinique. Elle propose son expertise dans le domaine de la protéomique faisant appel à des savoir-faire en (bio) chimie, physico-chimie, nano et micro-ingénieries, biostatistiques et bio-informatiques.

ENJEUX SOCIÉTAUX



DOMAINES D'INNOVATION

ÉNERGIE ET TRANSPORTS

- Systèmes pile à combustible et hydrogène
- Chaîne de traction électrique et hybride
- Machines thermiques, micro-cogénération
- Stockage de l'énergie
- Contrôle de bruit et de vibrations
- Matériaux, structures composites et hybrides
- Logiciels pour la mobilité partagée
- Génération automatique de tests de systèmes embarqués

SANTÉ

- Dispositifs médicaux intelligents
- Microrobotique médicale
- Bio-informatique et e-santé
- Bio microsystèmes
- Protéomique clinique
- Microtechniques pour les biomédicaments
- Prédiction et analyse des appels dans les services de secours
- Automatisation de l'analyse d'images médicales (scanner, IRM)
- Anonymisation des données médicales

LUXE ET HBJO

- Usinage de haute précision
- Microfabrication hybride et micro-assemblage
- Matériaux avancés
- Surfaces fonctionnelles, traitements de surface
- Composants mécaniques intelligents
- Surveillance de la durée de vie

TÉLÉCOMMUNICATIONS, SPATIAL, DÉFENSE

- Horloges et oscillateurs ultra-stables
- Composants nanophotoniques et télécoms
- Systèmes optiques et optoélectroniques pour le traitement de l'information
- Sécurisation et fiabilité de l'information, information quantique
- Processeurs et calculateurs photoniques complexes et IA
- Sécurité et fiabilité des communications

MÉTROLOGIE, INSTRUMENTATION

- Instruments à haute résolution pour la métrologie TF
- Matériaux et transducteurs piézoélectriques
- Instrumentation photonique
- Sources lasers avancées
- Pronostic et diagnostic de systèmes
- MEMS et MOEMS Micro-capteurs et réseaux de capteurs



AXES ET TECHNOLOGIES TRANSVERSES

BIOM'@X

L'axe transverse Biom'@x regroupe les travaux menés dans les 7 départements de FEMTO-ST sur les problématiques liées aux sciences de la vie et à la santé. Ces travaux couvrent un large spectre thématique allant des échelles moléculaires et cellulaires, à l'organe individuel, jusqu'au corps humain dans son entier.

Quelques projets emblématiques :

- Micro-fluidique et micro-manipulation robotique pour la production de biomédicaments ou pour l'analyse du sang ;
- Micro-chirurgie robotique mini-invasive des cordes vocales ou du cerveau ;
- Répercussion biomécanique des vibrations dans certains métiers manuels ;
- Dispositifs portables de détection précoce du cancer du sein ;
- Capteurs chimiques pour la détection de cancer du poumon via l'haleine
- IA pour l'assistance au diagnostic à partir d'images médicales ;
- IA pour l'organisation des blocs opératoires ou la prédiction d'événements critiques au SAMU ou au SDIS ;

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE LOGICIELLE ET MATÉRIELLE

- Calculateur optique à réseaux de neurones
- Prédiction de systèmes complexes, diagnostic et pronostic
- Imagerie non-conventionnelle & IA
- Capteurs et sources dans les technologies quantiques

COMPOSANTS, SYSTÈMES ET FONCTIONS MULTI-PHYSIQUES AUX ÉCHELLES MICRO & NANO

- Fonctionnalités augmentées pour la microélectronique silicium (matériaux électroactifs exotiques -LiNbO₃- pour la téléphonie mobile 5G et 6G
- Microfluidique sur verre,
- Capteurs de pollution à chimie de surface
- Micro-horloges atomiques pour la distribution ultra-précise et sécurisée du temps par réseau
- Microscopie 3D OCT intégrée pour la détection des cancers de la peau sans biopsie
- Capteurs optiques intégrés de champs électriques
- Capteurs optiques intégrés de doses de rayonnements ionisants

DÉPARTEMENTS SCIENTIFIQUES



EXCELLENCE
SCIENTIFIQUE

AUTOMATIQUE ET SYSTÈMES MICROMÉCATRONIQUES (AS2M)

Micro et nanorobotique, instrumentation et perception aux petites échelles, robotique déformable, souple et dextre, optimisation et commande des systèmes multiphysiques complexes, santé des systèmes et science des données.

- Nanorobotique, Métrologie de force et applications pour les environnements dynamiques aux micro-nano échelles, Perception, Micro robotique liquide et sans contact et optimisation structurelle
- Robotique continûment déformable, robotique parallèle et dextre, modèles, structure de modèles observation commande
- Neurosciences, Prognostics and health management, décision durable et optimisation

ÉNERGIE

Conception, caractérisation, pilotage, optimisation, durabilité et intégration.

- Systèmes pile à combustible et électrolyseur
- Systèmes hybrides électriques
- Stockage pour les systèmes électriques et l'hydrogène
- Convertisseurs électromagnétiques et statiques
- Machines et systèmes thermiques
- Thermique du bâtiment
- Métrologie et instrumentation en énergétique

INFORMATIQUE DES SYSTÈMES COMPLEXES (DISC)

Modélisation, développement, validation et optimisation de systèmes complexes (distribués, intelligents) pour la sûreté, la sécurité et la fiabilité des communications et des systèmes d'information, appliqué aux domaines de la santé, de la mobilité, de la logistique, de la gestion d'énergie, de la sécurité, de la matière programmable, et des réseaux de capteurs.

- Algorithmique numérique distribuée, IA et optimisation
- Systèmes distribués, ordonnancement parallèle, IA distribuée
- Di-MEMS, ordonnancement et planification et réseaux sans fil
- Vérification et validation de logiciels et de systèmes embarqués

MÉCANIQUE APPLIQUÉE (DMA)

Du cœur de la matière aux technologies intégrées innovantes. Fonctionnaliser, optimiser et contrôler les matériaux, les microsystèmes et les structures.

- Matériaux pour la transition écologique
- Mécanique pour la santé
- Mécano-Chimie et tribologie

- Microtechniques Intelligentes
- Procédés de Fabrication et Interactions Surfaces et Matériaux
- Dynamique des structures et vibro-acoustique

MICRO-NANOSCIENCES ET SYSTÈMES (MN2S)

Conception et réalisation de composants et microsystèmes acoustiques, optiques ou biomédicaux ; élaboration et caractérisation de matériaux fonctionnels et de surfaces nanostructurées.

- Microdispositifs instrumentés pour la biologie et les biomédicaments,
- Biodétection et nanocaractérisation d'objets biologiques,
- Films minces et nanomatériaux pour les microsystèmes et pour l'énergie,
- Nanosciences, nanophononique et microsystèmes optiques,
- Phononique, métamatériaux acoustiques et microscopies.

OPTIQUE

Nouveaux concepts de propagation lumineuse, d'interaction lumière-matière et de fonctions optiques avancées, systèmes intégrés en photonique non linéaire, sources lumineuses, photonique dans les fibres, nano-photonique, optique ultra-rapide, information quantique, imagerie non-conventionnelle, IA photonique.

- Optique non-linéaire
- Optoélectronique
- Nano-optique

TEMPS-FRÉQUENCE (TF)

Dispositifs ultrastables (oscillateurs et horloges) pour des mesures de temps et de fréquence, capteurs à ondes acoustiques de surface pour l'environnement.

- Sources de fréquences ultra-stables (oscillateurs et horloges de la RF à l'optique)
- Capteurs à ondes acoustiques
- Métrologie temps et fréquence
- Service accrédité de calibrage des sources de fréquences
- Résonateurs MEMS/Matériaux piézoélectrique massif et couches minces

RÉCITS

RÉCITS (Recherche et Étude sur le Changement Industriel, Technologique et Sociétal) est une équipe en Sciences Humaines et Sociales (SHS) qui déploie des recherches disciplinaires et interdisciplinaires en SHS sur la technologie (histoire, économie, sociologie, philosophie, aménagement de l'espace/urbanisme, ergonomie) et interdisciplinaires entre SHS et SPI (Sciences Physiques de l'Ingénieur).

RELATIONS INDUSTRIELLES



L'INNOVATION
AU SERVICE
DES PARTENAIRES
INDUSTRIELS

L'engagement et l'aptitude de FEMTO-ST à développer des partenariats avec l'industrie lui ont permis d'être récompensé au plus haut niveau national.

Les prix de l'innovation de BPI France récompensent très régulièrement les projets entrepreneuriaux issus de FEMTO-ST.

SPIN-OFF

FEMTO-ST est aussi à l'origine de plusieurs spin-off en 10 ans. Cela se traduit notamment dans le tissu économique régional par l'émergence d'entreprises de haute technologie, exploitant les innovations issues de ses recherches.

- AUREA TECHNOLOGY (systèmes pour les technologies quantiques)
- SHARE&MOVE (logiciels pour mobilité et transports alternatifs)
- FREC'N'SYS (intégré au groupe SOITEC - composants télécommunications)
- PERCIPIO ROBOTICS (microrobotique et micro-assemblage)
- MAHYTEC (intégré au groupe HENSOLDT - solutions pour le stockage d'hydrogène)
- COVALIA INTERACTIVE (aujourd'hui intégré à Maincare Solutions - outils logiciels et systèmes pour la télé médecine)
- H2SYS (groupes électrogènes à pile à combustible)
- VERSO Optim (logiciels d'optimisation de la logistique)
- ANANKE (valorisation de chaleurs fatales industrielles)
- AFULudine (lubrifiants écologiques)
- VIBISCUS (pour la réduction des bruits de flux d'air)
- AMAROB (robots chirurgicaux miniatures faiblement invasifs et multi-fonctions)
- CLHYNN (micro-piles à combustible pour les sources d'énergie basse puissance)

SPÉCIALISATION INTELLIGENTE RÉGIONALE

Participation à la stratégie de spécialisation intelligente des Régions (RIS3) en lien avec près de 30 entreprises et ayant concerné plus de 30 M€ de subventions européennes de développement économique.

Exemples de projets soutenus :

- μ D2 (μ -usinage de métaux durs pour l'horlogerie)
- Smart-Inn (filtres RF telecom nouvelles générations)
- 3S-MEMS (capteur MEMS hybrides sans alimentation)

- MiMédi (Microtechnologies pour la production de biothérapies)
- NextWatch (moteurs de montre miniatures à base de MEMS)
- Vhyctor (réservoirs et réseau de distribution H2)

FEMTO ENGINEERING

Abrité par la fondation partenariale FC'INNOV, FEMTO Engineering emploie des personnels dédiés au « prolongement de laboratoire ». Leur mission consiste à monter en maturité technologique les résultats de recherche de FEMTO-ST, en les transformant en des applications potentielles proches d'un marché. Les activités de FEMTO Engineering, membre du Carnot TSN, sont soit financées par des industriels pour répondre à leurs besoins de R&D, soit par des subventions publiques ou des ressources dégagées par les contrats industriels pour développer en interne des innovations qui pourront ensuite être transférées.

COLLABORATIONS INDUSTRIELLES DIRECTES

Un cadre de propriété intellectuelle très ouvert permet de favoriser ces interactions directes (> 10 brevets par an, cession de licence, partage de savoir-faire).

Les collaborations directes se déclinent par des contrats de recherche courts, des thèses Cifre ou encore par la création de laboratoires communs permettant des liens plus étroits et à long terme de partage de stratégie scientifique et technologique.

ILS NOUS FONT CONFIANCE

AR ELECTRONIQUE, AIRBUS, TOTAL, C&K COMPONENTS, DIAMATEC, TCONCEPT, SONAXIS, FAURECIA, GRUPO ANTOLIN, SAFRAN, ORANGE, SCHLUMBERGER, ALSTOM, SNCF, CNES, Exail...

Crédits photos : S. QUARROZ - L. GODARD



Avec le soutien de :



INSTITUT FEMTO-ST
UMR 6174
15B Avenue des Montboucons
25030 Besançon Cedex



www.femto-st.fr