

# INSTITUT DE RECHERCHE



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



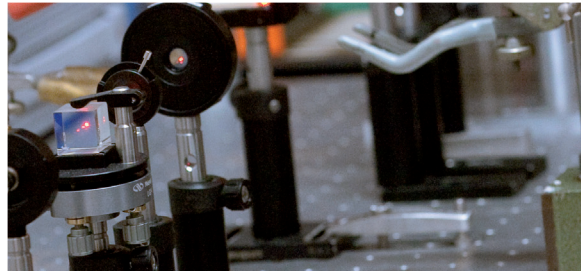
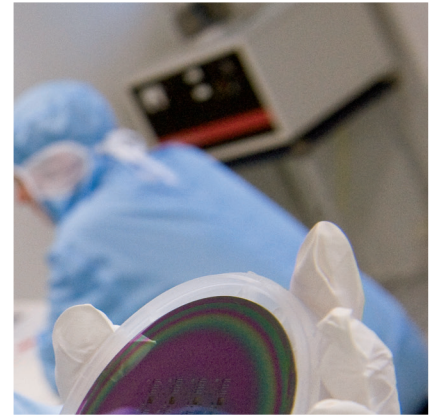
UNIVERSITÉ de  
FRANCHE-COMTÉ

ensmm  
Ecole Nationale Supérieure de  
Mécanique et des Microtechniques

utbm  
Université de Technologie  
de Belfort-Montbéliard

membres de





L'institut FEMTO-ST a pour objectif général 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".

## Identité

FEMTO-ST mène en région Bourgogne-Franche-Comté une recherche pluridisciplinaire dans les domaines des sciences 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 de l'Université de Bourgogne Franche-Comté (UBFC) :

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

Ses locaux sont situés à Besançon, Belfort et Montbéliard.

## 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 et le spatial, l'instrumentation et la métrologie, le luxe et HBJO (Horlogerie Bijouterie Joaillerie Orfèvrerie).

## Atouts

- Des compétences scientifiques et technologiques reconnues internationalement et s'appuyant sur la tradition industrielle régionale
- Des projets de recherche interdisciplinaire fondés sur l'excellence (laboratoire classé A+, note la plus élevée donnée par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche)
- Une participation active aux formations d'excellence associant science, technologie et innovation (ex : Cursus Master d'Ingénierie, filières d'ingénieurs, Graduate School).
- 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, spin-off, spécialisation intelligente des régions)

## Projets d'envergure

FEMTO-ST est acteur de nombreux programmes d'investissement d'avenir (PIA) :

- 2 projets de laboratoire d'excellence (ACTION sur les systèmes intelligents et FIRST-TF en temps-fréquence)
- 3 équipements d'excellence (OSCILLATOR-IMP, REFIMEVE+ et ROBOTEX)
- 1 Graduate School (EIPHI, formation master + doctorat à vocation internationale)
- 1 institut de recherche technologique (IRT M2P)
- 1 projet structurant des pôles de compétitivité (Open Food System)

FEMTO-ST est également très impliqué dans les pôles de compétitivité régionaux "Microtechniques" et "Véhicule du futur" mais aussi des pôles "Plastipolis", "Vitagora" et "Nuclear Valley".

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, CalTech, Harvard, KIT, etc.)
- Des équipes mixtes de R&D avec des industriels
- Le collegium international SMYLE sur les Smart Systems avec l'EPFL (Suisse)
- La fédération de recherche FC LAB (Belfort), sur les systèmes pile à combustible
- Une unité de service de l'OSU THETA dans le domaine de la métrologie du temps et des fréquences
- L'unité mixte internationale Georgia-Tech (USA)-CNRS dans le domaine de l'acoustique et l'optoélectronique

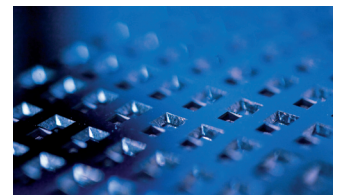
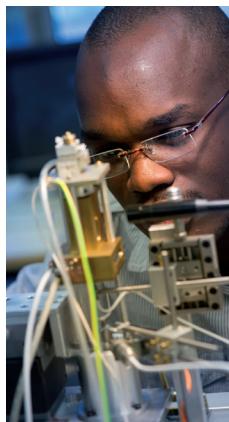
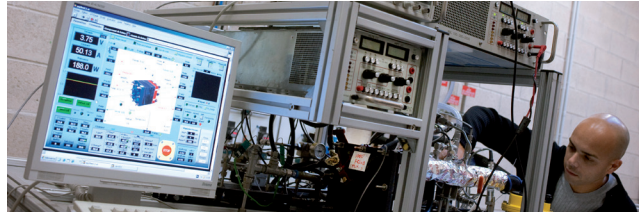
FEMTO-ST est à l'origine de la création de 19 spin-off. Issues des savoir-faire de l'institut, elles ont permis la création de 212 emplois et d'un chiffre d'affaires 2017 de 19,5 M€.

## Chiffres clés

- 750 personnes
- 7 départements scientifiques
- Budget opérationnel : 17 millions d'Euros (en 2017)
- Budget consolidé : 40 millions d'euros
- Près de 400 contrats de recherche annuels (industriels, Europe, ANR...)

## Rayonnement et Distinctions

- Lauréats de l'European Research Council (ERC)
- Médailles d'Argent et de Bronze 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, OSA, SPIE)
- Présidence de la Société Européenne de Physique
- Membre du board des directeurs de la société SPIE



## Automatique et systèmes micromécatroniques

Robots de micro-nano-manipulation pour l'industrie et le biomédical, commande et conception des microsystèmes et pronostic de défaillance des équipements.

- Pronostic & health management
- Micro nanorobotique biomédicale
- Stratégies de perception et caractérisation aux échelles micro- et nanoscopiques
- Conception et commande de systèmes micromécatroniques

## Énergie

Etudes de systèmes de production, de conversion et de stockage de l'énergie thermique et électrique.

- Conception, réalisation de machines thermiques et électriques non conventionnelles
- Métrologie et instrumentation en énergétique
- Systèmes hybrides et systèmes pile à combustible

## Informatique des systèmes complexes

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, l'e-santé et les services en mobilité.

- Algorithmique numérique distribuée
- Systèmes répartis en réseaux
- Réseaux mobiles multi-échelles
- Vérification et validation de logiciels et de systèmes embarqués

## Mécanique appliquée

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

- Structures communicantes et contrôlées
- Conception intégrée matériau-process-produit

## Micro-nanosciences et systèmes

Composants et microsystèmes acoustiques, optiques ou biomédicaux innovants dans les domaines des surfaces et matériaux fonctionnels.

- Microsystèmes multiphysiques
- Micro-instrumentation, nanosciences et ondes
- Micro-nano matériaux et surfaces

## Optique

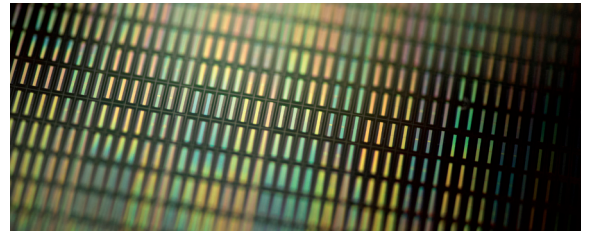
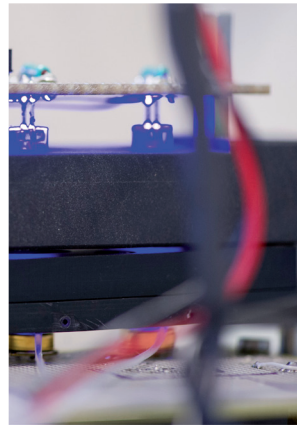
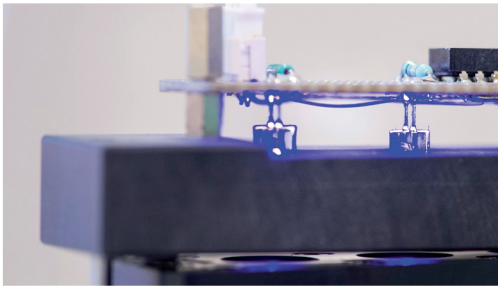
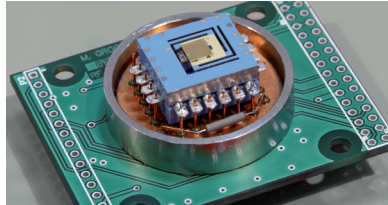
Nouveaux concepts de propagation lumineuse, d'interaction lumière-matière et de fonctions optiques avancées pour la conception de composants ultra miniatures, sources lumineuses, systèmes et instrumentation photoniques.

- Optique non-linéaire
- Optoélectronique
- Nano-optique

## Temps-fréquence

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



### 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

### 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

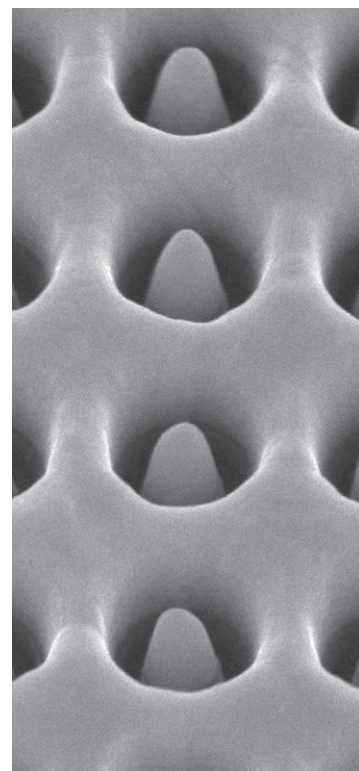
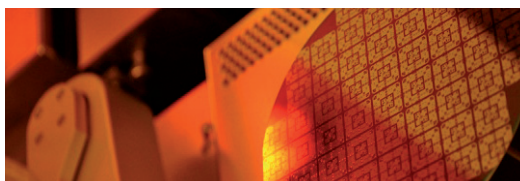
- Oscillateurs et horloges ultra-stables
- Composants nanophotoniques et télécoms
- Systèmes optiques et optoélectroniques pour le traitement de l'information
- Sécurisation et fiabilité de l'information, information quantique
- Processeurs et calculateurs photoniques complexes
- Sécurité et fiabilité 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

# Plateformes technologiques

Une centrale  
de technologie  
d'envergure européenne



Les plateformes technologiques mises en place par FEMTO-ST permettent de soutenir les activités de recherche menées au sein de l'institut, mais sont aussi ouvertes à ses partenaires industriels et académiques et à la formation. Elles sont financées conjointement par l'Europe, l'État, la Région Bourgogne-Franche-Comté et autres collectivités locales ainsi que par 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. En tant que membre du réseau 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 est composée de 3 modules complémentaires : un **module de recherche fondamentale en nanotechnologies**, un **module de**

**micro-fabrication salle blanche** disposant de plusieurs filières complètes de réalisation de microdispositifs et un **module mutualisé de R&D et d'innovation industrielle** (ligne industrielle de fabrication de micro-nano composants piézoélectriques réalisés par lots)

### Principales ressources technologiques

- Lithographie (UV et électronique, masqueur laser)
- Dépôts de couches minces (pulvérisation, évaporation, PECVD, électroformage)
- Gravure ionique (RIE, DRIE, FIB)
- Packaging (wafer bonding, wire bonding, flipchip, découpe de précision...)
- Caractérisation (MEB, AFM, Ellipsométrie, XPS...)

### Ligne industrielle de microfabrication (R&D)

- Stepper et pistes d'enduction automatique
- Cluster de dépôt (AIN) et bâti d'évaporation
- Caractérisation (fluorescence X, MEB)

## Plateforme de micro-fabrication hybride : MIFHySTO

Cette plateforme 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.

[mifhysto@femto-st.fr](mailto:mifhysto@femto-st.fr)

## Plateforme de métrologie temps-fréquence : OSCILLATOR-IMP

Labellisée dans le cadre des programmes d'investissement d'avenir, elle est dédiée à la caractérisation de la stabilité 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) que pour les besoins en recherche et développement.

[oscillator-imp@femto-st.fr](mailto:oscillator-imp@femto-st.fr)

## Plateforme SYSTÈMES PILE À COMBUSTIBLE

La fédération de recherche FCLAB propose une plateforme d'expérimentation pour les tests de systèmes pile à combustible, notamment de la durabilité de sources énergétiques destinées aux véhicules électriques et hybrides et aux applications stationnaires

[contact@fclab.org](mailto:contact@fclab.org)

## Contact

[mimento@femto-st.fr](mailto:mimento@femto-st.fr)  
[www.femto-st.fr/MIMENTO](http://www.femto-st.fr/MIMENTO)

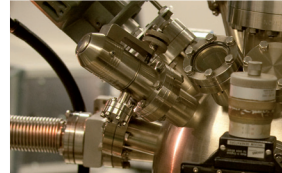
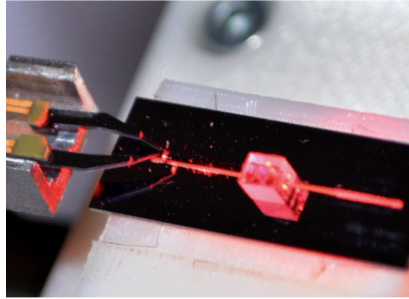
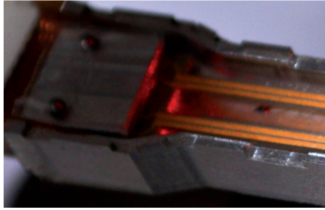
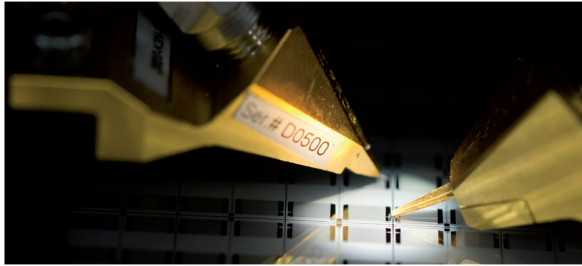
## Technologie Salle blanche

- Locaux de 1360 m<sup>2</sup> dont 865 m<sup>2</sup> de classe ISO 5 à 7
- 15 M€ d'équipements technologiques
- 10 ingénieurs et techniciens
- Matériaux : quartz, niobate de lithium, silicium...

## Plateforme de micro-nano robotique : µROBOTEX

Elle fait partie du réseau national des 5 plateformes robotiques d'excellence labellisées par les programmes d'investissement d'avenir. Elle propose des services pour la caractérisation, la manipulation et le micro-assemblage de micro-nanocomposants.

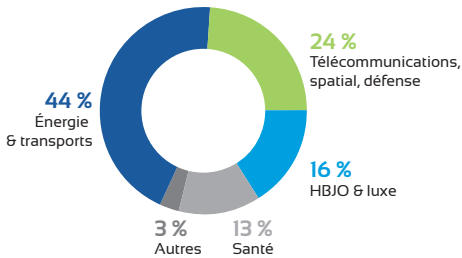
[microrobotex@femto-st.fr](mailto:microrobotex@femto-st.fr)



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.

L'INPI a notamment souligné la qualité scientifique des recherches menées par FEMTO-ST ainsi que sa politique de valorisation fortement orientée vers les PME et basée sur une véritable culture de la propriété industrielle.

## Marchés



Cela s'est traduit dans le tissu économique régional par l'émergence d'entreprises de haute technologie, exploitant les innovations brevetées par FEMTO-ST.

FEMTO-ST a ainsi créé plusieurs spin-off en 10 ans :

- Aurea Technology (instrumentation optique)
- Share&Move (logiciels pour mobilité et transports alternatifs)
- Frec'n'sys (composants télécommunications)

- Percipio Robotics (microrobotique et micro-assemblage)
- Expertisens (systèmes tactiles et sensitifs)
- MAHYTEC (solutions pour le stockage d'hydrogène)
- Covalia (télémédecine)
- H2SYS (groupes électrogènes à pile à combustible)
- Kipers Industries (maintenance prédictive)
- VERSO Optim (logiciels d'optimisation de la logistique)
- ANANKE (cogénération d'énergie)
- AFULudine (lubrifiants écologiques)
- NEXTPAC (pompes à chaleur)

## De multiples formes de collaborations

Les partenariats avec FEMTO-ST et son centre d'ingénierie FEMTO Engineering (membre Carnot TSN) peuvent prendre différentes formes et couvrent tout le spectre de l'échelle TRL (Technology Readiness Level) de maturité des technologies, allant du concept à la réalisation de produits et/ou procédés industrialisables :

- l'expertise, le conseil et la veille scientifique
- la formation scientifique et technologique
- les développements technologiques

## les contrats de recherche

Il s'agit de projets de recherche et de R&D menés en partenariat avec des organismes publics ou des entreprises. Ces dernières peuvent, à ce titre, bénéficier d'une déduction d'impôts (crédit impôt recherche). La propriété intellectuelle est négociée dans un cadre très ouvert : prise de brevet, cession de licences, partage de savoir-faire...

Sont plus particulièrement privilégiés :

## les thèses CIFRE

L'institut FEMTO-ST peut assurer l'encadrement scientifique de thèses menées en partenariat avec des entreprises.

## les laboratoires communs avec les entreprises

FEMTO-ST souhaite continuer à développer avec les entreprises des collaborations de recherche et de développement pérennes.

contact: [sri@femto-st.fr](mailto:sri@femto-st.fr)

## Ils nous font confiance

AIR LIQUIDE, AIRBUS, ALCATEL-LUCENT, ALSTOM, CNES, EDF, ESA, EUROCOPTER, ENGIE, GENERAL ELECTRIC, HORIBA, IBM, ORANGE, PSA, RENAULT, GROUPE SAFRAN, THALES, iXBLUE...

**femto-st**  
SCIENCES & TECHNOLOGIES



INSTITUT FEMTO-ST  
UMR 6174  
15B AVENUE DES MONTBOUCONS  
25030 BESANÇON CEDEX  
[www.femto-st.fr](http://www.femto-st.fr)



AVEC LE SOUTIEN DE



Activités de soutien à la recherche