Rapport d'évaluation de l'unité FEMTO-ST – Franche-Comté Électronique, Mécanique, Thermique et Optiques - Sciences et Technologies

Eric Tournié, Jean-Marc Allain, Mathieu Arnoux, Nathalie Bardou, Skandar Basrour, Jean-Marc. Bassat, Christian Bergaud, Xavier Brun, Nathalie Destouches, Aurelian Fatu, et al.

▶ **To cite this version:**

Eric Tournié, Jean-Marc Allain, Mathieu Arnoux, Nathalie Bardou, Skandar Basrour, et al.. Rapport d'évaluation de l'unité FEMTO-ST – Franche-Comté Électronique, Mécanique, Thermique et Optiques - Sciences et Technologies : Sciences et Technologies. Campagne d'évaluation 2022-2023. C2023-EV-0251215K-DER-PUR230023102-RF, Hcéres. 2023, pp.1-51. hal-04505233

HAL Id: hal-04505233
https://hal.science/hal-04505233

Submitted on 14 Mar 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

Évaluation de la recherche

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

FEMTO-ST – Franche-Comté Électronique, Mécanique, Thermique et Optiques - Sciences et Technologies

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Université de Franche-Comté – UFC

Université Bourgogne Franche-Comté – UBFC

Centre national de la recherche scientifique – CNRS

École nationale supérieure de mécanique et des microtechniques de Besançon – ENSMM

Université de technologie de Belfort-Montbéliard – UTBM

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2022-2023
VAGUE C

Rapport publié le 05/05/2023

Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur

Au nom du comité d'experts[1] :

Eric Tournié, Président du comité

Pour le Hcéres[2] :

Thierry Coulhon, Président

En vertu du décret n° 2021-1536 du 29 novembre 2021 :
1 Les rapports d'évaluation « sont signés par le président du comité ». (Article 11, alinéa 2) ;
2 Le président du Hcéres « contresigne les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts et signés par leur président. » (Article 8, alinéa 5.)

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous. Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité. Les données chiffrées de ce rapport sont les données certifiées exactes extraites des fichiers déposés par la tutelle au nom de l'unité.

MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

Président :	M. Éric Tournié, Université de Montpellier
Experts :	M. Jean-Marc Allain, École polytechnique - X, Palaiseau M. Mathieu Arnoux, Université Paris-7 Mme Nathalie Bardou, CNRS, Palaiseau M. Skandar Basrour, Université Grenoble Alpes - UGA M. Jean-Marc Bassat, CNRS, Pessac M. Christian Bergaud, CNRS, Toulouse M. Xavier Brun, Institut national des sciences appliquées de Lyon - Insa Lyon, Villeurbanne Mme Nathalie Destouches, Université Jean Monnet Saint-Étienne – UJM (représentante du CoNRS) M. Aurelian Fatu, Université de Poitiers, Angoulême M. David Folio, Institut national des sciences appliquées Centre-Val de Loire, Bourges M. Antoine Grall, Université de technologie de Troyes - UTT, Troyes M. Luca Guidoni, CNRS, Paris M. Alexandre Guitton, Université Clermont-Auvergne, Aubière M. Pierre-Yves Joubert, Université Paris Sud, Palaiseau M. Arnaud Landragin, CNRS, Paris M. Daniel Racoceanu, Sorbonne université, Paris Mme Christine Restoin, Université de Limoges (représentante du CNU) M. Gwen Salaün, Université Grenoble Alpes - UGA, Montbonnot-Saint-Martin M. Roger Serra, Institut national des sciences appliquées Centre-Val de Loire, Blois M. Didier Trichet, Université Bretagne Loire - UBL, Saint-Nazaire

REPRÉSENTANTS DU HCÉRES

M. Philippe Benech
M. Antoine Ferreira

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Franche-Comté Électronique Mécanique Thermique et Optique – Sciences et Technologies
- Acronyme : FEMTO-ST
- Label et numéro : UMR CNRS 6174
- Nombre de départements : 7
- Composition de l'équipe de direction : M. Laurent Larger (directeur), Mme Ausrine Bartasyte (directrice adjointe), M. Fei Gao (directeur adjoint).

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies
ST6 Sciences et technologies de l'information et de la communication – STIC
ST5 Sciences pour l'ingénieur - SPI
ST2 Physique
SHS7 : Espace et relations homme/milieux

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

FEMTO-ST se donne comme objectif de « maîtriser les micro- et nano-technologies, densifier les fonctions, intégrer l'intelligence, pour des composants et des systèmes à fort potentiel d'innovation et de rupture scientifique et technologique » à travers une organisation en sept départements scientifiques disciplinaires qui font l'objet de cette évaluation : AS2M (automatique et systèmes micro-mécatroniques), DISC (département d'informatique des systèmes complexes), ENERGIE, DMA (département de mécanique appliquée), MN2S (micro-nano-sciences et systèmes), OPTIQUE et TF (Temps-Fréquence). Deux axes transverses aux départements complètent cette organisation : Biom'@x créé en 2013 dans le domaine de l'ingénierie pour la santé, et RECITS (Recherche et Études sur les Changements Industriels, Technologiques et Sociétaux) relevant des SHS créé en 2017. L'axe transverse RECITS est également évalué dans ce rapport, au même titre que les sept départements.
Les thématiques de recherche de l'unité peuvent globalement se regrouper ainsi :

- Ondes, matières et milieux de propagation complexes (microacoustique ; phononique et photonique intégrée ; photonique non linéaire et dynamique des impulsions optiques ; mise en forme de faisceaux laser et interactions laser-matière à l'échelle femtoseconde ; manipulation spatiale ou temporelle d'états quantique ; spectroscopie atomique ; vibro-acoustique) ;
- Microsystèmes ; micromécatronique, microrobotique ; horloges atomiques microonde et optique miniatures ; biopuces, circuits microfluidiques pour des applications en santé ; capteurs intégrés ; transduction d'énergie, MEMS) ;
- Systèmes et informations complexes (systèmes piles à combustible ; thermique ; systèmes et métrologie temps-fréquence ; pronostic health management ; matière programmable ; sécurité et test logiciel ; calcul optique neuromorphique ; systèmes embarqués ; systèmes distribués ; intelligence artificielle).
- Matériaux et procédés avancés (micro-/nano-fabrication, intégration hétérogène, métamatériaux ; matériaux électro-actifs [LiNbO3], croissance en couches minces ; tribologie ; surfaces ; greffage moléculaire en surface ; structuration 3D-4D ; usinage laser femtoseconde ; composites et matériaux architecturés ; bio- et éco-matériaux ; usinage de précision ; micromécanique).

Les personnels de l'unité appartiennent à dix-huit sections différentes du CNU (surtout 27, 30, 60, 61, 62, 63) et cinq sections du CoNRS (07, 08, 09, 14 et 20). Côté CNRS, l'INSIS est l'institut de rattachement principal de FEMTO-ST tandis que l'INS2I et l'INP sont instituts de rattachement secondaire.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

L'institut de recherche FEMTO-ST a été créé en 2004 dans la volonté partagée de quatre UMR et une UPR du territoire franc-comtois (Besançon, Belfort, Montbéliard), et de leurs tutelles (UFC, CNRS, ENSMM, UTBM), de regrouper des forces dans le domaine des sciences pour l'ingénieur (SPI) et des sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC). L'objectif principal était de gagner en visibilité et en efficacité par une mutualisation de moyens humains et technologiques. Les moyens de micro-nano-fabrication de l'Institut des Microtechniques de Franche-Comté ont constitué le socle préfigurant cette fusion, socle qui a pu ensuite s'affirmer au niveau national grâce à FEMTO-ST, la centrale de technologie MIMENTO intégrant le cercle des cinq centrales nationales en micro-nano-fabrication du réseau RENATECH, TGIR géré par le CNRS. Au fil du temps d'autres unités de recherche du domaine STIC et SPI de la région ont intégré l'institut : automatique en 2008, informatique en 2012, et une dernière vague en 2017, en début de période d'évaluation, suite à la décision de l'UTBM de repositionner ses personnels dans des UMR qui a conduit des personnels en génie électrique, en informatique et même en sciences humaines et sociales tournées vers l'impact des technologies dans la société à intégrer FEMTO-ST.

En 2021 l'UMR CNRS FEMTO-ST n'avait plus que deux tutelles, le CNRS et la ComUE Université Bourgogne Franche-Comté (UBFC) créée en 2015. UBFC regroupait sept établissements d'enseignement supérieur de la région dont trois précédentes tutelles de FEMTO-ST : l'Université de Franche-Comté (UFC, sur tout le territoire franc-comtois), l'École Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques (ENSMM, à Besançon) et l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard (UTBM, dans le Nord Franche-Comté).
L'unité occupe plus d'une dizaine de bâtiments répartis sur sept sites, trois à Besançon, deux à Belfort, un à Montbéliard, un à Sévenans.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

FEMTO-ST est présent dans des structures en lien avec la recherche, comme les pôles de compétitivité (Véhicules du Futur, Microtechnique), des associations industrielles (salon professionnel Micronora), ou des initiatives d'innovation (notamment le programme FEDER RIS3 ou la fondation partenariale FC'INNOV de l'UFC qui comprend la *business-unit* FEMTO Engineering qui a comme objectif le « prolongement » de la recherche de FEMTO-ST dans l'échelle des TRL. L'unité est aussi impliquée dans des projets du PIA portés, ou co-portés.
Lors de la première vague du PIA en 2010-11, FEMTO-ST portait un labex (ACTION, sur tout le périmètre de l'unité, avec une partie de l'ICB Dijon et le LNIO à Troyes) et un équipex (Oscillator-IMP, mono-laboratoire, département TF) et était partenaire dans un autre labex (FIRST-TF, réseau national), et dans deux équipex (REFIMEVE+, Robotex) qui ont été prolongés durant la période évaluée. En outre, durant la période d'évaluation, l'école universitaire de recherche EIPHI a été obtenue fin 2017 sur tout le périmètre scientifique de l'unité prolongeant ainsi le labex ACTION, en partenariat avec l'Institut Carnot de Bourgogne et l'Institut Mathématique de Bourgogne. EIPHI a accueilli en 2021 quatre autres unités du domaine des sciences dures, couvrant ainsi 85 % des unités de ce domaine sur le site de la ComUE. En 2020, un projet SFRI « UBFC-InteGrate » porté par un membre de FEMTO-ST a été obtenu pour les domaines Environnement & Santé.
Un projet Territoire d'Innovation a été obtenu en 2019, porté par les collectivités de Montbéliard et Belfort et impliquant fortement les départements ENERGIE pour le développement de la filière Hydrogène et DISC pour le développement de l'industrie 4.0 et des chaînes de production connectées et utilisant l'IA, ainsi que l'axe transverse RECITS dans un contexte de changement industriel et d'acceptabilité citoyenne.

FEMTO-ST participe à six équipex+ obtenus suite à l'appel de 2020 : TIRREX en robotique, DurabiltHy en systèmes pile à combustible, CALHIPSO dans le domaine des matériaux, SMARTLIGHT en photonique & intelligence artificielle, T-REFIMEVE dans la distribution par réseau optique de références de temps ultra-précises, et NANOFUTUR sur les technologies futures de micro-nano-fabrication.
La plateforme MIMENTO de FEMTO-ST est l'une des cinq centrales de technologie de RENATECH, réseau national piloté par le CNRS.

Dans le domaine des systèmes hydrogènes, FEMTO-ST était impliqué dans la FR CNRS FCLAB (*Fuel Cell Laboratory*) portée par l'INSIS au CNRS et associant l'UTBM et l'UFC à Belfort, remplacée en 2020 par une fédération nationale regroupant les activités systèmes mais aussi cœur de pile, la FR H2 (IMN, Nantes, portée par l'INC au CNRS). FCLAB est devenue une UAR CNRS, avec des activités plus focalisées sur la gestion de la plateforme Hydrogène-Energie, sur les interactions industrielles, et sur l'animation scientifique entre laboratoires partenaires (FEMTO-ST à 80 %, SATIE, AMPERE, LEMTA, ICB).

L'OSU THETA (observatoire des sciences de l'univers) fédère les recherches de type « Observations » au niveau du site Bourgogne-Franche-Comté avec cinq UMR CNRS d'UBFC (UTINAM, Chrono-Environnement, Biogéosciences, FEMTO-ST, ICB). L'une des activités de services de l'OSU porte sur la métrologie du temps et des fréquences au travers de l'UAR THETA, une UAR CNRS INSU rattachée au LNE-LTFB qui est une entité de certification commune à l'OSU et à FEMTO-ST. Le département TF de FEMTO-ST est aussi impliqué dans la FR FIRST-TF, une fédération de recherche créée dans la continuité du labex FIRST-TF, suite à sa pérennisation.

Sur le plan international, FEMTO-ST a déployé depuis 2013 le Collégium SMYLE (*SMart sYstem for a better LifE*) avec l'EPFL en Suisse. Ce collégium anime et institutionnalise des interactions historiques entre FEMTO-ST et l'EPFL.

Pendant la période évaluée, les membres de l'unité ont été impliqués dans près d'une quinzaine de GDR CNRS (B2i, Cavitations, Chalco, Homme-Réparé, ImaBIO, MACS, MECAQ, META, NEMO, Ondes, RO - Recherche Opérationnelle-, SEEDS, TACT) avec la prise de responsabilités d'animation pour certains (exemple : direction de META et B2i).

FEMTO-ST est rattaché à deux écoles doctorales. SPIM (sciences pour l'ingénieur et les microtechniques) est l'ED de la quasi-totalité des doctorants. Elle est déployée au sein du collège doctoral de site rattaché à la ComUE UBFC, qui est aujourd'hui le seul établissement de la région habilité à délivrer le doctorat et l'HDR. SEPT (Sociétés, Espace, Pratiques, Temps) est l'ED de Lettres, du même collège doctoral, et concerne les doctorants de l'axe transverse RECITS en SHS.

EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2021

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	75
Maîtres de conférences et assimilés	150
Directeurs de recherche et assimilés	14
Chargés de recherche et assimilés	21
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	15
Personnels d'appui à la recherche	82
Sous-total personnels permanents en activité	**357**
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche non permanents	81
Post-doctorants	41
Doctorants	252
Sous-total personnels non permanents en activité	**376**
Total personnels	**733**

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2021. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Employeur	**EC**	**C**	**PAR**
Université de Franche-Comté	151	0	34
CNRS	0	35	30
ENSMM Besançon	38	0	16
Université de technologie de Belfort-Montbélliard	36	0	2
Total	**225**	**35**	**82**

BUDGET DE L'UNITÉ

Budget récurrent hors masse salariale alloué par les établissements de rattachement (tutelles) (total sur 6 ans)	**8 303**
Ressources propres obtenues sur appels à projets régionaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP idex, i-site, CPER, collectivités territoriales, etc.)	15 929
Ressources propres obtenues sur appels à projets nationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP ONR, PIA, ANR, FRM, INCa, etc.)	48 864
Ressources propres obtenues sur appels à projets internationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues)	20 754
Ressources issues de la valorisation, du transfert et de la collaboration industrielle (total sur 6 ans des sommes obtenues grâce à des contrats, des brevets, des activités de service, des prestations, etc.)	10 560
Total en k€	**104 410**

AVIS GLOBAL

L'institut FEMTO-ST regroupe la quasi-totalité des forces de recherche en sciences et techniques de l'information et de la communication (STIC) et en sciences pour l'ingénieur (SPI) du territoire franc-comtois et se donne comme objectif scientifique de « Maîtriser les micro- et nano-technologies, densifier les fonctions, intégrer l'intelligence, pour des composants et des systèmes à fort potentiel d'innovation et de rupture scientifique et technologique ». Répartie sur sept sites parfois distants, c'est une unité phare pour l'ensemble de ses tutelles. Son positionnement en fait un acteur incontournable de la stratégie régionale de recherche et lui assure une excellente visibilité internationale. Au 31 décembre 2021, l'unité comptait près de 720 personnels répartis en 342 personnels permanents et 376 personnels non permanents, dont 252 doctorants. Les personnels permanents sont rattachés à de nombreuses sections du CNRS et du CNU qui apportent la complémentarité des compétences nécessaire aux objectifs pluridisciplinaires de l'unité. Pour mener ses travaux FEMTO-ST s'appuie sur dix plateformes expérimentales dont quatre sont aux normes ISO9001. Certaines ont un rôle fédérateur au niveau régional, l'une d'entre elles est membre du réseau national RENATECH, et d'autres sont uniques au niveau mondial. Néanmoins, le personnel d'appui à la recherche est en grande partie en statut précaire (CDD), ce qui représente un risque pour la pérennisation des compétences et pour la gestion de l'unité.

L'activité scientifique de FEMTO-ST est organisée en sept départements scientifiques disciplinaires complémentés par deux axes transverses. L'un, Biom'@x, intervient pour faciliter les interactions entre les chercheurs de l'unité et des chercheurs des domaines biologie/santé. L'autre, RECITS (Recherche et Études sur les Changements Industriels, Technologiques et Sociétaux), totalement intégré au sein de l'unité, travaille à l'interface entre les domaines STIC/SPI historiques de FEMTO-ST et des domaines SHS. Il étudie en particulier les changements industriels, scientifiques et sociétaux, et leurs imbrications. Cette démarche et cette organisation sont uniques dans le paysage national et les résultats des travaux sont originaux et excellents.

Le rayonnement scientifique de FEMTO-ST est globalement de niveau international. Il est de niveau mondial en ce qui concerne les étalons de fréquence, les matériaux bio-sourcés, la matière programmable, les métamatériaux et résonateurs pour la phononique, la micro-nano-robotique, l'automatique des systèmes hamiltoniens, les oscillateurs micro-ondes cryogéniques, la photonique, en particulier pour l'intelligence artificielle et les technologies quantiques, les systèmes piles à combustible. Cela se traduit pour ses membres par de très nombreuses (360) invitations en conférence, la participation à l'organisation de nombreux congrès (150), des responsabilités éditoriales dans des revues d'excellente qualité, de nombreux prix prestigieux décernés par des sociétés savantes, des médailles du CNRS. Ce rayonnement exceptionnel est confirmé par 86 mois de séjours invités de membres de FEMTO-ST au sein d'institutions étrangères de premier plan, par l'accueil de 80 chercheurs étrangers pour un total de 178 mois, et par le fait que 36 % des doctorants en activité au cours de la période avaient obtenu leur master (ou diplôme équivalent) dans un établissement étranger.

La production scientifique de FEMTO-ST est excellente et a fortement progressé en qualité pendant la période. Autour de 15 % des articles sont co-signés par plusieurs départements, montrant de réelles actions pluridisciplinaires, tandis qu'environ 30 % sont co-signés avec des institutions étrangères, la Chine étant récemment devenu le premier co-signataire. Néanmoins, la production est hétérogène au sein de la plupart des départements, certains personnels y contribuant très peu.

Lors de la période les chercheurs de FEMTO-ST ont obtenu des succès remarquables aux appels d'offres compétitifs, assurant ainsi ~90 % du budget non consolidé de l'unité. Le comité note deux projets ERC « Consolidator Grant », une quinzaine de projets FEDER et autant de projets INTERREG, six projets européens de type « Marie-Curie » et une trentaine d'autres projets européens ainsi que huit projets internationaux bilatéraux. L'unité a aussi obtenu un succès remarquable auprès des appels du Programme des Investissements d'Avenir (PIA) avec une école universitaire de recherche et six équipements structurants de recherche/équipex+.

L'ensemble des interactions de FEMTO-ST avec le monde socio-économique est remarquable. L'unité a su mettre en place un continuum recherche - innovation - valorisation efficace se traduisant par la création de sept start-up et cinq transferts de technologie pendant la période. Une cinquantaine de conventions Cifre ont débuté sur un total de ~80 actifs. Vingt-deux déclarations d'invention et cinquante-huit brevets ont été déposés dont trente-deux ont été acceptés. Néanmoins cinq seulement ont fait l'objet d'une exploitation. L'unité est également très bien insérée dans le paysage local et national, et obtient un soutien important des collectivités territoriales, en particulier de la Région Bourgogne-Franche-Comté.

Les chercheurs de FEMTO-ST sont très actifs dans les actions de médiation scientifique (fête de la science, démonstrations, visites, interviews, débats, etc.). Ils sont également à l'origine du *International Day of Light* porté par l'UNESCO et en assurent la présidence.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le rapport précédent indiquait : « Pas de points faibles et les risques liés à la jeunesse de l'unité, au grand nombre de thèmes abordés, à la dispersion géographique ont été maitrisés et ont été transformés en autant d'atouts. » La seule recommandation était de « Prévoir la mise en place d'une structure de transfert unique pour l'ensemble de l'unité ».
Cette recommandation a été suivie par intégration en 2020 de la cellule d'ingénierie et de transfert (CIT) du département DMA au sein de FEMTO Engineering, « *business unit* » de la fondation FC'INNOV chargée de valoriser les travaux de l'unité.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

DOMAINE 1 : PROFIL, RESSOURCES ET ORGANISATION DE L'UNITÉ

Appréciation sur les ressources de l'unité

L'institut FEMTO-ST regroupe la quasi-totalité des forces de recherche en sciences et techniques de l'information et de la communication (STIC) et en sciences pour l'ingénieur (SPI) du territoire franc-comtois. C'est une unité phare pour l'ensemble de ses tutelles avec une couverture thématique large et pluridisciplinaire. Son positionnement en fait un acteur incontournable de la stratégie régionale de recherche et lui assure une excellente visibilité internationale. Au 31 décembre 2021, l'unité comptait près de 800 personnels répartis en 337 personnels permanents et 454 personnels non permanents, dont 351 doctorants. Les personnels permanents sont rattachés à de nombreuses sections du CNRS et du CNU qui apportent la complémentarité des compétences nécessaire aux objectifs pluridisciplinaires de l'unité. Les ressources financières de FEMTO-ST sont élevées (~15 M€/an), avec pour origine environ 90 % de ressources propres obtenues en réponse à des appels d'offres compétitifs complétées par un fort soutien de la Région Bourgogne-Franche-Comté. Le comité a cependant identifié un risque fort sur le financement des projets en lien avec le PIA suite à la disparition annoncée de la COMUE UBFC.

L'activité de l'unité, essentiellement expérimentale, s'appuie sur dix plateformes, dont une centrale du réseau national RENATECH orientée vers les activités de l'unité et certaines uniques au monde, et six services communs. La valorisation des activités de recherche est assurée au travers d'une fondation partenariale chargée d'assurer le continuum laboratoire – entreprises. FEMTO-ST a donc globalement les moyens de ses ambitions.

Néanmoins, l'unité est répartie sur sept sites parfois distants, ce qui ne facilite pas la cohésion et la gestion de l'ensemble. De plus, l'unité a perdu pendant la période évaluée dix personnels d'appui à la recherche (PAR) statutaires, entrainant une précarisation croissante des fonctions correspondantes. Cela représente un risque pour la pérennisation des compétences et pour la gestion de l'unité, d'autant que de nombreux départs en retraite sont prévus dans la prochaine période.

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

FEMTO-ST se donne comme objectif scientifique de *« maîtriser les micro- et nano-technologies, densifier les fonctions, intégrer l'intelligence, pour des composants et des systèmes à fort potentiel d'innovation et de rupture scientifique et technologique ».* Cette ambition se décline selon quatre axes scientifiques (ondes, matières et milieux de propagation complexes ; microsystèmes, mécatronique ; systèmes et informations complexes ; matériaux et procédés avancés) portés par sept départements de recherche. L'unité a également mis en place deux axes transverses. L'un est à l'interface entre STIC/SPI et santé. L'autre est à l'interface entre STIC/SPI et les sciences humaines et sociales. Il étudie les changements industriels, scientifiques et sociétaux, et leurs imbrications, ce qui est une démarche unique dans le paysage national. L'unité est parfaitement armée pour remplir ses objectifs.

La visibilité de l'unité est globalement excellente au niveau international. Elle est de niveau mondial en ce qui concerne les étalons de fréquence, les matériaux bio-sourcés, la matière programmable, les métamatériaux et résonateurs pour la phononique, la micro-nano-robotique, l'automatique des systèmes hamiltoniens, les oscillateurs micro-ondes cryogéniques, la photonique, en particulier pour l'intelligence artificielle et les technologies quantiques, les systèmes piles à combustible.

Les interactions de l'unité avec son environnement académique sont excellentes. Outre les acteurs régionaux, FEMTO-ST est en lien avec la plupart des acteurs nationaux de son domaine ainsi qu'avec de très nombreux partenaires internationaux. Environ 30 % des articles à comité de lecture (ACL) sont co-signés avec des partenaires étrangers de premier plan. L'unité collabore également avec plusieurs hôpitaux universitaires.

Les relations internationales sont nombreuses mais peu structurées au niveau de l'unité, à l'exception du collegium SMYLE avec l'EPFL.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

Le comité de direction (CODIR) est la principale instance de gouvernance de l'unité. Il inclut le directeur et ses adjoint(e)s, le secrétaire général, et les directeurs des sept départements de recherche. L'unité a également mis en place divers conseils à différents niveaux, unité et département. Le comité considère que l'organisation mise en place permet une gestion efficace de l'unité, mais que la circulation de l'information vers les équipes de recherche est insuffisante, malgré la multiplicité et la fréquence des divers conseils.

Le CODIR gère la politique des ressources humaines des personnels d'appui à la recherche en s'appuyant sur des tableaux de suivi de carrière renseignés avec des données objectives communes à l'ensemble de l'unité afin d'harmoniser les pratiques. La parité a progressé sur certains aspects au sein de FEMTO-ST (taux de femmes enseignantes-chercheuses). Pour aller plus loin, FEMTO-ST a créé un « *Women Chapter* » en 2020 afin, d'une part, de promouvoir l'intérêt des filles pour les sciences étudiées par l'unité et, d'autre part, d'accompagner les femmes de l'unité dans leur carrière, ce qui est une excellente initiative.

Une commission santé, sécurité au travail (CSST) a été créée en 2017. Le document unique d'évaluation des risques est rempli annuellement. L'unité a également mis en place une procédure pour traiter spécifiquement les risques psycho-sociaux et les violences sexistes et sexuelles. Des dispositifs d'aide ou de protection du travailleur isolé ont été mis en place sur tous les sites. C'est remarquable.

Dans le domaine de la science ouverte, l'unité applique les recommandations de ses tutelles tout en respectant les procédures officielles afférentes à la protection du patrimoine scientifique.

Le comité note également que le règlement de l'unité ne tient pas compte des dernières dispositions, notamment au niveau du travail à distance, et que l'unité n'a pas encore formalisé de démarche en faveur du développement durable.

1/ L'unité possède des ressources adaptées à son profil d'activités et à son environnement de recherche.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'institut de recherche FEMTO-ST regroupe la quasi-totalité des forces de recherche du territoire franc-comtois (Besançon, Belfort, Montbéliard) dans le domaine des sciences pour l'ingénieur (SPI) et des sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC). Ses travaux couvrent donc de nombreux champs disciplinaires. Son positionnement lui assure une forte visibilité et en fait un acteur incontournable de la stratégie régionale de recherche.

En ce qui concerne les moyens humains, au 31 décembre 2021 le laboratoire comprenait près de 800 personnes dont 75 professeurs des universités, 146 maitres de conférences, 14 directeurs de recherche, 21 chargés de recherche et 81 personnels d'appui à la recherche statutaires, soit 337 personnels permanents en activité. Le laboratoire s'appuie également sur de nombreux personnels non permanents : sept enseignants-chercheurs et chercheurs, 65 personnels d'appui à la recherche, 31 post-doctorants et 351 doctorants. L'université de Franche-Comté est le principal employeur des personnels permanents (54 %) devant le CNRS (19 %), l'École nationale supérieure de mécanique et des micro-techniques (16 %) et l'université de Technologie de Belfort-Montbéliard (11 %). Ces personnels appartiennent à de nombreuses sections du CNRS et du CNU, assurant ainsi la complémentarité des compétences nécessaires aux objectifs pluridisciplinaires de l'unité.

Le budget non-consolidé de FEMTO-ST est de l'ordre de 15 M€ par an, dont 1,3 à 1,5 M€ de subvention d'état. L'activité contractuelle est donc très importante et représente environ 90 % du budget non consolidé de l'unité, ce qui est excellent. Les sources de financement principales sont l'Europe (y compris les fonds FEDER) pour 21 %, avec une progression continue pendant la période, les financements PIA complémentés par des subventions régionales (19 %), les financements nationaux hors ANR (14 %), les contrats industriels (13 %), les projets ANR (12 %) et les subventions de collectivités locales (11 %). Il est à noter que la Région Bourgogne-Franche-Comté a accompagné les projets du PIA en complétant systématiquement et largement les financements reçus.

L'unité a mis en place six services communs (administration, communication, électronique et instrumentation, informatique, mécanique, relations industrielles). Ils sont tous certifiés ISO9001, ce qui est remarquable. Les chercheurs de FEMTO-ST s'appuient également sur dix plateformes technologiques (AMETISTE [*Advanced Mechanical Testing of Materials, Surfaces and Structures*], CLIPP [*CLinical Innovation Proteomic Platform*], CMNR [Centre de Micro et Nano Robotique], FluidiX, H2-Energie, MIFHySTO, MIMENTO [MIcrofabrication pour la MEcanique, les Nanosciences, la Thermique et l'Optique], Oscillator-IMP, SMARTLIGHT, SURFACE) dont certaines (MIFHySTO, Oscillator-IMP, SMARTLIGHT) sont multi-sites et partagées avec plusieurs unités de la région, ce qui révèle leur rôle structurant. La centrale de technologie MIMENTO est une des cinq centrales du réseau RENATECH géré par le CNRS. Elle intéresse la plupart des activités du laboratoire, alors que les neufs autres sont plus spécifiquement en appui d'un département. Les plateformes AMETISTE, H2-Energie, MIMENTO et SURFACE sont certifiées ISO 9001, ce qui est remarquable. La plateforme CMNR est de niveau international, les plateformes AMETISTE, MIFHySTO sont de rang mondial.

L'unité a une stratégie originale de valorisation de ses travaux grâce à une fondation partenariale de droit privé à but non lucratif de l'université de Franche-Comté (FC'INNOV) dont la « *business unit* » FEMTO *Engineering* assure l'interface entre le laboratoire et les entreprises.

FEMTO-ST possède globalement les ressources nécessaires à son ambition et à sa stratégie.

Points faibles et risques liés au contexte

La dispersion du laboratoire sur sept sites, dont certains séparés par une centaine de kilomètres, ne facilite ni la cohésion de l'ensemble, ni la gestion dans un contexte tendu en termes de ressources humaines, en particulier au niveau des personnels d'appui à la recherche (PAR).
Certaines plateformes expérimentales et services communs reposent sur beaucoup de personnels non titulaires. Combiné au départ en retraite programmé d'une quinzaine de PAR dans les cinq années à venir, cela place l'unité dans une situation de risque certain pour la pérennisation des compétences et pour sa gestion.
Les financements issus du PIA, ainsi que les compléments abondés par la Région Bourgogne-Franche-Comté, sont actuellement bloqués suite à la disparition annoncée de la COMUE UBFC.

2/ L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques, y compris dans la dimension prospective de sa politique.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'objectif scientifique de FEMTO-ST est de « maîtriser les micro- et nano-technologies, densifier les fonctions, intégrer l'intelligence, pour des composants et des systèmes à fort potentiel d'innovation et de rupture scientifique et technologique ». Cette ambition se décline selon quatre axes scientifiques (ondes, matières et milieux de propagation complexes ; microsystèmes, mécatronique ; systèmes et informations complexes ; matériaux et procédés avancés) et cible huit enjeux sociétaux (santé et bien-être ; transition énergétique ; transition écologique ; systèmes intelligents ; communication et information ; industrie du futur ; défense, spatial et sécurité ; accroissement des connaissances scientifiques fondamentales). Cet objectif générique est tout à fait pertinent compte-tenu de l'historique et du positionnement de FEMTO-ST aux niveaux local, national, international.

Par ailleurs, FEMTO-ST a mis en place deux axes transverses, Biom'@x (ingénierie pour la santé) à l'interface STIC/SPI et santé et RECITS (Recherche et Études des Changements Industriels Technologiques et Sociétaux), à l'interface STIC/SPI et SHS. L'axe transverse Biom'@x, créé en 2013, facilite les interactions des chercheurs de FEMTO-ST avec les hôpitaux universitaires régionaux et transfrontaliers (Besançon, Dijon, Belfort-Montbéliard, Genève). À la demande de la direction, RECITS, qui a intégré le laboratoire en 2017, est évalué par ce comité au même titre que les départements de recherche. FEMTO-ST a édicté une charte pour faciliter l'intégration des chercheurs SHS et la gestion de l'interdisciplinarité correspondante. Cet axe transverse étudie les changements industriels, scientifiques et sociétaux, et leurs imbrications. Cette démarche scientifique est unique au niveau national et les résultats sont originaux et excellents pour le domaine.

FEMTO-ST a identifié les acteurs clés de son domaine et a tissé des liens avec la plupart d'entre eux. Au niveau régional, le partenaire principal est l'Institut Carnot de Bourgogne avec qui des projets équipex+ et un projet d'EUR ont été obtenus. Le laboratoire participe à divers GDR et collabore avec de nombreux acteurs majeurs au niveau national (C2N, FOTON, GeoAzur, ICube, L2EP, LAAS, LamCos, LGP, LIRMM, LTDS, PhLAM, SYRTE, XLIM). Environ 30 % des articles à comité de lecture (ACL) de l'unité sont co-signés avec des partenaires internationaux de premier plan (dont Tampere University [Finlande], U. Libre de Bruxelles [Belgique], Imperial College London [RU], Tianjin University [Chine], NIST [USA], Carnegie Mellon [USA], U. Toronto [Canada], etc.), ce qui est remarquable. Un partenariat institutionnel est par ailleurs en place avec l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Suisse). Il vise à développer les échanges en sciences de l'ingénieur, aussi bien en recherche qu'en formation.

Points faibles et risques liés au contexte

La politique scientifique de l'unité est essentiellement déléguée aux départements de recherche et s'accompagne d'une très grande diversité thématique qui pourrait conduire à des divergences selon les stratégies choisies.
Mis à part un projet institutionnel avec la Suisse, les relations internationales résultent essentiellement d'actions individuelles des chercheurs. Elles peuvent donc fluctuer largement et rapidement au cours du temps.

3/ Le fonctionnement de l'unité est conforme aux réglementations en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement et de protection du patrimoine scientifique.

Points forts et possibilités liées au contexte

La direction de l'unité est assurée par un directeur épaulé par des directeurs adjoints et un secrétaire général. Outre ces personnels, le comité de direction (CODIR) inclut les directeurs des sept départements de recherche et est l'instance centrale de gouvernance. Il traite en particulier de la politique des ressources humaines (RH) de l'unité. Afin d'établir des pratiques homogènes dans l'ensemble de l'unité malgré l'autonomie de gestion laissée aux départements, des tableaux de données objectives sont établis pour le suivi de carrière des personnels d'appui à la recherche et agrégés aux résultats de leurs entretiens annuels. La grande taille de l'unité et la diversité des missions offrent des possibilités d'évolution aux agents.

Outre le CODIR, la direction s'appuie sur le conseil d'unité, sur un CODIR élargi, sur un comité des pairs, sur un conseil scientifique et sur une quinzaine de groupes de travail traitant de divers sujets de la vie d'une unité de recherche. Deux assemblées générales et un séminaire interne sont organisés chaque année. Les départements jouissent d'une large autonomie dans leur organisation et leurs pratiques, mais la plupart d'entre eux s'appuie sur une organisation à plusieurs conseils. Des bases de données ont été développées afin de rendre accessibles

les indicateurs pertinents pour la gestion de l'unité sous tous les aspects et faciliter la rédaction de divers rapports, initiative que FEMTO-ST a partagé avec d'autres unités sous tutelles CNRS-INSIS. Le fonctionnement est adapté à la gestion d'une unité de si grande taille.

Concernant les objectifs de parité, FEMTO-ST a progressé sur certains aspects durant la période. Les taux d'enseignantes-chercheuses et de chercheuses sont ainsi passés de 14 % à 19 % et de 9 % à 13 %, respectivement, s'approchant de la proportion d'étudiantes dans les domaines scientifiques correspondant (20 %). Néanmoins, le taux de femme professeures des universités a peu progressé (+4 %) tandis que le taux de directrices de recherche a régressé (-3 %). Conscient de ses limites, FEMTO-ST a créé un « *Women Chapter* » en 2020 afin, d'une part, de promouvoir l'intérêt des collégiennes, lycéennes et des femmes en général pour les sciences étudiées par l'unité et, d'autre part d'accompagner les femmes de l'unité dans leur carrière.

Une commission santé, sécurité au travail (CSST) a été créée en 2017 comprenant le DU, le secrétaire général, les représentants hygiène et sécurité des tutelles et tous les assistants de prévention de l'unité. Le document unique d'évaluation des risques est rempli annuellement grâce à une interface en ligne. L'unité a également mis en place une procédure pour traiter spécifiquement les risques psycho-sociaux et les violences sexistes et sexuelles en concertation avec des psychologues et les médecins du travail des tutelles. Des dispositifs d'aide ou de protection du travailleur isolé ont été mis en place sur tous les sites, ce qui est remarquable.

Concernant la protection de son patrimoine, FEMTO-ST applique toutes les procédures officielles imposées par ses tutelles, malgré leur lourdeur.

Points faibles et risques liés au contexte

La circulation de l'information au sein de l'unité et au sein de chacun des départements s'appuie sur de nombreux conseils mais leur multiplicité et leur fréquence n'empêchent pas des difficultés de communication en interne.
Le règlement intérieur de l'unité ne tient pas compte des dernières dispositions, notamment au niveau du travail à distance.
L'unité n'a pas encore formalisé de démarche en faveur du développement durable.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité

Le rayonnement scientifique de l'institut FEMTO-ST est de niveau international comme attesté par un grand nombre de conférences invitées à des congrès internationaux (~360 pendant la période). L'implication du laboratoire dans les comités scientifiques ou l'organisation de congrès internationaux est excellente (~150 pendant la période). Les membres de FEMTO-ST exercent également des responsabilités éditoriales dans plusieurs revues internationales prestigieuses et ils s'impliquent largement dans les sociétés savantes et les réseaux aux niveaux national et international. Plusieurs médailles du CNRS et de nombreux prix prestigieux ainsi que des titres *honoris causa* sont également venus récompenser les activités des chercheurs de l'unité.
FEMTO-ST a accueilli environ 80 chercheurs invités étrangers pour un total de 178 mois, et 36 % des doctorants actifs pendant la période avaient obtenu leur diplôme de master (ou équivalent) à l'étranger, ce qui est excellent.
FEMTO-ST s'appuie sur dix plateformes dont quatre sont aux normes ISO9001. Certaines ont un rôle fédérateur au niveau régional, l'une d'entre elles est membre du réseau national RENATECH, et d'autres sont uniques au niveau mondial. Ouvertes aux industriels, elles participent de l'attractivité de l'unité aussi bien sur le plan industriel qu'académique. Le comité insiste sur le risque de perte du savoir-faire dû à la situation non statutaire de nombreux personnels d'appui à la recherche exerçant sur ces plateformes.

1/ L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et contribue à la construction de l'espace européen de la recherche.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'excellent rayonnement de FEMTO-ST se traduit par ~360 conférences invitées pendant la période 2016 - 2021 (soit 2,5/ETP) et de l'ordre de 150 participations à l'organisation de conférences dont une vingtaine de conférences majeures (IEEE *Vehicular Power Propulsion Conference*, IEEE *International Conference on Robotics and Automation*, IEEE *International Conference on Advanced and Trusted Computing*, IEEE ITEC, CLEO, SPIE

Photonics West/Photonics Europe, IEEE I*nternational Frequency Control Symposium/European Frequency and Time Forum, Advances in Functional Materials for Energy Harvesting, Storage and Solar Fuels symposium*, etc.).

La participation des membres du laboratoire aux comités éditoriaux, notamment en tant que « *associate editor* » ou « *editorial board member* », des journaux de leur domaine édités par Elsevier, IEEE, *Nature Publishing Group*, ou Optica, est excellente (~80 actions). Les membres de l'unité ont de plus été « *guest editor* » d'une trentaine de numéros spéciaux. Le comité dénombre également un nombre important d'implications dans l'animation de la communauté aux niveaux régional et national (GDR, CoNRS, CNU), ainsi que dans des sociétés savantes nationales ou internationales (~80 participations). Plusieurs (4) membres du laboratoire ont été promus « *Fellow* » des sociétés savantes IEEE, Optica et SPIE. Un membre a été fait Docteur Honoris Causa de trois universités (Maquaries, St Andrews, Tampere).

Malgré la pandémie qui a notablement affecté les échanges en 2020 et 2021, le laboratoire dénombre 86 mois d'invitations pour 20 séjours de ses chercheurs dans des laboratoires ou organismes étrangers renommés (U. Harvard, U. Tokyo, U. Massachusetts, U. Roma La Sapienza, Scuola Normale Superiore Pisa, Max Planck Institut, etc.), dont quatre séjours longs (>11 mois). Réciproquement, FEMTO-ST a accueilli 80 chercheurs étrangers pour un total cumulé de 178 mois de séjour invité. Environ 36 % des doctorants actifs pendant la période avaient obtenu leur master (ou diplôme équivalent) dans un établissement étranger. Tous ces points forts sont excellents.

L'excellence de la recherche de FEMTO-ST s'est également traduite par l'obtention de deux médailles de bronze (en sections 07 et 08) et d'une médaille de l'innovation du CNRS. Ses travaux ont également été récompensés par une trentaine de prix importants décernés à ses membres permanents (prix MARSS, IEEE UFFC Carl Helmuth Herz award, prix Aimé Cotton, IoP President's Medal, médaille André Blondel, prix Charles Defforey de l'Institut de France, NASA *Award, Emerging leader in photonics IoP Award*, etc.) ainsi que par une trentaine de « *best paper award* » ou de prix de thèse décernés à ses doctorants, ce qui est exceptionnel.

Points faibles et risques liés au contexte

Les invitations aux conférences internationales sont nombreuses (~360), mais leur répartition est très déséquilibrée, les départements OPTIQUE (~170) et MN2S (~80) apportant ~70 % de ce total.

2/ L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accueil des personnels.

Points forts et possibilités liées au contexte

La population de chercheurs et enseignants-chercheurs a beaucoup évolué pendant la période évaluée, essentiellement parce que l'Université Technologique de Belfort-Montbéliard (UTBM) a décidé de repositionner ses personnels dans des UMR de la région, ce qui s'est traduit par l'arrivée de vingt-cinq personnes à FEMTO-ST (Départements MN2S, Énergie, DISC) et la création d'un axe transverse, RECITS, orienté SHS. D'autre part, la large couverture thématique de l'unité permet d'offrir de nombreuses possibilités de carrières scientifiques, ainsi que la possibilité de travailler à l'interface de plusieurs domaines, ce qui a attiré onze chercheurs et enseignants-chercheurs en mutation. FEMTO-ST bénéficie de plus des dispositifs incitatifs mis en place par la région Bourgogne-Franche-Comté qui affecte un budget significatif (40 k€ pour les CR et MCU, 90 k€ pour les DR et PU) aux personnels recrutés à l'extérieur de la région. Dans ce contexte favorable, FEMTO-ST est pro-actif dans la recherche de candidats susceptibles d'intégrer l'unité. Pendant la période il a ainsi préparé et soutenu une cinquantaine de candidats à des postes de chargés de recherche CNRS. Cet effort s'est traduit par trois recrutements. Un chargé de recherche et un directeur de recherche, porteur d'un projet ERC, ont également rejoint l'unité par voie de mutation. Vingt-six MCF et quinze PR ont été recrutés, dont, respectivement, 69 % et 40 % extérieurs à l'unité. Au final, 55 % des personnels entrants ne sont pas des anciens de FEMTO-ST et ont effectué des séjours de recherche dans des institutions au meilleur niveau international (KIT, EPFL, U.K. Robotics, U. Osaka, etc.), ce qui est excellent.

Par ailleurs, 378 thèses de doctorat et 45 HDR ont été soutenues, 246 thèses ont débuté.

La durée moyenne des thèses au niveau de l'unité est de 40 mois, dans la moyenne des domaines STIC et SPI.

La politique de FEMTO-ST a aussi permis aux deux titulaires de chaires du Labex ACTION d'être recrutés sur des postes de PU, ce qui valide la pertinence du montage initial. Le laboratoire s'est également vu affecter récemment une des deux chaires de professeur junior de l'UFC.

Une journée annuelle des nouveaux entrants est organisée pour tous les nouveaux personnels afin de leur présenter l'unité et son fonctionnement et un livret d'accueil bilingue est distribué à leur arrivée à tous les personnels intégrant l'unité. De plus, l'UFC et le CNRS ont le label HRS4R délivré par la Commission européenne pour leurs pratiques en gestion des ressources humaines, ce qui garantit un niveau de prestations d'accueil, notamment à destination des recrutés étrangers. 36 % des doctorants en activité pendant la période avaient obtenu leur master (ou diplôme équivalent) dans un établissement étranger. FEMTO-ST a également accueilli ~80 chercheurs étrangers pour un total de 178 mois de séjours de recherche, ce qui démontre son attractivité.

Points faibles et risques liés au contexte

FEMTO-ST déploie des efforts importants pour préparer des candidats aux concours CNRS, mais le taux de succès reste faible (3 CR recrutés pour ~50 candidats préparés) compte tenu de la taille de l'unité et du nombre de sections potentiellement concernées.

46 thèses (sur 670 actives pendant la période) ne sont pas allées à leur terme.

Le nombre de doctorants ramené au nombre de personnels HDR du département MN2S (2,2) est faible et contraste avec la situation des autres départements (de 3,3 à 5,9). Il est bas également dans l'axe transverse RECITS (1,8), du fait de la difficulté à attirer des doctorants SHS dans un laboratoire STIC-SPI.
Si la durée moyenne des thèses est très bonne pour l'unité, elle est trop longue au département OPTIQUE (44 mois) et au sein de l'axe transverse RECITS (49 mois), mais dans ce dernier cas elle est conforme aux pratiques du domaine SHS. Les départements AS2M et DMA présentent un taux d'abandon de thèses élevé (10 %), de même que l'axe transverse RECITS (36 %, mais sur 11 thèses seulement et dans un contexte particulier, certains doctorants étant en activité professionnelle).

3/ L'unité est attractive par la reconnaissance que lui confèrent ses succès à des appels à projets compétitifs.

Points forts et possibilités liées au contexte

Comme mentionné plus haut dans ce rapport, environ 90 % du budget non consolidé de l'unité, soit entre 12 et 14 M€ par an, provient de succès à des appels d'offres, de l'échelle locale à l'échelle internationale. Les membres de FEMTO-ST ont en particulier obtenu pendant la période deux projets ERC « Consolidator Grant », une quinzaine de projets FEDER et autant de projets INTERREG, six projets européens de type « Marie-Curie » et une trentaine de projets européens « classiques ». Le comité note également huit projets internationaux bilatéraux (ANR, PHC, fondation FACE, UK Royal Society, Qatar Foundation, PCSI, Gouvernement de Thailande). C'est globalement excellent.

FEMTO-ST montre un nombre remarquable de succès en réponse aux appels du PIA. Suite à l'appel 2017, il coordonne notamment l'École Universitaire de Recherche EIPHI (*Engineering and Innovation through Physical sciences, High technologies and cross-disciplinary research*) dotée d'un budget de 13,7 M€ dont 6,3 M€ pour la recherche et 7,4 M€ pour la mise en place d'un cursus cohérent master-doctorat. Ce projet couvre l'ensemble des activités STIC/SPI de la ComUE. Les partenaires étaient initialement l'Institut Carnot de Bourgogne et l'Institut de Mathématiques de Bourgogne. Ils ont été rejoints en 2021 par quatre autres unités. EIPHI est conçue comme une suite au labex « ACTION » du PIA1 mais les directions des unités de recherche concernées participent à sa gouvernance, contrairement à la pratique des labex. Ce projet est devenu structurant au niveau régional et tous les abondements de la région BFC en faveur des projets de recherche d'unités impliquées dans EIPHI sont fléchés vers des projets liés à EIPHI, avec un fort coefficient multiplicateur (x4). FEMTO-ST a également participé à huit soumissions à l'appel d'offres « Équipements Structurant de Recherche », ou « équipex+ », lancé en 2020 par le PIA. Six de ces projets ont été lauréats. Du fait de sa position dans l'ESR de Bourgogne-Franche-Comté, FEMTO-ST a également attiré de nombreux financements de type CPER, pour plus de 15 M€ pendant la période.

Même si les montants de ces projets ne représentent que 12 % des ressources propres, le taux de succès de FEMTO-ST à l'appel générique de l'ANR est jusqu'à deux ou trois fois le taux national. En outre, il est nettement plus élevé quand un projet est porté par un membre de l'unité ce qui est remarquable. Les montants correspondants fluctuent toutefois largement d'une année sur l'autre, entre 1 et 3 M€ pendant la période.
La direction de l'unité incite fortement les personnels à répondre aux appels d'offre pour obtenir les moyens dont ils ont besoin, et les résultats en termes de participation à des appels d'offre et de capacité à obtenir des financements sont remarquables.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité ne relève pas de point faible concernant cette référence.

4/ L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences technologiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

Une grande partie de la recherche menée à FEMTO-ST étant expérimentale, l'unité s'est dotée de dix plateformes (AMETISTE [*Advanced Mechanical Testing of Materials, Surfaces and Structures*], CLIPP [*CLinical Innovation Proteomic Platform*], CMNR [Centre de Micro et Nano Robotique], FluidiX, H2-Energie, MIFHySTO, MIMENTO [MIcrofabrication pour la MÉcanique, les Nanosciences, la Thermique et l'Optique], Oscillator-IMP, SMARTLIGHT, SURFACE) dont quatre (AMETISTE, H2-Energie, MIMENTO, SURFACE) sont certifiées ISO9001, ce qui est remarquable. La plateforme MIMENTO est l'une des cinq centrales technologiques de RENATECH, réseau français de micro-nanofabrication piloté par le CNRS. Spécialisée en micro- et nano-acoustique, micro-nano-optique, matériaux piézoélectriques, microrobotique, M(O)EMS, la majorité des départements du laboratoire font appel à ses services, même si les départements TF et MN2S en sont les principaux utilisateurs. Les autres plateformes sont orientées plus spécifiquement vers un département. Néanmoins, trois de ces plateformes (MIFHySTO, Oscillator-IMP, SMARTLIGHT) sont multi-sites et communes à plusieurs unités de la région BFC, révélant ainsi un rôle structurant. La plateforme CMNR est de rang international, les plateformes AMETISTE et MIFHySTO sont de rang mondial.
Les plateformes couvrent toute la chaine formation, recherche, innovation et valorisation. Elles sont ouvertes aux industriels, soit au travers de prestations effectuées par des membres de l'unité, soit par accès direct après formation d'opérateurs industriels. Les plateformes de FEMTO-ST sont par ailleurs d'excellents outils pour attirer des financements de la région (CPER, projets Région), de l'état (CPER, équipex+) ou de l'Europe (FEDER). L'unité s'est engagée dans une politique de montée en gamme de ses plateformes par l'installation d'équipements à l'état de l'art et la mise en place progressive d'une démarche de certification Qualité et la création de « *roadmaps* » technologiques afin d'anticiper les évolutions à venir. Ces démarches sont originales et très positives.

Points faibles et risques liés au contexte

Les chercheurs de FEMTO-ST s'impliquent globalement trop peu dans les développements technologiques de la centrale technologique MIMENTO, l'utilisant plutôt comme un service et s'appuyant sur les ressources PAR. Il y a un risque de stagnation des compétences, alors que MIMENTO fait partie de RENATECH et reçoit à ce titre des financements conséquents.
Le fonctionnement des plateformes repose très largement sur des personnels non titulaires et de nombreux départs en retraite de personnels titulaires sont attendus, avec les risques de pertes de compétences que cela peut engendrer.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La direction de FEMTO-ST incite les chercheurs à publier dans des revues du meilleur niveau international, et la qualité de la production scientifique a progressé au cours de la période évaluée, avec notamment 19 « *Highly Cited Papers* » et trois « *Hot Papers* » d'après la base de données *Web of Sciences*. La production est globalement excellente en qualité et en quantité, malgré une légère baisse par ETP par rapport à la période précédente. Environ 30 % de la production scientifique est co-signée par des membres de laboratoires étrangers de premier plan ce qui est remarquable.
Néanmoins, le comité relève une importante hétérogénéité de la production entre les équipes et les permanents des départements de l'unité.
Si de nombreuses activités éditoriales sont en place, un trop grand nombre sont réalisées avec un éditeur dont l'éthique est discutable.

1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.

Points forts et possibilités liées au contexte

La direction de FEMTO-ST mène une politique volontariste d'information et d'accompagnement sur l'intégrité scientifique et l'éthique, notamment vis à vis des revues et conférences prédatrices. Elle incite les membres de l'unité à s'impliquer dans les sociétés savantes historiquement reconnues et à publier dans des revues au meilleur

niveau international. La qualité d'ensemble des publications de FEMTO-ST a ainsi sensiblement progressé lors de la période évaluée (2016 - 2021). D'après la base de données *Web of Science*, FEMTO-ST a ainsi publié au cours de cette période 19 « *Highly Cited Papers* » et trois « *Hot Papers* » contre 11 et 0 pendant la période précédente. Le nombre d'articles de revue est passé de 25 à 76 ce qui est excellent. Les départements de FEMTO-ST publient principalement dans les meilleurs journaux de leurs domaines. Ils ont, de plus, publié dans des journaux exceptionnels issus des portefeuilles « *Nature* » et « *Advanced* », et dans *Science Robotics, Nano Letters,* ou *Physical Review Letters*, et dans d'excellents journaux tels que *ACS Photonics*, *IEEE Robotics and Automation Letters, IEEE Trans. On Automatic Control, IEEE-ASME Transactions on Mechatronics, IEEE Transactions on Energy Conversion, Fuel Cell, Applied Physics Letters, APL Photonics, IEEE Transactions on Ultrasonics Ferroelectrics and Frequency Control, Medical Image Analysis, IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, etc. Les membres de FEMTO-ST présentent également leurs résultats dans les meilleures conférences de leurs domaines, notamment SPIE *Photonics West and Photonics Europe*, SPIE *Micro Optics*, IEEE *Vehicle Power and Propulsion Conference*, AAMAS, LICS, etc.
Environ 30 % des ACL sont co-signées avec des laboratoires étrangers, ce qui est remarquable. Environ 2/3 de ces cosignatures sont avec des laboratoires européens mais la part de l'Asie a progressé significativement, la Chine devenant le 1er partenaire en fin de période.

Points faibles et risques liés au contexte

Il reste une proportion non négligeable de publications dans des journaux de qualité moyenne pour certains départements (DISC). Si environ 2/3 des cosignatures d'ACL sont avec des laboratoires européens pendant l'ensemble de la période, la Chine est devenue le premier partenaire en fin de période, ce qui pourrait devenir un problème à terme compte-tenu de la politique de protection du patrimoine scientifique à laquelle doit se conformer FEMTO-ST.

2/ La production scientifique est proportionnée au potentiel de recherche de l'unité et répartie entre ses personnels.

Points forts et possibilités liées au contexte

Pendant la période les membres de FEMTO-ST ont publié 1 855 articles dont 76 articles de synthèse (*review papers*) dans des journaux à comité de lecture (ACL) et 1 391 actes de conférences internationales (ACTI). Le taux moyen de publication est très bon avec 2,1 ACL/ETP/an. Il est homogène, compris entre 2,4 et 2,9 pour six départements, à l'exception du département DISC, cette communauté disciplinaire privilégiant la présentation en conférences sélectives. Concernant les ACTI, le taux s'étale de 0,47 à 2,6 ACTI/ETP/an pour une moyenne de 1,6 ACTI/ETP/an. La production scientifique de l'axe transverse RECITS est conforme aux standards des disciplines SHS. Le nombre plus faible d'ACL et ACTI est compensé par un nombre important de monographies (5), de chapitres d'ouvrages (19) et de coordination d'ouvrages (6) en langue française qui représentent 1/4 des participations à ouvrages de l'unité.
Les publications inter-départements représentent environ 13 % du total des ACL et 17 % du total des ACTI, ce qui met en évidence l'interdisciplinarité pratiquée au sein de l'unité, essentiellement à travers des projets financés par le labex ACTION puis l'EUR EIPHI.
La très grande majorité des doctorants ont plusieurs ACL à son actif en fin de thèse. Les départements AS2M, DISC et ENERGIE associent leurs doctorants à plus de 70 % de leurs ACL tandis que les doctorants de l'unité sont co-auteurs d'environ 70 % des ACTI de l'unité, ce qui est excellent.

Points faibles et risques liés au contexte

Malgré une amélioration notable par rapport à la période précédente, le département DISC présente encore un faible taux de publications en ACL (1,3 ACL/ETP/an) qui n'est pas totalement compensé par son taux de publications en ACTI (1,7 ACTI/ETP/an), contrairement à ce que l'on pourrait attendre compte-tenu de son domaine de recherche.
Dans tous les départements sauf AS2M, la production est hétérogène, avec dans la plupart d'entre eux environ 10 % à 15 % des personnels qui publient très peu.
Si la très grande majorité des doctorants signe plusieurs ACL pendant et immédiatement après la thèse, des disparités existent entre départements. 20 % des doctorants de TF n'ont aucune publication en fin de thèse ce qui est beaucoup trop.
La politique de signature des articles par les personnels d'appui à la recherche n'est pas formalisée.

3/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte.

Points forts et possibilités liées au contexte

La direction de FEMTO-ST mène une politique volontariste d'information et d'accompagnement sur l'intégrité scientifique et l'éthique, notamment vis à vis des revues et conférences prédatrices. Des documents de référence ont été relayés (texte DORA ; guide COMETS 2017 sur l'éthique et la déontologie ; mise en place de la Commission d'Ethique pour la Recherche d'UBFC). Un groupe de travail sur l'intégrité scientifique et la déontologie dans les sciences a été mis en place. Un chercheur de l'unité a d'ailleurs préparé fin décembre 2021 un séminaire ouvert sur les Fake News, événement local en hybride qui a attiré plus d'une centaine de personnes toutes disciplines confondues. Ces initiatives sont excellentes.
Concernant la gestion et la protection des données, FEMTO-ST travaille de concert avec ses tutelles pour sensibiliser les personnels et propager les bonnes pratiques et solutions développées localement ou nationalement. Deux référents ont été nommés, ce qui est excellent.
L'unité suit également les consignes des tutelles et des financeurs pour la science ouverte.

Points faibles et risques liés au contexte

Malgré la diffusion par l'unité d'informations sur les bonnes pratiques dans la gestion des données au sens large, celle-ci reste déléguée aux équipes voire aux chercheurs, empêchant toute uniformisation et optimisation.
Dans une unité sensible, une ouverture totale des données n'est pas possible du fait de la nécessaire confidentialité de nombreux projets impliquant des partenaires industriels ou en lien avec la défense.
De nombreuses activités éditoriales sont menées avec un éditeur à l'éthique discutable.

DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIETÉ

Appréciation sur l'inscription des activités de recherche de l'unité dans la société

L'ensemble des interactions de FEMTO-ST avec le monde socio-économique est remarquable. L'unité a su mettre en place un continuum recherche - innovation - valorisation efficace se traduisant par la création de sept startups et cinq transferts de technologie pendant la période. Une cinquantaine de contrats Cifre ont débuté sur un total de ~80 actifs. Vingt-deux déclarations d'invention et cinquante-huit brevets ont été déposés dont trente-deux ont été acceptés, ce qui est excellent, mais cinq seulement sont exploités.
FEMTO-ST est très bien inséré dans le paysage local et national, et obtient un soutien important des collectivités territoriales, en particulier de la région Bourgogne-Franche-Comté.
Les chercheurs de FEMTO-ST sont très actifs dans les actions de médiation scientifique et de science participative (fête de la science, démonstrations, visites, interviews, débats, etc.). L'*International Day of Light* porté par l'UNESCO a été créé à l'initiative de chercheurs de FEMTO-ST qui en assurent encore la présidence.

1/ L'unité se distingue par la qualité de ses interactions non-académiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'ensemble des interactions de FEMTO-ST avec le monde socio-économique est remarquable. Pendant la période l'unité a essaimé sept startups, soit une moyenne supérieure à une par an, démarré trois LabCom et une chaire industrielle, tandis que cinq transferts de technologie ont été gérés par la SATT SAYENS. Elle a par ailleurs signé plus de 220 contrats (prestations, contrats CIFRE, collaborations de recherche) avec des industriels, aussi bien des TPE/PME/ETI (Amarob, ANANKE, Aurea Technology, IXBlue, Kapteos, etc.) que des grands groupes (Alstom, Faurecia, General Electric, Orange, PSA, Safran, Thales, Valeo, etc.) pour un montant total supérieur à 10 M€. Une cinquantaine de contrats CIFRE ont débuté sur les ~80 actifs pendant la période. La valorisation de la recherche est donc clairement encouragée par l'unité qui a mis en place une stratégie originale à travers une fondation partenariale de droit privé à but non lucratif (FC'INNOV) créée par l'UFC dont la « *business unit* » FEMTO Engineering assure le prolongement des résultats de recherche de l'unité en direction des industriels. Ses personnels (~15 personnes) sont immergés dans l'unité au contact quotidien des chercheurs et utilisent les moyens technologiques de l'unité dans le cadre d'une convention.

FEMTO-ST est également en lien étroit avec l'ensemble des collectivités territoriales qui ont permis de dégager des moyens très importants (~50 M€) à travers, d'une part, des versements complémentaires aux projets financés par le PIA et, d'autre part, des appels d'offres spécifiques.

Le département OPTIQUE, en particulier, est remarquable pour le continuum des actions avec son environnement. Il est à l'origine de deux des trois LabCom créés par l'unité, le troisième étant créé à l'interface des départements TF et DISC, et s'implique largement (4 personnels concernés) dans *PhotonHub Europe*, une initiative financée par l'Union européenne et visant à favoriser le transfert des technologies photoniques des laboratoires de recherche vers les PME. Dans ce cadre FEMTO-ST coordonne d'ailleurs l'ensemble des actions du CNRS au niveau national.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité ne relève pas de point faible sur cette référence.

2/ L'unité développe des produits à destination du monde socio-économique.

Points forts et possibilités liées au contexte

Tous les départements de FEMTO-ST sont actifs dans la production à destination du monde socio-économique. On dénombre ainsi 22 déclarations d'invention et 58 brevets déposés dont 32 ont été acceptés pendant la période. De plus, 32 brevets ont été étendus à l'international et cinq ont été licenciés (plus 3 licences en cours de négociations). Sept logiciels, dont deux en open source, ont également été produits.
Les dix plateformes de l'unité sont ouvertes aux industriels sous forme de prestations, effectuées par les personnels de l'unité ou par les personnels extérieurs après formation. Une cinquantaine d'articles à destination du monde professionnel ont été rédigés, dont trente pour le seul département TF. Ce département a également effectué une trentaine d'expertises techniques (étalonnage de la stabilité temporelle) pour diverses entreprises, ce qui est remarquable.
Cinq transferts de technologie ont été menés à travers la SATT SAYENS, deux dans le département AS2M et trois dans le département Énergie, et un chercheur de ce département a obtenu la Médaille de l'Innovation du CNRS en 2020, confirmant la qualité de ces interactions.

Points faibles et risques liés au contexte

La plupart des brevets ne sont pas exploités, même lorsqu'ils sont déposés en partenariat avec des industriels.

3/ L'unité partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les membres de tous les départements de FEMTO-ST s'impliquent dans la médiation scientifique de façon remarquable.
Ils participent en particulier à de nombreuses manifestations visant à promouvoir les sciences et les carrières scientifiques auprès des jeunes publics, en essayant en particulier de sensibiliser les collégiennes et lycéennes aux sciences et techniques, et à de nombreux évènements grand-public. Ils ont participé également à une quarantaine de débats/tables rondes. Ils ont produit six créations artistiques et quatre films documentaires dont un (StarDust Odyssey) mentionné dans le Guinness Book. Les chercheurs de FEMTO-ST sont à l'origine du « *International Day of Light* » soutenu par l'UNESCO et en assurent encore la présidence.
La présence de chercheurs SHS à FEMTO-ST (axe transverse RECITS) offre la possibilité de rapprocher les citoyens des technologies en animant et participant à des débats sur les mutations économiques et industrielles induites par l'émergence des nouvelles technologies. Ce positionnement est très original pour un laboratoire STIC-SPI.
Sur un autre plan, les recherches de l'unité sont régulièrement mises à l'honneur dans des journaux d'information classique. La fabrication d'une « micro-maison » sous vide par manipulation micro-robotique (3 millions de vues Youtube, 350 articles de presse dans 65 pays) ou la démonstration d'un robot marchant sur l'eau (~100 articles de presse) sont des exemples emblématiques de l'exposition des travaux de FEMTO-ST.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité n'a pas relevé de point faible pour cette référence.

C - RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

Recommandations concernant le domaine 1 : Profil, ressources et organisation de l'unité

Le comité recommande à FEMTO-ST de travailler avec ses tutelles pour lever les blocages autour des financements du PIA, et pour établir une « feuille de route » pour les ressources humaines.

Le comité recommande à l'unité de mettre à jour son règlement intérieur, de renouveler le conseil d'unité et d'établir un plan de développement durable.

Le comité recommande de structurer les relations internationales au niveau de l'unité.

Le comité recommande à l'unité de renforcer l'animation scientifique et la circulation de l'information de la direction vers les personnels.

Le comité recommande de continuer à veiller à ce que les dispersions thématique et géographique n'évoluent pas vers des divergences stratégiques.

Le comité recommande à l'unité de veiller à accompagner les PAR pour la préparation aux concours et le suivi des demandes de promotions.

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

Le comité recommande à FEMTO-ST d'encourager tous les départements à établir une stratégie afin d'augmenter leur nombre d'invitations à des conférences internationales.

Le comité encourage l'unité à poursuivre sa politique de préparation des candidats aux concours de recrutements de chercheurs et enseignants-chercheurs, en l'élargissant à l'ensemble des sections potentiellement concernées.

Le comité recommande aux chercheurs et enseignants-chercheurs de l'unité de s'impliquer davantage dans les développements technologiques de la plateforme MIMENTO afin d'éviter les risques de stagnation et de pérenniser les compétences lors des départs de personnels.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

Le comité recommande à FEMTO-ST d'être encore plus vigilant vis à vis des éditeurs à l'éthique discutable.

Le comité recommande de mettre en place une stratégie visant à ramener les personnels publiant peu vers une plus grande activité de recherche, afin de réduire la grande hétérogénéité de production entre les personnels. Il recommande également d'augmenter encore le taux de publications accessibles en ligne.

Le comité recommande à l'unité d'établir une charte de signature, ou de rédiger un paragraphe sur ce sujet dans le règlement intérieur, concernant les productions impliquant les personnels d'appui à la recherche.

Le comité recommande à l'unité de veiller à ce que la durée des thèses soit dans la moyenne nationale dans chacun des domaines de recherche de l'unité, à ce que tous les doctorants participent à la production de l'unité et à ce que des actions correctives soient mises en place dans les départements qui ont un taux d'abandon de thèse anormalement élevé.

Le comité recommande de rendre plus visible l'axe transverse RECITS et d'entreprendre des actions incitatives afin d'attirer des stagiaires, doctorants, chercheurs, enseignants-chercheurs des SHS au sein d'une unité de recherche essentiellement tournée vers les STIC-SPI.

Le comité recommande à FEMTO-ST de mieux anticiper les contraintes liées à la protection du patrimoine scientifique lors de la mise en place de collaborations, en particulier avec des partenaires étrangers historiques.

Recommandations concernant le domaine 4 : Inscription des activités de recherche dans la société

Le comité recommande à FEMTO-ST d'analyser pourquoi la plupart des brevets ne sont pas exploités, et de mettre en place une stratégie pour faire évoluer cet état de fait.

ÉVALUATION PAR DÉPARTEMENT

Département 1 : AS2M - Département Automatique et Systèmes Micro-Mécatroniques

Nom du responsable : M. Yann Le Gorrec

THÉMATIQUES DU DÉPARTEMENT

Le département AS2M effectue des recherches pluridisciplinaires centrées sur la robotique, la mécatronique, l'automatique et le PHM (Prognostic and Health Management).
Les travaux réalisés s'articulent autour de trois défis scientifiques majeurs : l'exploitation de la physique prédominante aux échelles micro et nanométriques, notamment, les grandes dynamiques, l'amélioration de la dextérité des systèmes et l'amélioration de « l'intelligence » des systèmes.
Le département AS2M est composé de trois axes scientifiques : Micro et Nanorobotique ; Micro mécatronique et Automatique ; Science des données et santé des systèmes.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

La première recommandation concernait l'effort déjà entrepris pour une politique de publication visant à privilégier la qualité à la quantité sur l'ensemble des thématiques.
La quantité et la qualité des publications sont tout à fait remarquables dans de nombreux domaines : robotique, micro-robotique, automatique avec de très nombreuses productions dans des revues phares de la robotique et de l'automatique ainsi que récemment quelques publications dans *Nature Communications, Science Robotics* et *Advanced materials*.

Le comité précédent demandait de veiller à accroitre la notoriété sur certaines thématiques notamment par la prise de responsabilités éditoriales dans des revues de premier plan.
Cette recommandation a été parfaitement suivie, cet aspect est même devenu un point fort du département, le comité comptabilise deux éditeurs, dix-huit éditeurs associés et cinq éditeurs invités dans les domaines de la robotique et de l'automatique.

Concernant le renouvellement des compétences lors des recrutements, le bilan global est équilibré avec une légère hausse de 0,5 ETP. En effet, le bilan des entrants sections CNRS 07 et CNU 61 est de 5 ETP (1 DR par mutation, 1 CR, 6 MCF), alors que le bilan des sortants sections CNRS 07 et CNU 61est de 4,5 ETP (1 CR par mutation, 1 PR par départ sur poste ministériel, 6 MCF dont 3 promotions PU, 1 promotion à l'étranger, 2 départs en retraite).
Le remplacement des départs de séniors par des juniors est une tâche difficile, mais le recrutement est de qualité. Il couvre le spectre large du département AS2M et semble très bien adapté au renouvellement des compétences (un seul recrutement interne). La promotion des MCF sur des postes PR dans d'autres laboratoires français est un gage de qualité et de visibilité de la recherche effectuée au sein du département AS2M.

La politique mise en place au niveau du laboratoire pour les candidatures CNRS semble très pertinente pour répondre à la recommandation formulée lors de la précédente évaluation. Les résultats sont à étudier sur le long terme mais le nombre de candidatures est déjà important (8 pour le département AS2M dans la période évaluée) ainsi que leur qualité, le bilan comptable est positif avec deux entrants pour un sortant.

La dernière recommandation était : Il faut veiller à analyser le positionnement scientifique interne de PHM à l'aune du périmètre large de FEMTO-ST.
Le rapport met en exergue des collaborations inter-départements des activités PHM. Il est plus difficile de comprendre le positionnement intra-département de ces activités. Le positionnement scientifique interne de PHM a évolué depuis 2020 avec l'arrivée en mutation d'un DR CNRS qui porte un nouvel axe d'application (santé) des techniques de l'IA utilisées au sein de l'équipe Data-PHM.

EFFECTIFS DU DÉPARTEMENT

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	6
Maîtres de conférences et assimilés	17

Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	2
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	9
Sous-total personnels permanents en activité	**36**
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche non permanents	5
Post-doctorants	6
Doctorants	44
Sous-total personnels non permanents en activité	**56**
Total personnels	**92**

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le département

Le département AS2M a une visibilité exceptionnelle de ses thématiques de recherche au niveau international dans les domaines de la micro-nano-robotique et de l'approche Hamiltonienne pour l'automatique, et une très bonne visibilité au niveau international dans le domaine *Prognostics and Health Management* (PHM).
La production scientifique est excellente tant sur le plan qualitatif que quantitatif, et inclut des publications au plus haut niveau international.
Les travaux en robotique et en automatique sont reconnus au plus haut niveau international. Cela se traduit par l'obtention de nombreux prix.
Le département est très attractif, notamment grâce au développement de la plateforme CMNR qui est de rang international. Mais AS2M souffre du faible nombre de possibilités de promotion pendant la période, aucun recrutement de rang A n'a eu lieu au cours de la période).
Le comité note une activité de recherche partenariale remarquable au niveau académique national, en micro-robotique et en automatique. Les transferts technologiques sont très dynamiques. Les activités de PHM génèrent de très nombreuses collaborations industrielles, dont plusieurs perdurent.
La dissémination vers le grand public est impressionnante.

Points forts et possibilités liées au contexte

La lisibilité et l'excellence internationale des activités en micro-nano-robotique et en automatique fait du département AS2M une référence nationale dans ces domaines et sur différents sujets, cités ci-après. On peut parler de référence internationale pour différentes études : les travaux de contrôle de microrobots par thermo-capillarité induite par laser à la surface d'une interface air-liquide, la micro-fabrication robotique, l'automatique des systèmes non linéaires et à paramètres distribués par le biais de l'approche Hamiltonienne à ports.

Cette période a vu le développement d'une plateforme expérimentale (Centre de Micro et Nano Robotique) de très grande qualité qui a demandé un investissement financier et humain très important qui a contribué à la notoriété internationale du département AS2M et du laboratoire FEMTO-ST.

La production scientifique est excellente. Concernant les revues internationales, le département affiche l'excellent taux moyen de 2,7 revues/ETP/an. Ce taux est également tout à fait remarquable pour les congrès internationaux : 2,7 communications/ETP/an pendant la période évaluée. Plus des 3/4 de ces articles incluent au moins un doctorant. Il est également à noter que plus d'un tiers des publications du département AS2M sont co-signées par des membres d'autres départements.

À cette excellente performance quantitative s'ajoute la très grande qualité des revues concernées faisant référence dans le domaine de la robotique et de l'automatique : *IEEE Robotics and Automation Letters, IEEE Transactions on Robotics, Science Robotics, IEEE ASME Transactions on Mechantronics* pour la robotique et la mécatronique, *IEEE Trans. On Automatic Control, Automatica, Systems and Control Letters, IEEE Transaction on Control Systems Technology, Control Engineering Practice* pour l'Automatique. Des travaux ont également eu un très fort impact tout particulièrement dans le domaine de la micro-robotique : *Science Robotics, Advanced materials, Nature Communications*.

L'originalité des travaux vient compléter leur excellence. Ce qui est le cas dans les domaines de la micro voir nano robotique, la reconstruction 3D d'imagerie MEB, la dextérité à l'échelle miniature. AS2M fait partie des pionniers aux niveaux national et international sur l'hybridation des actionnements pour les robots continus plus particulièrement ceux à base de robots à tubes concentriques, la commande des systèmes non-linéaires et des systèmes à paramètres distribués à l'aide du formalisme Hamiltonien à ports. Le comité note également une très bonne visibilité internationale du département AS2M au sein de la communauté PHM, acquise notamment par la production et la diffusion de jeux de données grandement utilisés pour la validation des algorithmes de pronostic.

Il est à noter comme point fort l'activité éditoriale importante, le comité comptabilise deux éditeurs, dix-huit éditeurs associés et cinq éditeurs invités dans les domaines de la robotique et de l'automatique ainsi que de nombreuses reconnaissances dans différentes communautés internationales (*Outstanding service award of IFAC France, Outstanding Associate Editor Award, Award « innovation in optomechatronic research »* ISOT 2018 en partenariat avec les départements MN2S et Optique).

Les indices de reconnaissance sont nombreux et variés et sont obtenus par les permanents : médaille de Bronze CNRS, prix Charles Defforey de l'institut de France ainsi que par les doctorants : prix thèse du GDR Robotique, prix du club EEA en automatique.

Le département AS2M est impliqué en interne sur deux plateformes expérimentales. La plateforme CMNR (Centre de Micro et NanoRobotique), unique au niveau national, est issue d'une extension du PIA Robotex et concerne les équipements pour la robotique aux petites échelles (<100µm). Cette plateforme a été développée par le département et a connu une très forte croissance lors de cette période 2016/2021. La seconde est la plateforme MIMENTO mutualisée sur quasiment tous les départements du laboratoire FEMTO-ST, plateforme nationale membre d'un TGIR (Renatech, CNRS INSIS).

L'inscription dans la société des activités du département AS2M est très riche tant à haut niveau scientifique qu'en terme d'approche grand public, avec comme actions de dissémination notables la Micro Maison et le Film STARDUST Odyssey effectué avec l'ULB (Bruxelles) et un cinéaste : cette vidéo en stop-motion met en scène le plus petit personnage au monde, performance validée par le livre Guinness des Records. Il est difficile de ne retenir que quelques actions tellement elles sont nombreuses : Women Chapter, manifestation ONUFemmes & UNOWAS de l'ONU...

Points faibles et risques liés au contexte

L'échec de l'organisation en quatre équipes en 2016 a entrainé une réorganisation du département en trois équipes en 2021 : Robotique, manipulation et instrumentation aux échelles micro- nanométriques ; Robotique, Modélisation et Commande ; et Science des données et santé des systèmes. Les collaborations entre les différentes équipes du département AS2M ont peu été mises en exergue pendant la période 2016/2021.

Le taux d'abandon de thèses est anormalement élevé (10 %).

Une forte tension au niveau des ressources humaines se fait ressentir au sein du département. Aucun professeur n'a été recruté au cours de la période.

Les risques de pertes de compétences et donc de productivité, dans certains domaines, dus aux départs de chercheurs et enseignants/chercheurs porteurs de compétences reconnues restent présents. Pendant la période évaluée, huit permanents du département AS2M ont quitté l'unité, tous étant titulaires de l'HDR : trois promotions, deux mutations, un départ au ministère, deux départs à la retraite.

RECOMMANDATIONS AU DÉPARTEMENT

Le comité félicite le département AS2M de s'être maintenu à un excellent niveau et l'encourage à continuer dans la même direction. Certaines recommandations peuvent être suggérées pour le département :

Il faudra veiller à ce que la nouvelle organisation en trois équipes permette d'accroître les synergies inter-équipes et donc intra-département. Ceci concerne surtout l'interaction entre l'équipe Sciences des données et santé des systèmes et les autres équipes.

Une analyse des causes concernant le taux élevé d'abandon de thèses devrait permettre de corriger cette anomalie.

Le département n'a pas pu recruter de professeur durant toute la période 2016/2021. La pyramide des âges et les possibilités de repyramidage (passées et futures) devraient permettre d'obtenir des postes. Il faudra veiller à promouvoir localement et/ou à recruter des EC qui devront participer à l'animation scientifique, prendre en charge certaines responsabilités et des activités détenues par les piliers du département.

Il faudra trouver l'équilibre entre assurer la pérennité des activités phares et éviter une dispersion des thématiques abordés au sein du département.

Au sein de l'équipe Science des données et santé des systèmes, le recrutement par mutation d'un DR CNRS est une opportunité pour renforcer ces activités. Il faudra veiller à ce que la nouvelle thématique apportée par ce DR provoque une synergie au sein du département AS2M.

Il est enfin recommandé de poursuivre les très nombreux efforts déjà effectués pour proposer des candidatures d'excellence au CNRS.

Département 2 : DISC – Département d'Informatique et des Systèmes Complexes

Nom du responsable : Mme Karine Deschinkel

THÉMATIQUES DU DÉPARTEMENT

Le département DISC traite des sciences informatiques en général, et en particulier de la modélisation, simulation et validation des systèmes complexes limités en ressources. Les thématiques sont étudiées au sein de quatre équipes de recherche traitant : (1) de l'application de l'intelligence artificielle à des problèmes d'optimisation ou de calcul distribué, (2) des systèmes distribués incluant leur modélisation, la conception de protocoles dédiés, et l'optimisation de la collaboration entre agents, (3) des réseaux incluant les grands robots modulaires, la localisation indoor pour la 5G, l'optimisation de la planification de la chaîne logistique, et les réseaux sans fil ultra-denses, et (4) de la vérification des systèmes embarqués incluant les tests à partir de modèles appliqués à la sécurité.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Lors de l'évaluation précédente, le comité d'évaluation avait formulé cinq recommandations. La plupart de ces recommandations ont été prises en compte.

La recommandation sur le maintien et l'intensification de la qualité de la production scientifique a été très bien prise en compte en ce qui concerne les revues internationales, avec une nette amélioration de la qualité et de la quantité des revues internationales.

La recommandation portant sur la continuation de l'intégration de DISC à FEMTO-ST a été bien prise en compte.

Enfin, la recommandation sur l'augmentation du nombre de post-docs a été prise en compte de manière satisfaisante.

La recommandation concernant la stratégie de développement logiciel n'a pas été améliorée pendant la période. La présence d'un ingénieur mutualisé sur le domaine de l'intelligence artificielle n'est pas suffisante pour pouvoir maintenir l'existant ou pour mener une réelle stratégie de développement.

La recommandation concernant la nécessité de recrutements n'a pas été prise en compte, et la situation s'est même détériorée. En effet, un PR a été recruté mais deux PAST ont été perdus, le nombre de responsabilités collectives exercées par des membres du département est très important, et il y a peu de personnel de soutien BIATSS. Cette situation est critique pour le département.

EFFECTIFS DU DÉPARTEMENT

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	15
Maîtres de conférences et assimilés	44
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	4
Sous-total personnels permanents en activité	**63**
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche non permanents	8
Post-doctorants	1

Doctorants	71
Sous-total personnels non permanents en activité	**81**
Total personnels	**144**

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le département

Les thématiques de DISC sont visibles au niveau national. Le concept de la matière programmable a une reconnaissance exceptionnelle à l'international.
La production scientifique est proportionnée à l'effectif et s'est améliorée qualitativement pour les articles de revue. Malgré la visibilité apportée par des conférences A, le comité note que le niveau des conférences reste hétérogène. Quantitativement, la production scientifique des membres du département est très variable, ce qui s'explique par des charges administratives lourdes et par des sur-services d'enseignement fréquents, dans un contexte multi-sites et multi-composantes.
Le département a un rayonnement international reconnu pour l'équipe VESONTIO, et au premier plan mondial pour OMNI.
Il bénéficie d'un très bon nombre de financements académiques nationaux et régionaux, et quelques projets inter-régionaux et européens.
Grâce à son écosystème régional, le DISC bénéficie du dynamisme des thématiques IA, industrie 4.0 et biomédical, ce qui conduit à un grand nombre de conventions Cifre. Les logiciels créés par le laboratoire restent peu valorisés, par manque de support technique récurrent, même si une start-up est issue du département et des projets sont en incubation.

Points forts et possibilités liées au contexte

Pendant la période, le département DISC a développé le concept de matière programmable. Ce concept et les compétences associées sont remarquables. Les objectifs scientifiques étudiés au DISC sont de très bonne qualité.

Le nombre de publications en revues et congrès internationaux est globalement stable (~3.3/ETP/an). Il est à noter une amélioration quantitative et qualitative des revues (augmentation quantitative de 1.2/ETP/an à 1.5/ETP/an, et surtout une augmentation qualitative du pourcentage d'articles dans des journaux de premier plan de 28 % à 47 %). Le niveau atteint pour les revues internationales est très bon. De plus, le département DISC a plus de 150 publications communes avec des partenaires extérieurs (environ 28 % de sa production).

Le département DISC accueille un nombre important de doctorants en convention Cifre (22) et financés par l'industrie (14) pour un total remarquable de doctorants (143 pendant la période). Le nombre de thèses soutenues au DISC (86) est très bon, avec un taux d'abandon (4,2 %) très en dessous de la moyenne du laboratoire (7 %). La durée des thèses, en moyenne, est raisonnable (~ 40 mois). Le nombre de publications par doctorant est très élevé (plus de cinq publications par doctorant en fin de thèse, 91 % des doctorants ont une publication ou plus en fin de 2ème année). Les taux de ACL et ACTI du DISC ayant pour auteur un doctorant se situent dans la fourchette haute du laboratoire (67 % pour ACL et 73 % pour ACTI). La moyenne de doctorants par permanent (HDR) est de 5, ce qui en fait le département le plus actif de ce point de vue du laboratoire.

La répartition entre le nombre de PR et de MCF est de respectivement 25 % et 75 % avec 1/3 environ des MCF qui ont l'HDR. Il est à noter que dix HDR ont été défendues pendant la période.

Le département DISC a de très bonnes interactions avec l'écosystème industriel, qui sont à la fois continues et consistantes. Cela se traduit notamment par un grand nombre de financements de thèse Cifre. Ces actions s'étendent aussi aux établissements de santé régionaux. L'utilisation par les sapeur-pompiers d'une solution logicielle développée au DISC est aussi un très bon marqueur de l'implication du département dans les problématiques régionales.

Le nombre d'actions de vulgarisation auprès du grand public est assez varié (par exemple : action « une classe un chercheur », compétition de cryptographie Alkindi, nuit de l'informatique, etc.).

La valeur globale des ressources pour le département pour l'ensemble de la période d'évaluation est très bonne, puisqu'elle s'élève à environ 1 230 k€ par an (dotation des tutelles et contrats). Cela correspond à une

augmentation d'environ 25 % par rapport à la période précédente. Le DISC a obtenu quatre contrats internationaux hors Europe (dont 4 en tant que porteurs), sept contrats européens (dont 6 en tant que porteurs), et quinze projets ANR (dont 4 en tant que porteurs). Ce nombre de contrats obtenus est très bon.

Points faibles et risques liés au contexte

L'âge moyen élevé (50 ans) des enseignants-chercheurs de DISC avec une distribution très focalisée autour de cet âge moyen (i.e. très peu de jeunes EC), indique que le développement durable de ce département est à prendre très sérieusement en compte par les différents acteurs et partenaires. En effet, avant le recrutement de 2021, le dernier recrutement d'enseignant-chercheur datait de 2008. Le faible nombre de perspectives pour les MCF HDR est, ou risque de devenir, un problème.

Les enseignants-chercheurs du DISC se chargent de beaucoup de responsabilités collectives, dont des responsabilités très lourdes (président d'université, VP recherche, directeur du mésocentre, direction du centre pédagogique, VP numérique, directeur d'UFR, 7 membres du CNU, conseils internes, etc.). Cela explique que la production scientifique des membres du département est très variable. En effet, une dizaine de membres permanents ont une production scientifique très faible pendant la période.

Le département DISC ne dispose d'aucun chercheur permanent mais uniquement d'enseignants-chercheurs.

Le nombre de personnels administratifs d'appui à la recherche n'est pas proportionné au nombre d'enseignants-chercheurs (un seul personnel d'appui à la recherche en BAP J pour l'ensemble du département). Ce manque de personnels nuit aussi à la création, au maintien et à la valorisation des logiciels issus du département.

Un effort sur la qualité des publications dans des congrès internationaux a été engagé, mais le nombre d'articles acceptés dans de très bonnes conférences (A) reste réduit.

Il a été remarqué que le département DISC dispose d'un bon nombre de doctorants, mais leur recrutement semble difficile, ce qui pourrait finir par mettre en difficulté la pérennité des recherches effectuées dans le département.

RECOMMANDATIONS AU DÉPARTEMENT

De nombreux départs en retraite sont prévus très prochainement sur le site de Besançon et le maintien de ces postes est un enjeu majeur pour le DISC. Le comité conseille la mise en place d'un comité élargi DISC/FEMTO/partenaires pour quantifier et anticiper l'impact des départs en retraite, ainsi que la mise en place d'actions pour attirer, positionner, accompagner et défendre des candidatures MCF et PR, y compris sur des thématiques innovantes.

Le comité recommande de mettre en place une négociation avec les tutelles pour que la prise de responsabilités (*a priori* très importante, au sein du département) soit accompagnée par des décharges de cours ou des créations de postes, afin de maintenir un bon niveau individuel de publications, d'éviter de voir des EC dont la production scientifique est faible et afin de les réintégrer dans les actions scientifiques du département.

Le comité recommande de mettre en place un comité (d'action) spécifique DISC ainsi qu'une stratégie pour attirer, positionner, accompagner et défendre des candidatures CR et DR CNRS dans le paysage national, en menant une réflexion approfondie, en identifiant et en mettant en avant les avantages discriminants du DISC et de FEMTO-ST (savoir-faire, traditions et possibilités locales en micro technologies, matières programmables, IA, industrie 4.0, biomédical, proximité avec la Suisse…).

Le comité souligne la nécessité d'augmenter le nombre de personnels de gestion et de soutien à la recherche au sein du DISC. Le faible nombre de postes de ce type limite fortement la possibilité de consolider et de capitaliser les actions de développement de logiciels, l'impact durable et le rayonnement du DISC.

Le comité invite le département à maintenir l'effort qualitatif et quantitatif sur les revues internationales, et à augmenter l'effort qualitatif sur les conférences internationales.

Le comité encourage le département à créer une meilleure attractivité pour les jeunes chercheurs, par exemple en s'appuyant sur le réseau des entreprises impliquées dans les conventions Cifre du département, ainsi que la création de vecteurs de succès, fait saillants remarquables et visibles au niveau du laboratoire, ainsi qu'aux niveaux national et international.

Département 3 : ENERGIE - Département Énergie

Nom du responsable : M. Mickaël Hilairet, puis M. Robin Roche à partir de septembre 2022

THÉMATIQUES DU DÉPARTEMENT

Le département ÉNERGIE développe ses activités de recherche sur la conversion et la gestion des énergies électrique et thermique. Il est situé à Belfort sur deux sites : le Parc technologique et le Techn'hom. Un projet bâtimentaire de 34 M€, Ecocampus, devra permettre le regroupement sur le Techn'Hom en 2026. Ce département est constitué de deux équipes : SHARPAC (Systèmes électriques Hybrides, ActionneuRs électriques, systèmes Piles A Combustible) et THERMIE (Thermique Ecoulements instRuMentatIon et Énergie). L'équipe SHARPAC, d'environ 90 personnes, est constituée de six pôles : (1) Micro-Réseaux électriques, (2) Machines électriques, (3) Convertisseurs statiques, (4) Commande et gestion de d'énergie, (5) Plateforme PHIL, (6) Systèmes PAC. L'équipe THERMIE, d'environ 40 personnes, est constituée de cinq pôles : (1) Écoulements complexes, (2) Énergétique du bâtiment, (3) Machines thermiques, (4) Thermique des systèmes énergétiques, (5) Métrologie / instrumentation en fluidique / thermique. Il existe également 3 pôles inter-équipes : (1) Dispositifs magnétocaloriques, (2) Optimisation systémique, (3) Micro-cogénération.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Lors de l'évaluation précédente, le comité d'évaluation avait formulé cinq recommandations. La plupart de ces recommandations ont été prises en compte.

La première recommandation était : *Il serait bon d'augmenter encore le rayonnement à travers l'invitation de professeurs ou de personnalités étrangères de renom dans le domaine ce qui aura aussi pour effet d'augmenter l'attractivité pour les étudiants et les jeunes chercheurs.*
Cette recommandation a globalement été prise en compte par des actions renforcées d'invitations de professeurs étrangers. L'amélioration n'a pas été quantifiée et a certainement été impactée, à partir de 2020, par la pandémie Covid.

Le comité précédent recommandait d'apporter une attention particulière à la cogénération, grâce à un axe transverse aux deux futures équipes par exemple.
Cette recommandation a été suivie avec la création d'un pôle transverse entre les deux équipes (pôle Micro-cogénération). Cette réorganisation a permis le développement de plusieurs projets d'envergures (projet I-Site industries COMPOMAG, création startup ANANKE en 2017, etc.).

Le projet qui était présenté lors de la précédente évaluation faisait apparaître un champ exploratoire très vaste et une priorisation des axes et actions à court et moyen terme était recommandée.
Cette recommandation n'a pas été suivie. Une réflexion sur une nouvelle organisation est en cours au niveau du département.

L'opportunité unique offerte par l'intégration d'une équipe de SHS appelait à une vigilance quant au choix des actions futures qui devaient être structurées en forte imbrication.
L'interdisciplinarité avec les SHS est mise en avant mais peu d'éléments sont proposés pour évaluer une réelle imbrication dans la définition des actions scientifiques.

De par son fort rayonnement international, le comité recommandait au département d'affiner une stratégie ciblée de coopération internationale avec les pays leaders sur ses thématiques.
Cette recommandation a parfaitement été suivie, en particulier au niveau de l'équipe SHARPAC, avec la mise en place de collaborations étroites avec des pays leaders à l'échelle mondiale.

EFFECTIFS DU DÉPARTEMENT

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	14
Maîtres de conférences et assimilés	30
Directeurs de recherche et assimilés	0

Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	10
Sous-total personnels permanents en activité	**54**
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	3
Personnels d'appui à la recherche non permanents	7
Post-doctorants	2
Doctorants	47
Sous-total personnels non permanents en activité	**59**
Total personnels	**113**

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le département

Les activités menées dans le domaine de la conversion et la gestion des énergies électrique et thermique sont très équilibrées entre la recherche, la formation et la valorisation sur des thématiques à forts enjeux scientifiques et sociétaux. Les activités dans le domaine de l'hydrogène-énergie sont remarquables et bien positionnées sur le plan international. L'équipe SHARPAC participe au développement de systèmes piles à combustible et en particulier à leur diagnostic et analyse en temps réel qui se positionnent au meilleur niveau mondial.
La production scientifique du département est excellente voire exceptionnelle pour l'équipe SHARPAC tant du point de vue quantitatif que qualitatif. Cette production, en augmentation significative, masque néanmoins un déséquilibre important entre les deux équipes.
Le rayonnement national et international des activités de recherche est remarquable et de tout premier plan.
Le comité note une forte et excellente activité de recherche partenariale que ce soit aux niveaux régional, national, européen et cela avec des centres d'expertises de référence. Il note également une excellente interaction avec le milieu socio-économique avec un lien fort et pertinent avec le FCLab. Les actions de dissémination et de communication vers le grand public sont exceptionnelles par leur diversité et leurs grands nombres. Enfin, les prospectives scientifiques en particulier sur les machines thermiques magnétocaloriques et les électrolyseurs PEM durables sont réalistes, judicieuses et équilibrées.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le département ENERGIE possède une identité scientifique originale et unique, sur la conversion et la gestion des énergies électrique et thermique avec des thématiques à forts enjeux scientifiques et sociétaux. Le rayonnement national et international qui en résulte est remarquable et de tout premier plan.

Les recherches réalisées par le département ÉNERGIE sont très originales et cela au travers de plusieurs aspects comme les modélisations multi-échelles et multi-physiques développées, les moyens et les méthodes mis en œuvre. Les approches proposées vont de l'échelle du composant à celle du système. Les sujets de recherche sont pertinents et permettent au département un positionnement stratégique incontournable dans le domaine des machines thermoélectriques et les piles à combustible.

La production scientifique du département est excellente avec une augmentation significative par rapport au précédent contrat. Le département affiche le taux de 2,9/ETP/an pour les revues internationales et de 2,2/ETP/an pour les conférences avec actes, dont environ les 3/4 incluant au moins un doctorant. Le comité note également qu'environ10 % des publications du département ENERGIE sont co-signées par des membres d'autres départements. Enfin, un effort remarquable a été porté pour publier dans des revues de grande qualité faisant référence dans le domaine (*International Journal of Hydrogen Energy, IEEE Transactions on Energy Conversion, Fuel Cell, Journal of Power Sources, International Journal of Refrigeration*, etc.).

Les prospectives scientifiques de l'équipe portent sur la modélisation, le diagnostic et le pilotage de systèmes électriques (hydrogène-énergie, batteries, machines électriques, convertisseurs statiques) en régimes extrêmes de fonctionnement (cyclage électrique, température, CEM, extrême longue durée d'usage, hautes vitesses pour les machines électriques). Ces prospectives sont très bonnes, raisonnablement ambitieuses et équilibrées.

Le département est structuré en deux équipes et 14 pôles dont trois inter-équipes. Deux pôles supplémentaires ont été créés de façon judicieuse pour répondre à des verrous scientifiques et faciliter les interactions entre pôles et équipes. La féminisation du département, 24 % au total, avec +4 MCF/EC et +1 PR, est globalement supérieure aux moyennes constatées dans ces disciplines et démontre d'une démarche active en ce sens. La gestion globale du département semble efficace mais reste assez peu décrite.

L'équipe SHARPAC a été lauréate de l'Equipex+ DurabilitHy conduisant à 4,8 M€ d'investissements pendant la période 2021-2028 pour la plateforme H2-Energie.

Le comité note une activité éditoriale importante et de qualité des membres de l'équipe SHARPAC (20 éditeurs associés pour des revues de premier rang et 15 éditeurs associés de sessions spéciales).
Le comité souligne également une implication forte dans l'organisation de conférences ou écoles d'été (organisation de la conférence internationale IEEE *Vehicle Power and Propulsion Conference* [VPPC], organisation des 28ème et 29ème congrès français de thermique à Belfort, organisation de 4 écoles d'été en 2016, 2017 et deux en 2019).
Les indices de reconnaissance sont nombreux et variés comme par exemple : Médaille Blondel de Daniel Hissel en 2017, *Hydrogen Europe Research Young Scientist Award* par Elodie Pahon en 2018, médaille de bronze 2019 du CNRS pour Nadia Steiner, médaille de l'innovation 2020 du CNRS pour Daniel Hissel, IEEE J. David Irwin *Early Career Award* pour Fei Gao en 2020, *Fellow* IET pour Fei Gao en 2018, et *Fellow* IEEE pour Daniel Hissel en 2022.

Les plateformes du département sont uniques au niveau européen et remarquables. Une partie importante des moyens de FEMTO-ST est localisée sur la plateforme Hydrogène-Énergie, partagée avec l'UAR CNRS FCLab, avec des activités communes sur la gestion de la plateforme et sur les interactions industrielles, associant des laboratoires partenaires (SATIE, AMPERE, LEMTA, ICB).

Le département mène une activité remarquable avec le monde socio-économique. Le comité cite en particulier des premières mondiales concernant le transport routier au travers du projet FUI ROAD avec la société CHEREAU et le projet ISITE-Industrie COMPOMAG (collaborations ENERGIE, DMA, MN2S) associant deux industriels (Delfingen et NEXTPAC).
Les membres du département ont participé à 166 projets dont 75 projets collaboratifs de recherche avec des industriels incluant notamment 14 thèses du dispositif Cifre, 25 thèses et 26 post-doctorants financés sur ressources propres issues de contrats partenariaux. Le comité comptabilise une moyenne de 21 projets par an sous la forme de collaborations de recherche (thèses Cifre), de prestations, de projets institutionnels (H2020, ANR, Région, CNRS) pour un montant moyen de 2 M€ par an. Le taux de publication avec les institutionnels est notable pendant la période.

Les liens du département avec l'UAR CNRS FCLab sont très importants. La plateforme Hydrogène-Energie constitue un lieu unique pour les validations expérimentales et ce pour des besoins académiques ou industriels.

La poursuite de l'accompagnement du développement de start-up dans les domaines de l'énergie sont notables. À titre d'exemples le comité a relevé les start-up H2SYS créée en 2017 avec l'équipe SHARPAC, qui totalise aujourd'hui 24 personnels, ingénieurs, techniciens et ouvriers qualifiés et ANANKE créée en 2017 avec l'équipe THERMIE qui totalise aujourd'hui 15 ingénieurs et techniciens.

Les actions envers le grand public, les étudiants, lycéens et collégiens sont remarquables avec des moyens de communication variés : presse, TV, radio, interventions des chercheurs à travers des exposés et conférences spécialisées, etc.) pour un total de 195 interventions ou mentions des activités du département pendant la période 2016-2021.

Points faibles et risques liés au contexte

Malgré d'excellents taux de publication par ETP, la différence d'effectifs entre les deux équipes (13 ETP en moyenne pour l'équipe SHARPAC et 7,5 ETP pour l'équipe THERMIE), ne suffit pas à justifier le fort déséquilibre de publication par ETP constaté, défavorable à THERMIE, ce qui est très problématique.

L'organisation du département en deux équipes et 14 pôles rend difficile la lecture de la politique et de l'animation scientifique. Il manque une mise en avant des verrous scientifiques, du positionnement par rapport à la communauté scientifique, la description des actions scientifiques qui en découlent ainsi que l'articulation des actions scientifiques entre les équipes et les pôles. Le projet fait apparaître une nouvelle structuration qui pourrait améliorer la situation.

Le ratio PR/MCF reste insuffisant au niveau du département. À cela s'ajoute une pyramide des âges défavorable, en particulier pour l'équipe THERMIE avec 53 ans d'âge moyen contre 46 ans pour l'équipe SHARPAC. Cela conduit à un risque sur la dynamique scientifique ainsi que sur la formation à la prise de responsabilité au sein du département par les chercheurs et enseignants-chercheurs juniors.

L'absence de chargés de recherche, de directeur de recherche et de stratégie de recrutement associée à ces manques fait défaut dans le département. L'arrivée prochaine d'une chaire de professeur junior ne suffit pas à compenser ce manque.

Les fonctions support et soutien sont en très forte tension en particulier pour les plateformes qui sont un maillon essentiel des activités scientifiques du département. Des départs massifs dans les cinq prochaines années, vont probablement encore aggraver la situation.

Malgré une interaction exemplaire du département avec le monde socio-économique, le nombre de brevets générés reste insuffisant. Les activités du département avec FEMTO Engineering restent également peu développées. Il n'existe pas non plus de laboratoire commun en partenariat avec un industriel de référence.

Le département n'a pas mis en place d'outils DDRS permettant de mieux comprendre et éventuellement réduire l'impact de ses activités de recherche scientifique sur l'environnement.

Malgré une collaboration internationale de grande qualité (9 projets H2020 dont 2 ITN, 1 Erasmus+, 1 PHC), le département n'assure pas de coordination de projets européen.

La mise en place de moyens pour la protection du patrimoine scientifique et technique a encore des impacts vis-à-vis des actions scientifiques du département en particulier avec quelques partenaires historiques.

RECOMMANDATIONS AU DÉPARTEMENT

La production scientifique de l'équipe THERMIE doit s'améliorer par la mise en place d'actions fortes au niveau du département en particulier vis-à-vis des derniers entrants.

Le comité recommande au département ENERGIE de veiller à la mise en place d'une animation scientifique permettant de renforcer les liens inter-équipes, pôles et inter-département.

Le comité recommande d'avoir une réflexion pour maintenir le potentiel d'EC en prévision des départs en retraite.

Le comité recommande de poursuivre l'effort pour le recrutement de chercheur CNRS.

Le comité recommande de dynamiser le recrutement de personnels d'appui pour maintenir les plateformes au meilleur niveau.

Le comité estime qu'il est nécessaire de renforcer la création de Chaires, CPJ ou de laboratoires communs pour pérenniser des relations avec des industriels sur des problématiques communes et de développer l'aspect dépôt de brevets.

Le département doit être force de proposition pour la mise en place d'indicateurs sur l'impact des recherches en lien avec le développement durable.

Compte tenu des collaborations internationales des membres du département, le comité recommande à ses membres de s'investir pour être porteur de projets à l'échelon européen.

Le comité recommande de mieux intégrer les aspects de protection du patrimoine scientifique en diversifiant ses recrutements et ses actions de collaboration internationale.

Département 4 : DMA - Département de Mécanique Appliquée

Nom du responsable : M. Philippe Picart

THÉMATIQUES DU DÉPARTEMENT

Le périmètre scientifique du département DMA concerne les Matériaux, Surfaces, Procédés et Structures. Il est structuré en six équipes de recherche : BioMécanique des Tissus mous (BioMecaT), Dynamique des SMART structures (D.SMART), mEcano-Chimie et TribOlogie (ECTO), Matériaux pour la transition écologique (MAT'ECO), Microtechniques Intelligentes (MICRO) et Procédés de fabrication et Interactions Surfaces et Matériaux (PRISM). Les activités du département s'appuient sur trois plateformes technologiques qui ont obtenu le label de Plateforme Bourgogne-Franche-Comté : AMETISTE (caractérisation mécanique des matériaux), MIFHySTO (micro-fabrication mécanique, fonctionnalisation de surface, hybridation), S.mart (robotique, prototypage, reverse engineering, ressources CAO et simulation numérique).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Lors de l'évaluation précédente, le comité avait formulé quatre recommandations auxquelles le département a répondu.

Le département gagnerait à développer des actions visant à susciter des candidatures sur les concours de recrutement de chargé de recherche CNRS ou des bourses européennes de type bourse Marie Skłodowska - Curie.
Cette recommandation a été prise en compte en organisant des rencontres avec les candidats ciblés et en leur proposant une aide au montage de leur projet. Le comité note le recrutement d'un CR en 2018, qui résulte certainement des actions du département pour attirer de jeunes chercheurs.

Il serait souhaitable de définir une politique optimale pour pérenniser les savoirs acquis tant sur les équipements, les expérimentations que sur l'utilisation et le maintien des logiciels.

La mise en place de deux plateformes technologiques contribue certainement à la pérennisation du savoir-faire expérimental même si les ressources humaines restent limitées.

Le département pourrait améliorer son rayonnement national et surtout international en s'impliquant davantage dans l'organisation de conférences.
Depuis 2016, les membres du département ont organisé plusieurs conférences et symposiums, améliorant ainsi le rayonnement national et international.

Même si les objectifs des structures sont a priori différents, il conviendrait d'initier un rapprochement entre FEMTO Engineering et la Cellule d'Ingénierie et de Transfert.
La Cellule d'Ingénierie et de Transfert a été supprimé et les prestations à destination du monde socio-économique sont gérées par FEMTO Engineering.

EFFECTIFS DU DÉPARTEMENT

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	12
Maîtres de conférences et assimilés	21
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	5
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	16
Sous-total personnels permanents en activité	**54**

Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche non permanents	7
Post-doctorants	3
Doctorants	64
Sous-total personnels non permanents en activité	**76**
Total personnels	**130**

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le département

Les thématiques scientifiques du département ont une très bonne visibilité internationale, voire excellente pour MAT'ECO.
La production scientifique est d'un niveau excellent tant en qualité qu'en quantité avec plusieurs publications dans des revues à renommée mondiale. Le comité note que la production reste limitée pour certains de ses membres.
Le département bénéficie d'un très bon rayonnement national, voire international au travers du portage et de la participation à des projets européens pour MAT'ECO et D-SMART. Certaines équipes ont peu de membres, ce qui nuit à leur rayonnement.
Les activités de transfert du département ont un ancrage territorial de premier plan soutenues par les deux plateformes technologiques AMETISTE et MIFHySTO disposant de moyens originaux et de premier plan mondial.
Le comité note un bon équilibre entre une recherche partenariale et académique de qualité. Toutefois, les difficultés de recrutement ou de renouvellement questionnent la durabilité de cet équilibre.

Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique est quantitativement excellente, avec 254 articles, soit 2,4 ACL/ ETP/an, dans des revues internationales à comité de lecture, dont la plupart dans les meilleures revues du domaine (*Nature Materials, Smart Materials ans Structures, Nature Plants*, etc.).

L'activité du département DMA combine de manière équilibrée la recherche académique et la recherche partenariale, comme en témoignent les nombreux contrats de recherche (32), les conventions Cifre (18) et les prestations de recherche (19), parallèlement aux contrats de collaboration industrielle avec des financements publics (2 ANR, 6 BPI, 4 FUI et 3 FEDER/RIS3). L'ensemble des activités s'appuie sur trois plateformes technologiques de haut niveau, comprenant des équipements de caractérisation mécanique, de micro-fabrication, de robotique ainsi que des ressources pour la CAO et la simulation numérique.

Le département est très impliqué dans la formation doctorale, avec 59 thèses soutenues dans la période pour 25 HDR soit environ 0,5 thèses soutenues /HDR/an et 44 thèses en cours. Le grand nombre de doctorants recrutés est une autre indication de l'attractivité des thématiques de recherche développées par DMA. Ce nombre est d'ailleurs en hausse et l'employabilité des doctorants est excellente, autre signe de l'attractivité du DMA.

Le rayonnement à l'international du département est très bon, voire excellent pour les thématiques de recherche développées par MAT'ECO et D-SMART, attesté par des contrats européens (H2020) et par huit prix internationaux au cours de la période (Scott Cogan-SEM, Kevin Billon-SPIE, NASA Group Achievement Award, etc.), de nombreuses collaborations avec des équipes en Italie, Canada, USA, Suède, Japon, etc. et une proportion élevée de doctorants internationaux.

Au niveau de l'institut, il faut noter qu'il existe des liens très forts avec le département AS2M (projets transversaux HOLO-CONTROL, Structures Actives à base d'origami) ainsi qu'avec le département MN2S (une vingtaine de publications en commun).
Le large spectre d'activités couvert, du développement de projets de recherche ciblant des problèmes à la frontière de la connaissance, au transfert industriel (Safran, Thales, Alstom Transports, CNES, etc.), dont l'initiative et le soutien de startups (AFUIudine et Vibiscus) ainsi que le dépôt de brevets (7 déclarations d'invention, 12 brevets dont 2 exploités et 4 logiciels dont 2 licenciés) sont un point fort du département.

Le département dispose de financements importants, et d'origines très diverses, lui assurant une capacité à pérenniser ses projets au plus haut niveau national et international.

Points faibles et risques liés au contexte

Concernant les ressources humaines, que ce soit sur le personnel associé aux plateformes technologiques ou aux C et EC, il n'y a que quatre personnes de moins de 40 ans sur 37, ce qui représentent un risque sur la durabilité des savoir-faire.

Dans son autoévaluation, le département fait apparaître un point de vigilance sur l'impact des lourdes responsabilités locales qui incombent aux cadres de l'équipe : un vice-président puis chargé de mission à l'université de Franche-Comté, un directeur adjoint en charge de la Recherche et de la Valorisation pour l'ENSMM, un président du réseau FIGURE, deux directeurs d'un campus des métiers (Microtechniques et Systèmes intelligents). Si ces responsabilités sont le signe d'un fort rayonnement local du département, il n'en reste pas moins qu'elles affaiblissent son potentiel recherche.

Concernant la formation doctorale, le comité note un nombre important d'abandons (11 pendant la période d'évaluation).

Le taux de publication des doctorants est relativement faible (8 % des doctorants n'ont pas produit d'ACL ou d'ACT) et ils ne contribuent qu'à 35 % des publications du laboratoire. Un certain nombre de C et EC sont trop faiblement publiant (moins de 3 ACL en 6 ans).

Par rapport à la taille du département, le niveau d'activité éditoriale est relativement faible (seuls deux membres ont participé à des comités éditoriaux pendant la période d'évaluation) malgré la participation au lancement d'une revue en open-access qui se veut d'excellence.

RECOMMANDATIONS AU DÉPARTEMENT

La structuration actuelle du département va permettre de réduire les risques sur la pérennisation des activités mais, les ressources humaines, restent un point de vulnérabilité. Il convient donc de rester très vigilant au remplacement des éventuels départs d'EC ou de personnel d'appui à la recherche, en poursuivant les actions menées pour attirer des jeunes.

Compte tenu de la pyramide des âges dans le département, il est nécessaire d'anticiper les départs à la retraite par des actions visant à transférer les connaissances et le savoir-faire aux membres permanents pouvant pérenniser les activités de recherche.

Il est conseillé de poursuivre les actions visant à encourager les doctorants à publier.

Il sera également nécessaire de comprendre les raisons pour lesquelles les étudiants abandonnent la préparation de leur thèse et d'éviter cela, par exemple, grâce à des comités de suivi organisés en interne ou avec la participation de l'école doctorale.

Il faudrait encourager les membres permanents du département à s'impliquer davantage dans les comités de rédaction de diverses revues de leurs spécialités.

Les permanents dont le taux de publication est faible devraient être encouragés à s'impliquer davantage dans les activités de recherche. Les lourdes responsabilités sur le plan local assumées par un nombre conséquent de membres du département peuvent être une explication. Il est donc conseillé d'avoir une réflexion concernant le nombre de membres impliqués simultanément dans ces responsabilités.

Département 5 : MN2S - Département Micro Nano Sciences et Systèmes

Nom du responsable : M. Vincent Laude

THÉMATIQUES DU DÉPARTEMENT

Le département MN2S (Micro Nano Sciences et Systèmes) effectue des recherches pluridisciplinaires sur les microsystèmes, les nanosciences et les nanotechnologies.
Le département MN2S est structuré en quatre équipes [SB1] - BMD (BioMicroDevices), MINAMAS (MIcro-NAno-MAtériaux et Surfaces), MOSAIC (Micro-Nanotechnologies for physical sciences) et PhoMi (Phononique et Microscopies) - dont les thématiques de recherche couvrent les sciences de l'ingénieur, la physique / chimie des matériaux et la biologie / santé. Les quatre équipes abordent aussi bien des aspects de recherche fondamentale que des aspects plus appliqués.
Les travaux de recherches portent spécifiquement sur :
- le développement de méthodes/techniques de Nano-micro-structuration de composants permettant de « piloter, influencer, modifier » les relations entre structure et fonction (rôle structure/matériaux fonctionnels) ;
- l'étude des interactions et des couplages multiphysiques et multi-échelles ;
- le développement de stratégies d'intégration des composants au sein de microsystèmes (MEMS/MOEMS/bio-dispositifs ou BIOMEMS).

Le département MN2S héberge deux plateformes expérimentales de très haute technicité :
- la plateforme SURFACE spécialisée dans la réalisation et la caractérisation de couches minces ;
- la plateforme CLIPP dans les domaines de la bio-analyse, de la nano-bio-caractérisation, de la bio-ingénierie et de la santé.
Le département s'implique aussi dans l'axe transverse Biom'@x et la centrale de technologique MIMENTO.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Il était recommandé d'améliorer davantage les synergies entre les équipes de recherche du département, notamment des matériaux vers les composants et dispositifs.
Pour accorder l'organisation des équipes aux évolutions scientifiques internes et permettre l'émergence de nouveaux thèmes de recherche, une restructuration de cinq groupes vers quatre équipes de recherche a été réalisée début 2020. Chaque équipe s'efforce de travailler dans l'élaboration de matériaux micro-nano-structurés pour réaliser de nouveaux composants et dispositifs. L'équipe BMD gère la plateforme CLIPP et les équipes MINAMAS et MOSAIC cogèrent la plateforme SURFACE. Les synergies entre équipes ne semblent pas explicites.

Le comité avait recommandé de tirer mieux profit de la grande expertise dans le domaine des couches minces et des matériaux fonctionnels pour développer des capteurs innovants.
Cette recommandation a été largement suivie par l'équipe MINAMAS spécialisée dans l'élaboration de matériaux à porosité contrôlée, ou nanostructurés (GLAD). Ces matériaux utilisés initialement pour la conversion et le stockage de l'énergie, diffuse maintenant le domaine des capteurs chimiques et de la nanophotonique.

Le département a répondu complètement à la recommandation concernant la poursuite de la réflexion d'ensemble liée à la modification du découpage régional (accueil d'EC d'une autre UMR, implication forte sur les plateformes SURFACE et CLIPP qui sont multisites, plusieurs projets avec le Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne et du I-Site).

La poursuite du développement des relations internationales, « locales » et hors Europe, a été suivie grâce à plusieurs thèses qui ont été soutenues en co-tutelle (3) avec la Chine ou en codirection (1) avec Taiwan (TMU), l'organisation de deux symposiums entre FEMTO-ST et TMU d'un accord-cadre entre l'UBFC et TMU.

Le département a augmenté de façon tangible le nombre de post-doctorants comme cela était recommandé. Mais le nombre de doctorants est resté sensiblement le même.

Une démarche proactive a été menée et a donné naissance à des transferts technologiques (ex : Procédé HYMALAYAN, transferts avec des PME et des grands groupes industriels et à la création de start-up (METABSORBER et CLHYNN) conformément à la recommandation faite lors de la précédente évaluation.

EFFECTIFS DU DÉPARTEMENT

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	11
Maîtres de conférences et assimilés	19
Directeurs de recherche et assimilés	6
Chargés de recherche et assimilés	7
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	12
Sous-total personnels permanents en activité	**55**
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	16
Post-doctorants	8
Doctorants	31
Sous-total personnels non permanents en activité	**55**
Total personnels	**110**

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le département

Le département MN2S développe des activités remarquables de niveau international fortement pluridisciplinaires reposant sur des compétences diverses et complémentaires des personnels permanents (Sections CNRS 08, 09, 14, 20, Sections CNU 28, 31, 33, 61, 62, 63, 87). Il produit des travaux amonts remarquables donnant lieu à des publications dans des journaux de renommée mondiale. Il développe également des recherches applicatives d'excellente qualité en s'appuyant en particulier sur sa plateforme CLIPP, unique dans un laboratoire du domaine STIC-SPI, et en participant activement au fonctionnement de la centrale MIMENTO du réseau Renatech.

La production scientifique est excellente mais inégalement répartie entre les équipes et entre les chercheurs. Les travaux sur les métamatériaux et résonateurs pour la phononique, sur les horloges atomiques, en collaboration avec le département TF, et sur les vésicules extra-cellulaires sont au meilleur niveau mondial, et certains ont été récompensés par des prix prestigieux. Le département sait attirer des financements très compétitifs au niveau européen (1 ERC, 8 projets H2020/Horizon Europe dont 3 coordinations).

MN2S collabore de façon remarquable et en particulier avec son environnement régional en allant jusqu'à la recherche translationnelle et l'accueil de personnels hospitaliers au sein de la plateforme CLIPP, la création d'une startup (METABSORBER), une dizaine de projets BPI et la maturation de plusieurs projets par la SATT SAYENS. La dissémination vers le grand public est aussi remarquable.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le département MN2S bénéficie d'un très bon positionnement à l'international qui s'illustre notamment par les nombreuses collaborations, publications communes voire de thèses en cotutelle avec des acteurs majeurs du domaine incluant le KIT (Allemagne), l'UdM (Portugal), l'ICL (GB), l'EPM (Canada) et plusieurs universités chinoises (HUT, TJU, HIT). Le département MN2S a aussi des thèmes de recherche en très forte synergie avec l'Institut Carnot de Bourgogne (ICB).

Le département MN2S aborde de front plusieurs axes de recherche pluridisciplinaires en investiguant de nouveaux concepts en physique, chimie, et biologie, tout en développant des techniques de microfabrication ou de caractérisations spécifiques aux domaines de l'acoustique, de la biologie et de la santé. On peut en particulier citer les travaux sur la phononique qui ont permis l'élaboration de métamatériaux acoustiques et mécaniques et qui sont mis à profit récemment pour le traitement de l'information classique et quantique. Le département se distingue aussi pour l'originalité des recherches en microfabrication de métamatériaux mécaniques 3D (par lithographie à deux photons), la nano-structuration par croissance contrôlée sous-incidence oblique (GLAD), la chimie sur surface à l'échelle atomique pour un contrôle parfait de la morphologie des structures, voire le développement d'une nouvelle technologie de réacteur PVD associant pulvérisation cathodique magnétron à un jet de nano-aérosols. Le comité cite aussi les avancées remarquables dans la conception et la fabrication de micro-dispositifs d'analyse des mécanismes biologiques en flux et en sang total. Finalement les travaux menés en caractérisation multi-échelle ciblée des vésicules extracellulaires en fluide complexe ont permis d'identifier de nouvelles propriétés biomoléculaires.

La production scientifique des permanents moyennée pendant la période est excellente avec 2,5 ACL/ETP/an. Les journaux ciblés tels que *Nature Physics, Nature Chemistry, Physical Review B* etc. sont très sélectifs et à très forte visibilité.
Il est à noter que près de 34 % des ACL sont communes avec un autre département de l'unité montrant les synergies fortes sur certains thèmes de recherche. Cette dynamique est aussi visible dans le nombre significatif d'ACL co-signés avec l'ICB et des instituts renommés d'Europe, d'Asie et d'Amérique.
On peut aussi noter que la production scientifique des doctorants (37 thèses soutenues) est remarquable avec 2,9 ACL et quatre communications en moyenne par doctorant.

L'animation scientifique du département est menée conjointement entre le comité d'orientation scientifique et les quatre équipes. Elle est très soutenue et porte sur de nombreuses activités récurrentes telles que les séminaires (bimensuels), l'OpenLab Day (biannuel), l'amélioration continue de la qualité des projets soumis à des financements, le financement de stages de M2, les évènements orientés vers le grand public (plus de 100 interventions), les aspects de déontologie, etc.

Le rayonnement du département MN2S est très clair à travers ses nombreuses participations aux comités techniques, comités scientifiques ou exécutifs lors des conférences internationales de référence du domaine.
Le comité souligne également l'obtention de cinq prix très compétitifs mettant en lumière les recherches menées dans le département et récompensant des chercheurs à différentes étapes d'une carrière : deux prix doctorant (IEEE Inter. Ultrasonics Symp. 2016 et IEEE IUS. 2021), un prix Outstanding APS referee en 2018, un prix couronnant une carrière exceptionnelle (IEEE Carl Hellmuth Hertz Award. 2016) et un *Best Paper Award* à la conférence BIODEVICES 2020.
Par ailleurs, le comité constate que le nombre de conférences invitées est globalement très bon. Finalement, il note aussi une bonne activité éditoriale (Associate and Guest editor) pour les revues de la IEEE, EDP Science, Elsevier.

Il est à souligner qu'un membre du département a obtenu la médaille de bronze du CNRS et une ANR JCJC a été transformée en un projet ERC Consolidator.

L'attractivité du département MN2S se manifeste à travers l'étendue et la variété de sa réussite aux appels d'offre académiques (21 projets européens, dont quatre en tant que coordinateur). Globalement, le département obtient un très bon taux de succès aux AAP avec un budget propre annuel moyen de 2,3 M€ pendant la période pour 28 ETP en moyenne.

Le comité note également que grâce à ses plateformes CLIPP et Surface et son très fort investissement dans la plateforme MIMENTO, le département MN2S joue un rôle central dans diverses collaborations en particulier sur le projet de micro-horloge à cellule avec le département TF, en micro-nano robotique avec le département AS2M, sur les dispositifs pour la biologie/santé avec le département Optique. Enfin son attractivité s'est illustrée par l'arrivée de cinq EC et de trois chercheurs par recrutement ou par mutation.

Les relations avec le monde socio-économique sont à la fois nombreuses et diversifiées. Elles se déroulent dans le cadre de contrats avec des PME et grands groupes (Senseor, ALSTOM), de conventions Cifre (3) ou de sous-traitances sur la plateforme MIMENTO. Le comité note aussi diverses activités de conseil et d'expertise ainsi que le dépôt de brevets dont onze étendus à l'international.
Un fait marquant concerne aussi la création de la start-up METABSORBER en 2019.

Points faibles et risques liés au contexte

La répartition des publications semble assez inégale entre les équipes avec quatre chercheurs qui publient beaucoup (plus de 40 ACL pendant la période), et d'autres qui ont une production scientifique beaucoup plus modeste (de 0 à 3 ACL pendant la période).

Les interactions entre équipes n'apparaissent pas clairement donnant ainsi un sentiment de cloisonnement des activités.

Le comité constate une difficulté de recrutement de chercheurs CNRS depuis 2011, même si elle est partiellement compensée par trois mutations entrantes (EC et C) et deux recrutements d'EC en fin de période.

Les départs à la retraite seront importants dans les dix prochaines années.

Le comité constate aussi une forte diminution des personnels de soutien à la recherche qui impacte les activités de support sur les plateformes.

Le nombre de thèses du dispositif CIfre est modeste au regard des collaborations industrielles.

Le nombre global de doctorants ayant soutenu reste modeste (37) au regard du nombre de permanents HDR (26), de même le ratio titulaires / non-titulaire proche d'un, reste en retrait par rapport à la moyenne de l'unité.

La production scientifique des doctorants ayant soutenu est inégalement répartie (entre 0 et 9 ACL par doctorants sur la durée de la thèse).

Les interactions avec l'axe Biom'@x sont peu explicitées et la valeur ajoutée de cet axe dans les activités appliquées à la santé n'est pas claire.

Il n'y a pas d'interaction avec l'axe SHS RECITS.

RECOMMANDATIONS AU DÉPARTEMENT

Le comité recommande de renforcer la politique d'aide mise en place pour impliquer davantage les personnels permanents dont la production scientifique est en retrait.

Le comité recommande de mettre en place une aide à la production scientifique pour les doctorants dont les travaux sont moins propices à des publications.

Le comité recommande d'encourager la formation par la recherche à travers le recrutement de doctorants (Cifre, internationaux, etc.).

La prospection et la préparation de candidats aux concours CNRS doit être renforcée.

Une stratégie scientifique doit être précisée pour anticiper les thèmes de recherche qui seront impactés directement par les départs en retraite.

Le comité recommande de clarifier et de dynamiser les interactions entre le département et l'axe transverse Biom'@x.

Le comité recommande de mettre en place une réflexion avec l'axe SHS RECITS.

Département 6 : OPTIQUE - Département Optique

Nom du responsable : M. Maxime Jacquot

THÉMATIQUES DU DÉPARTEMENT

Les activités de recherche du département concernent le domaine de l'Optique-Photonique allant du fondamental à la valorisation, avec une composante technologique et un couplage entre la théorie, la modélisation et l'expérimentation. Le département, qui compte 26 personnels permanents, est structuré en trois équipes :

- Nano-Optique : Nouveaux concepts en Nano-optique, conception-réalisation de circuits et systèmes nano-photoniques, métamatériaux, plasmonique, niobate de lithium, photonique non-linéaire intégrée.
- Optique Non Linéaire : Nouveaux concepts en photonique non linéaire guidée et opto-acoustique dans les fibres optiques, en dispositifs intégrés pour la conversion de fréquence, en imagerie non linéaire et quantique.
- Optoélectronique, Photonique et Télécommunications Optiques : Nouveaux concepts de systèmes complexes basés sur la dynamique spatio-temporelle optique et optoélectronique non linéaire, intelligence artificielle en photonique, information et ingénierie quantique, contrôle des processus d'interaction laser-matière, processus non linéaires et ondes extrêmes en photonique ultrarapide.

La stratégie du département de passer d'une organisation de quatre à trois équipes de recherche avait été annoncée dans le projet présenté lors de la dernière évaluation.

Ces trois équipes participent également à des projets inter-équipes (micro-nanophotonique non linéaire sur Niobate de Lithium, nouvelles générations de sources fibrées à impulsions courtes...) et transverses inter-départements ainsi qu'aux axes de l'EUR EIPHI.

Le département s'appuie sur la plateforme expérimentale MIMENTO et sur la nouvelle plateforme technologique photonique SMARTLIGHT issue de la fusion des plateformes PICASSO-ICB et FRI-LIGHT-FEMTO-ST).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le précédent comité n'avait pas fait d'autres recommandations au département d'optique que de maintenir l'excellence qu'il avait constatée. Le présent comité constate que les actions de réorganisation interne, le renouvellement des thématiques et l'implication dans les synergies régionales, nationales et européennes ont permis de maintenir ce niveau d'excellence.

EFFECTIFS DU DÉPARTEMENT

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	10
Maîtres de conférences et assimilés	7
Directeurs de recherche et assimilés	4
Chargés de recherche et assimilés	5
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	12
Sous-total personnels permanents en activité	**38**
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	5
Post-doctorants	7
Doctorants	35
Sous-total personnels non permanents en activité	**47**
Total personnels	**85**

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le département

L'activité scientifique du département OPTIQUE est exceptionnelle, au meilleur niveau mondial. Le département profite d'un savoir-faire à l'état de l'art dans les domaines de la physique des lasers pulsés, de l'optique non-linéaire, des nano-antennes qu'il a su mettre à profit pour devenir un acteur incontournable dans le paysage des thématiques émergentes comme l'intelligence artificielle ou les technologies quantiques. On peut par exemple mentionner la démonstration de processeurs photoniques pour l'intelligence artificielle, les études sur la naissance des impulsions solitoniques, l'étude de l'intrication quantique spatio-temporelle.

La production scientifique est exceptionnelle en termes de volume et de qualité des articles. Ceci ne doit pas pour autant cacher un déséquilibre important entre les contributions des différents chercheurs du département.

Les doctorants bénéficient d'un encadrement et d'un environnement de haut niveau mais la durée moyenne des thèses reste trop élevée.

Le rayonnement du département à l'international est aussi exceptionnel. Il se traduit par la moitié des conférences invitées de l'unité, notamment dans les congrès les plus reconnus du domaine, et par des prix prestigieux nationaux et internationaux qui ont mis à l'honneur plusieurs membres du département.

Le département OPTIQUE développe un partenariat conséquent avec les acteurs du monde socio-économique au niveau régional avec par exemple deux Labcoms créés.

Le département OPTIQUE a aussi une excellente implication dans des actions de partage de connaissance avec le grand public via différents médias. À titre d'exemple de sa contribution hors norme, on peut citer la présidence de l'International Day of Light, précédemment créé par un membre du département, sous le patronage de l'UNESCO.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les activités de recherche des trois équipes sont parfaitement identifiées au sein du département et reconnues aux plans national et international à un niveau d'excellence dans les domaines de la photonique quantique, l'imagerie non linéaire et quantique, les capteurs, les lasers. Le département se positionne à un excellent niveau scientifique dans des thématiques très en pointe et interdisciplinaires, grâce notamment à l'émergence de nouveaux enjeux scientifiques et technologiques comme l'intelligence artificielle et les technologies quantiques pour lesquels le département avait développé une expertise visionnaire. Il a également su porter certains de ses travaux à un niveau de TRL assez élevé avec la création du LabCom SyrahLab avec Kapteos.

De nombreuses avancées scientifiques majeures ont été obtenues. On peut notamment citer la première fabrication 3D permettant l'intégration de circuits photoniques neuro-inspirés, la réalisation d'un processeur photonique pour l'intelligence artificielle, l'étude fondamentale sur la dynamique des lasers permettant la première observation complète de la naissance d'impulsions solitoniques, la maîtrise de la polarisation optique par une nano-antenne hélicoïdale ou encore la reconnaissance des travaux centrés sur l'interaction laser-matière pour l'usinage femtoseconde.

Le département a une production scientifique exceptionnelle et de très haut niveau : plus de 70 % des articles sont publiés dans des revues de forte à très forte audience telles que *Nature Photonics, Rev. Mod. Phys., Nature Communications, Phys. Rev. Lett., Phys. Rev. X, ou Nano Letters*. Le choix de publier dans des journaux très sélectifs témoigne d'une volonté de promouvoir la qualité des travaux scientifiques. Le taux de publication qui varie de 2,4 à 3,5/ETP/an selon les années est remarquable. Le taux de citation a fortement augmenté par rapport à la dernière période évaluée et passe de 2 900 à 4 200, avec quatre chercheurs qui ont un excellent taux de citation supérieur à 3 000. Le comité note que malgré des disparités sur les taux de citations des chercheurs, la qualité des travaux de toutes les équipes du département est excellente. Les doctorants valorisent de manière remarquable leurs travaux avec en moyenne quatre ACL et huit communications par doctorant.

Le rayonnement du département sur le plan international est exceptionnel. Il se traduit notamment par un très fort taux de publications avec des universités étrangères (52 %) et un nombre très élevé de conférences invitées (170) dans les congrès les plus reconnus du domaine. En effet, plus de 20 d'entre elles sont de type « Plenary », « Keynote » ou « Tutorial » dans des congrès internationaux majeurs tels que OSA Nonlinear Optics, SPIE Photonics, IEEE, CLEO Europe, ISOT, SPICE ou à l'occasion d'évènements, cérémonies ou *workshops* de haut niveau dans des institutions prestigieuses (EPFL, École Polytechnique, Max-Planck Institut). Le dynamisme et l'excellence des chercheurs du département se traduit par l'obtention de nombreuses distinctions et des indicateurs de forte reconnaissance nationale et internationale : « *Highly cited papers* » dans *Web of Science*, nombreux *highlights* dans des revues internationales (*OPTICA*, *Nature*, *APS Physics*...), des faits marquants CNRS/INSIS, *Honorary Fellow of the Royal Society of New Zealand*, Prix Aimé Cotton en 2016, trois Honoris Causa des universités, une bourse européenne ERC consolidator obtenue pendant la période, des distinctions comme

Fellows OSA, IEEE, SPIE, de nombreux prix internationaux dont *IoP Journal of Physics*. Plusieurs membres du département OPTIQUE ont des responsabilités éditoriales importantes dans des journaux de premier plan (*managing editor* de Nanophotonics, *associate editor* de Optics Express ou de OSA Continuum) et participent à des instances de pilotage de la recherche et d'expertise scientifique (ANR, SNSF, FNRS, H2020, ERC).
L'attractivité du département est très bonne, y compris au niveau international, particulièrement pour le recrutement de doctorants. Parmi les 74 doctorants, 31 viennent d'universités étrangères et 36 d'autres universités françaises. Parmi les 22 post-doctorants, seuls sept avaient effectué leur thèse dans le laboratoire et cinq viennent de l'étranger (Japon, Chine, Allemagne, Espagne). Le département OPTIQUE a également accueilli neuf professeurs invités étrangers.
Le département organise par ailleurs chaque année le *symposium International Frontiers in Photonics* auquel participent notamment des chercheurs de très grande renommée. Il est également impliqué dans l'organisation des plus grands colloques internationaux en optique et photonique (OSA/Optica, CLEO US et Europe, SPIE Photonics West, ISOT, EOSAM) et nationaux (JNOG, Horizons de l'Optique).

Le nombre très important de projets de recherche aux échelles européenne, nationale et régionale et l'investissement très fort en matière de pilotage et de coordination de projets structurants du PIA met en évidence l'excellent dynamisme du département et son attractivité.
Grâce à la démarche de très grande qualité et à l'implication très forte des chercheurs du département aux niveaux régional et national, la plateforme FRI-LIGHT a été transformée pour devenir la plateforme de recherche SMARTLIGHT mutualisée avec l'Institut Carnot de Bourgogne, plateforme unique sur le territoire national en termes de nouvelles solutions en photonique et intelligence artificielle.

Le département développe un partenariat conséquent avec les acteurs du monde socio-économique, notamment grâce à sa nouvelle plateforme et la centrale technologique mais également à travers la création de deux Labcoms avec les sociétés Kapteos et Aurea technology. Deux de ses membres coordonnent pour la région et pour la France un grand nombre de projets du réseau européen ActPhast 4.0, devenu PhotonHub. Le département est partenaire de deux équipex, a contribué au dépôt de dix brevets parmi lesquels trois sont en phase de maturation dans le cadre de projets engagés par la SATT avec des industriels. 30 % des contrats sont issus de partenariats industriels et 3 % sont directement financés par l'industrie. Le département s'appuie également parfois sur une étroite collaboration avec FEMTO Engineering pour la réalisation de prestations industrielles.

Le département OPTIQUE est fortement impliqué dans des dizaines d'actions de partage de connaissances avec le grand public via différents médias, par la création de contenu vulgarisé à la fois sur des sujets larges liés à l'optique, la photonique ou à l'IA mais aussi pour présenter les dernières avancées. Environ deux cents de ces actions ont été répertoriées pendant la période. A titre d'exemple de sa contribution hors norme, on peut aussi citer la présidence de l'*International Day of Light*, précédemment créé par un membre du département, sous le patronage de l'UNESCO.

Points faibles et risques liés au contexte

Le taux de publication par équivalent temps plein est hétérogène et certains chercheurs ont une production scientifique très faible.

La durée moyenne des thèses (44 mois) du département OPTIQUE est élevée.

Le département OPTIQUE a déposé dix brevets mais ils ne sont pas exploités.

Le manque de jeunes chercheurs au sein du département OPTIQUE, lié notamment à une absence de recrutement depuis 2016, est un handicap pour répondre à des appels ciblés.

RECOMMANDATIONS AU DÉPARTEMENT

Le comité félicite le département d'optique de s'être maintenu à un excellent niveau et l'encourage à continuer dans la même direction.

Le comité recommande de réintégrer les chercheurs à faible taux de publication dans les activités de recherche, comme cela a été suggéré dans le document d'autoévaluation.

Le comité recommande de réduire la durée des thèses pour se rapprocher de la durée des financements.

Le comité recommande au département d'avoir une réflexion stratégique sur l'exploitation des brevets.

Le comité recommande de maintenir les efforts pour préparer des candidats aux concours de CR.

Département 7 : TF - Département Temps-Fréquence

Nom du responsable : M. Yann Kersalé

THÉMATIQUES DU DÉPARTEMENT

Le département développe des travaux de recherche dans le domaine des résonateurs et oscillateurs, de leurs applications en tant que capteurs et de la métrologie des sources de fréquence. Pour cela, il associe différents domaines scientifiques et technologiques (hyperfréquence, acoustique, sciences des matériaux cristallins, MEMS, photonique, traitement du signal, physique atomique...). Ses activités sont structurées à travers trois équipes :

- l'équipe CoSyMA, Composants et Systèmes Micro-Acoustiques, qui modélise, réalise et caractérise des éléments résonnants piézoélectriques pour des activités capteurs, le filtrage et les références de Temps/Fréquence embarquées, et développe des électroniques spécifiques pour ces activités ;
- l'équipe OHMS, Ondes, Horloges, Métrologie et Systèmes, qui réalise des standards de fréquences secondaires et la caractérisation métrologique de phase et des fluctuations de fréquence d'oscillateurs ;
- l'équipe PiezoMEMS, qui étudie des matériaux piézoélectriques monocristallins, de leurs propriétés fondamentales à la mise en forme et l'usinage en vue d'applications pour le temps fréquence.

Le département Temps-Fréquence héberge la plateforme Oscillator-IMP permettant de mesurer les fluctuations temporelles et la stabilité relative de fréquence des oscillateurs. Il est également un des plus gros utilisateurs de la plateforme transverse MIMENTO.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le comité précédent recommandait de poursuivre les collaborations avec le département OPTIQUE (notamment sur les résonateurs à modes de galerie en métrologie et sur les oscillateurs opto-électroniques). Après une mise en place d'actions initiales, le départ du chercheur en charge de l'activité n'a pas permis de développer à temps cet aspect.

Le comité suggérait de trouver de possibles alternatives aux cryogénérateurs. Aucune alternative n'a pu être identifiée.

Les membres du département étaient incités à poursuivre, voire développer, les valorisations de l'activité capteurs, en cohérence avec les autres départements de FEMTO-ST et les autres laboratoires bisontins et envisager un « guichet unique », peut-être avec Biom'@x, où seraient visibles de façon globale les activités de FEMTO-ST sur les capteurs. Les capteurs de biomarqueurs gazeux et de polluants dans l'air représentent un marché important, compte tenu des besoins médicaux (aide au diagnostic basée sur les biomarqueurs gazeux ; déficiences olfactives) ou dans l'agroalimentaire : cette recommandation a été satisfaite par plusieurs collaborations internes et une structuration d'un plateau technique au niveau de Biom'@x.

Le comité encourageait les tutelles à accompagner le souhait d'une convergence des activités temps-fréquence dans le paysage bisontin, si les chercheurs des deux groupes UTINAM et FEMTO-ST venaient à y être favorables : cette recommandation a été suivie.

EFFECTIFS DU DÉPARTEMENT

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	7
Maîtres de conférences et assimilés	8
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	3
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	15

Sous-total personnels permanents en activité	**34**
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	5
Post-doctorants	8
Doctorants	23
Sous-total personnels non permanents en activité	**36**
Total personnels	**70**

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le département

L'activité du département Temps-Fréquence et son positionnement sont excellents. Elle est à l'état de l'art sur les thématiques des oscillateurs cryogéniques et des horloges sur microcellules pour la métrologie du temps. Le département participe activement à de nombreuses collaborations fructueuses aux niveaux national et international. Le comité note une excellente dynamique dans le domaine des couches minces piézoélectriques sans plomb et de l'utilisation des techniques de radio-logicielle. La production scientifique est excellente en quantité et en qualité mais 20 % des doctorants n'ont pas de publications à la fin de leur thèse.
Le département TF a su à la fois pousser ses projets les plus anciens, éventuellement jusqu'au transfert technologique, tout en développant de nouvelles thématiques. Ces dernières nécessitent des financements importants et récurrents dont la pérennité devra être assurée. Ces travaux ont d'ailleurs valu à ses chercheurs quatre prix prestigieux dont trois au meilleur niveau international dans le domaine temps fréquence. Les relations avec le monde socio-économique sont un aspect remarquable du département TF et sont à la fois nombreuses, diversifiées et pérennes dans le temps.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le département Temps-Fréquence bénéficie d'un très bon positionnement à l'international qui s'illustre notamment par les nombreuses collaborations et publications communes avec des acteurs majeurs du domaine, incluant l'INRiM, la PTB, le NIST (instituts nationaux de métrologie italien, allemand et américain respectivement), l'Institute of Laser Physics (Russie), l'université de Western Australia, l'université Xi'an, l'Université Tohoku ou encore l'Université de Houston.

Le département a su, d'une part, pousser des recherches au niveau de l'état de l'art et, d'autre part, développer de nouvelles approches ou thématiques. Dans la première catégorie, on peut en particulier citer l'arrivée à maturité des oscillateurs micro-ondes cryogéniques, utilisés par plusieurs laboratoires nationaux de métrologies pour permette aux fontaines atomiques d'atteindre leur meilleure performance, mais également les améliorations des méthodes d'interrogation des étalons secondaires de fréquence en cellule de type CPT. Dans la seconde catégorie on peut citer les nouvelles approches pour la fabrication de matériaux hybrides sans plomb avec réponses piézoélectriques améliorées pour la récupération d'énergie et l'utilisation de capteurs pour la qualité de l'air à base de composants SAW associés à des surfaces fonctionnalisées pour la détection du CO2.

Le département Temps-Fréquence a une production scientifique d'excellente qualité avec des publications dans les revues spécialisées de référence du domaine (*IEEE-TUFF, Sensors, Inorganic Chemistry,* etc.) ou de revues plus généralistes à haute visibilité (*Physical Review Letters, Science Reports, Applied Physics Letters, Journal of Applied Physics,* etc.). Le nombre de publications ACLI et ACTI est également important, respectivement de 2,6 et 2,5 par an et par chercheur, en prenant en considération l'impact de la crise sanitaire sur le nombre de ACTI. Il est à noter qu'un nombre important de ces productions scientifiques (environ 25 %) sont communes avec au moins un des autres départements de l'unité.

L'animation scientifique du département est notamment réalisée en interne à travers des séminaires réguliers. Le département participe également largement à l'animation scientifique de l'institut puisqu'il a mis en place

un séminaire scientifique de tous les doctorants, que la directrice adjointe de l'institut et le responsable de la centrale de technologie MIMENTO sont membres du département.

Le rayonnement du département Temps-Fréquence est très clair à travers ses nombreuses participations aux comités techniques, comités scientifiques ou exécutifs lors des conférences internationales de référence du domaine. Le comité souligne également l'obtention de quatre prix très compétitifs mettant en lumière les recherches menées dans le département et récompensant des chercheurs à différentes étapes d'une carrière : un prix doctorant (Grand Prix i-PhD), un prix jeune chercheur (2020 EFTF *Young Scientist Award*) et deux prix couronnant des carrières exceptionnelles (W. G. Cady *Award*). Ces trois derniers correspondent à ce qui se fait de mieux dans le domaine temps-fréquence au niveau mondial. Le rayonnement du département se traduit également par la codirection et par sa position de co-fondateur du Labex FIRST-TF (avec les laboratoires LPL, UTINAM, GéoAzur, et SYRTE) qui est un réseau regroupant les acteurs du temps-fréquence à l'échelle nationale, dont 28 laboratoires et 31 industriels. Le rayonnement du département Temps-Fréquence apparaît aussi très clairement à travers le succès répété de l'école thématique annuelle EFTS (*European Frequency and Time Seminar*) qu'il organise, en liaison avec UTINAM, et qui atteint les 30 participants, pour moitié étrangers. Enfin, le portage de l'ITN ENHANCE, qui est un travail conséquent et important pour la communauté, est une source de visibilité importante pour le département Temps-Fréquence dans la thématique du développement de matériaux piézoélectriques sans plomb pour la micro-récupération d'énergie.

L'attractivité du département TF se manifeste à travers l'étendue et la variété de sa réussite aux appels d'offre académiques (Europe, nationaux, collectivités territoriales) et en particulier sur les appels nationaux ANR, DGA et CNES et PIA. Cela se traduit également par un nombre conséquent de recrutements en thèse. Un autre indicateur d'attractivité est la variété et la qualité de ses collaborations, que cela soit au niveau de l'Institut en particulier sur le projet de micro-horloge à cellule avec le département MN2S, au niveau régional (laboratoire ThéMA, laboratoire ICMUB), au niveau national avec le SYRTE (horloge en cellule, laser ultra-stable...) mais également à l'international avec de nombreuses collaborations très fructueuses. Le comité note également que le département a su tirer profit de possibilités de financement offertes par le labex FIRST-TF comme effet de levier pour élargir et financer ses collaborations au niveau français dans ses activités émergentes en fréquences optiques (laboratoires PIM, LMPQ, LPL). Enfin son attractivité s'est illustrée également par le recrutement, sur le projet de Laser super radiant Yb, d'une chargée de recherche CNRS formée au laboratoire LKB qui est un laboratoire référence en France en physique atomique.

Les relations avec le monde socio-économique sont un aspect remarquable du département TF et sont à la fois nombreuses, diversifiées et pérennes dans le temps. Ces relations concernent les trois équipes et donnent en particulier lieu à un nombre important de thèses du dispositif Cifre (plus de 20 % des thèses soutenues). Les collaborations concernent des sociétés allant d'acteurs locaux issus du laboratoire (AR Électronique et frec'n'sys) à des grands groupes industriels comme STMicrolectronique, Thales ou Tronics pour ne citer qu'eux. Ces relations sont également variées par nature avec en particulier deux Labcom : PHASE avec la société SENSéOR sur les capteurs à résonateurs à ondes de surface et le LabCom ANR FAST LAB sur le transfert de temps sécurisé avec la société Gorgy Timing. Elles comptent également des actions de conseil et d'expertise, des dépôts de brevets, des actions de maturation et des contrats de développements collaboratifs. Un aspect remarquable a sans aucun doute été le transfert industriel de micro-horloge atomique vers la société Tronics pour la réalisation des microcellules et à Syrlinks pour la partie électronique, créant ainsi la première micro-horloge atomique européenne disponible commercialement. Enfin, le département TF apporte son expertise aux industriels à travers ses plateformes Oscillator-IMP et MIMENTO, ainsi qu'une activité au sein du Laboratoire Temps-Fréquence Bisontin (LTFB).

Points faibles et risques liés au contexte

Bien que la production scientifique moyenne des doctorants soit bonne en qualité et quantité, elle est marquée par une assez grande disparité avec notamment 20 % de doctorants n'ayant pas de publication à comité de lecture en fin de thèse. Cette situation fait écho au relativement faible taux de publication du département avec au moins un doctorant (45 %). Par ailleurs la production moyenne des post-doctorants est également relativement faible (1,2 ACL/an). Ce taux peut en partie être expliqué par les séjours post-doctoraux de faible durée (inférieure à 1 an) ; mais reflète également une grande disparité dans la production de ceux qui restent plus longtemps.
Le nombre de post-doctorants est sensiblement en dessous de ce qui semble optimal pour le fonctionnement du département.

20 % des effectifs chercheurs et enseignants-chercheurs du département TF vont partir en retraite d'ici la fin du prochain quinquennal, risquant de fragiliser le département dans son ensemble et notamment pour l'encadrement de doctorants. Cette situation est d'autant plus critique que la moyenne d'âge est de 49 ans au moment du rapport.

Le labex FIRST-TF a permis de soutenir plusieurs activités importantes du département TF, en particulier sur les horloges atomiques et les oscillateurs optiques en aidant à la fois aux financements et aux développements des collaborations. Sa fin en 2024, si aucune solution n'est trouvée pour le renouveler, sera sans aucun doute un manque important.

La trajectoire du département TF est clairement orientée par les sujets émergents vers la métrologie des fréquences optiques. Cette orientation est sans aucun doute tout à fait pertinente. Mais certaines de ces activités nécessitent des investissements en personnels et équipements pendant des périodes longues (notamment horloges et oscillateurs optiques) avant de donner des résultats au meilleur niveau. Des difficultés de financements peuvent donc apparaître après l'obtention des premiers financements et avant l'obtention des premiers résultats marquants. Or les premiers résultats significatifs sur les aspects le plus anciens de ces activités se font attendre.

RECOMMANDATIONS AU DÉPARTEMENT

Le comité recommande à la direction du département de s'assurer que la grande majorité des doctorants soit auteur d'au moins un ACL avant la soutenance. Cette recommandation est étendue aux post-doctorants restant au moins 1 an.

Le comité recommande de veiller à ce que les départs en retraite des C et EC ne conduisent pas à des pertes de compétences critiques pour le département ce qui nuirait au déploiement de sa politique scientifique.

La direction du département devra s'assurer que le nombre d'encadrants ayant l'HDR soit suffisant.

Les membres du département devront participer activement à la recherche d'une ou de solutions permettant de prolonger les bénéfices apportés par le LABEX FIRST-TF (financement des projets et/ou le développement des collaborations).

Le département devra s'assurer de l'adéquation de la soutenabilité des activités horloges et oscillateurs optiques afin d'assurer un retour scientifique optimal des projets déjà lancés tout en soutenant les nouveaux projets.

Département 8 : RECITS - Axe transverse Recherche et Études sur le Changement Industriel, Technologique et Sociétal

Nom du responsable : Mme Nathalie Kroichvili

THÉMATIQUES DE L'AXE TRANSVERSE

L'équipe RECITS, qui s'est structurée depuis 2000 en tant que jeune équipe puis EAD, a rejoint FEMTO-ST en 2016 pour constituer l'axe transverse en sciences humaines et sociales (SHS) de l'unité.
Les activités menées dans cet axe transverse sont tournées vers l'impact des technologies dans la société et concernent des recherches et études sur les changements industriels, technologiques et sociétaux. RECITS rassemble onze enseignants-chercheurs de l'UTBM qui relèvent de plusieurs sections CNU : trois économistes (CNU 5), deux en sciences sociales (CNU 19), deux historiens du monde contemporain (CNU 22) et quatre spécialistes d'histoire et philosophie des sciences et des techniques (CNU 72).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les membres de l'axe RECITS ayant rejoint l'unité en 2016, il n'y a pas de recommandations concernant les activités de cet axe dans le précédent rapport.

Les personnels (11 enseignants-chercheurs) dont les travaux se rattachent à cet axe transverse sont affectés dans les départements.

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'axe transverse

L'axe transverse RECITS présente un positionnement interdisciplinaire fort et très original au niveau national. Sa constitution en axe transverse « matriciel » s'accompagne de l'intégration effective des chercheurs dans plusieurs départements.
Les chercheurs de cet axe transverse sont très peu nombreux et très impliqués dans les tâches collectives, ce qui limite leur capacité à répondre à toutes les sollicitations des départements, et présente des risques sur la pérennité de l'axe.
La production scientifique est très bonne et suit les pratiques du domaine SHS. Cela se traduit par une forte production de monographies qui représente la majeure partie de celle de l'unité. La typologie des supports de publication s'enrichit progressivement des usages SPI tout en conservant les pratiques SHS.
La visibilité internationale reste limitée par le choix de publications principalement francophones. L'attractivité au niveau des doctorants et des post-doctorants est pénalisée par l'absence de formations en SHS dans l'écosystème proche. Plusieurs doctorants sont en activité professionnelle en parallèle de leur thèse, ce qui conduit à un fort taux d'abandon de thèses.
RECITS a un excellent ancrage socio-économique régional, avec des programmes régionaux sur l'aménagement et une médiation scientifique soutenue.

Points forts et possibilités liées au contexte

La recherche au sein de l'axe RECITS concerne l'approche critique des réalités socio-économiques, au travers de l'étude de l'analyse du changement technologique, organisationnel, sociétal et territorial, notamment en lien avec les innovations technologiques développées dans FEMTO-ST. RECITS dispose d'un positionnement interdisciplinaire fort en raison de sa constitution autour de onze enseignants-chercheurs venant de domaines variés, et intégrés dans plusieurs départements de l'unité. Une telle configuration, par sa cohérence, est originale dans le paysage international : les grands instituts interdisciplinaires dans le monde anglo-saxon et dans les pays européens comprennent le plus souvent une section droit-sciences politiques-soutenabilité, plutôt intéressée par l'étude des processus de décision et des stratégies managériales que par l'observation et l'analyse critique des interactions entre activités de recherche, processus de productions et contexte socio-économique. La prédominance de la section 72 dans l'axe RECITS est d'ailleurs la marque d'une tradition française d'étude des systèmes techniques.

La production scientifique des membres de l'axe RECITS est très bonne tant en quantité qu'en qualité, et suit les pratiques du domaine SHS. Elle se répartit comme suit sur l'ensemble de la période : 22 ACL, onze monographies

et direction d'ouvrages, 19 chapitres d'ouvrages en langue française, 16 actes de conférences, 99 communications nationales et internationales. La qualité est attestée par le choix des revues, par l'évaluation des ouvrages par des référés anonymes, et par le processus de sélection des contributions aux conférences des différentes disciplines abordées dans cet axe.

La typologie des supports de publication s'enrichit progressivement des usages SPI tout en conservant les pratiques SHS, ce qui se traduit par une tendance croissante des ACL au cours de la période.

RECITS a un excellent ancrage socio-économique régional, avec des programmes régionaux sur l'aménagement. Ses membres sont très sollicités par les collectivités territoriales concernant l'innovation et le développement de méthodes participatives, et ils participent à de nombreux projets interrégionaux, y compris avec des pays limitrophes.

RECITS a une activité de médiation scientifique soutenue : au cours de la période, les membres de RECITS ont effectué 35 interventions dans les médias (presse écrite régionale et nationale, radio et télévision). Ils ont aussi été impliqués dans de nombreuses actions sciences et société qui sont à l'origine d'une réflexion sur la démocratie technique et sur les modes d'implication de la société dans la co-construction des objets techniques.

Points faibles et risques liés au contexte

Les chercheurs de cet axe transverse sont peu nombreux et très impliqués dans les tâches collectives (par exemple : direction adjointe de l'UTBM, direction des formations et de la pédagogie de l'UTBM, VP CEVU). Ces tâches réduisent le potentiel d'investissement en recherche, et limitent la capacité des membres à répondre à toutes les sollicitations des départements. Plus grave, cela présente un risque sur la pérennité de l'axe en cas de départ non-renouvelé d'un ou plusieurs de ses membres.

La visibilité internationale reste limitée, en raison des pratiques SHS qui ciblent des publications principalement francophones : environ deux tiers des publications en conférences (y compris invitées) sont francophones, ainsi que toutes les monographies.

L'attractivité au niveau des doctorants et post-doctorants est pénalisée par l'absence de formations en SHS dans l'écosystème proche. Plusieurs doctorants sont en activité professionnelle en parallèle de leur thèse, ce qui conduit à un fort taux d'abandon de thèses (4 abandons pendant la période, sur les 11 thèses en cours). Parmi les quatre doctorants qui ont soutenu leur thèse pendant la période, deux ont eu une thèse dont la durée dépassait largement les trois années.

RECOMMANDATIONS À L'AXE TRANSVERSE

Le comité recommande aux membres de l'axe RECITS d'avoir une réflexion sur leurs fortes implications dans les structures des établissements afin d'une part de conserver un potentiel de recherche suffisant, et d'autre part de mettre en place les moyens pour un retour actif en recherche à l'issue des responsabilités. Les départs en retraite des membres doivent aussi être anticipés afin de conserver, *a minima,* un potentiel constant. Compte tenu de la forte charge, que ce soit en responsabilités ou en recherche, et des résultats de premier plan, le comité recommande de mettre en place une politique de communication sur les travaux menés dans cet axe afin d'attirer de nouveaux chercheurs pour étoffer l'axe.

Le comité encourage les membres de l'axe RECITS à augmenter leur taux de publications internationales non francophones.

Le comité recommande aux membres de l'axe RECITS et plus largement à l'unité de mettre en place une communication efficace faisant ressortir l'originalité et la qualité des travaux afin d'attirer des doctorants en plus grand nombre.

Le comité recommande que la durée des thèses en SHS soit plus proche des durées de financement.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATES

Début : 17 janvier 2023

Fin : 19 janvier 2023

Entretiens réalisés : en présentiel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

Mardi 17 janvier 2023 (site ENSMM)

08h00-08h15	15 min	Huis clos	
08h15-08h30	15 min	Introduction de la visite par le CS du Hcéres et le président du comité	
08h30-09h30	45 min	Bilan présenté par le DU	
09h30-10h15	60 min	Questions sur le bilan	
10h15-10h45	30 min	Pause	
		SC 1	SC 2
10h45-11h15	30 min	Axe RECITS	Département ENERGIE
11h15-12h00	45 min	Questions Axe RECITS	Questions département ENERGIE
12h00-13h30	90 min	Pause déjeuner - huis clos	
13h30-14h00	30 min	Pause café (Posters RECITS - ENERGIE)	
14h00-14h30	30 min	Département AS2M	Département TF
14h30-15h15	45min	Questions département AS2M	Questions département TF
15h15-15h30	15 min	Pause	
15h30-16h30	60 min	Visite plateformes / CMNR	Visite plateformes / OSC-IMP
16h30-18h30	2h	Huis clos	

Mercredi 18 janvier 2023 (sites Bouloie, ENSMM, TEMIS)

08h30-08h45	15 min	Huis clos	
		SC 1	SC 2
08h45-09h15	30 min	Département DISC (Site Bouloie)	Département MN2S (Site TEMIS)
09h15-10h00	45 min	Questions département A2	Questions département B2
10h00-10h30	30 min	Pause	
10h30-11h30	60 min	Visite plateformes (« projets »)	Visite plateformes (manips)
11h30-13h00	90 min	Pause déjeuner - huis clos (salle de TEMIS Innovation)	
13h00-13h30	30 min	Visite plateforme MIMENTO	
13h30-14h00	30 min	Département DMA (Site ENSMM)	Département OPTIQUE (Site TEMIS)
14h00-14h45	45 min	Questions département DMA	Questions département OPTIQUE
14h45-15h45	60 min	Visite plateformes (AMETISTE, MIFHySTO & manips)	Visite plateformes (manips, SmartLight)
15h45-17h45	2h	Huis clos	

Jeudi 19 janvier 2023 (site TEMIS)

08h00-08h15	15 min	Huis clos
08h15-09h00	45 min	Entretien avec les représentants des doctorants et post-doc
09h00-09h45	45 min	Entretien avec les représentants des BIATSS
09h45-10h30	45 min	Entretien avec les représentants des EC / C
10h30-11h00	30 min	Pause
11h00-12h00	60 min	Entretien avec les tutelles
12H00-13h00	60 min	Pause déjeuner - huis clos
13h00-13h45	45 min	Entretien avec la direction
13h45-14h00	15 min	Clôture de l'entretien
14h00-16h00	2h	Huis clos

POINTS PARTICULIERS À MENTIONNER

Le comité ne mentionne pas de Point particulier.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

UNIVERSITÉ DE FRANCHE-COMTÉ
Secrétariat des Vice-Présidents

Maison de l'Université

Besançon, le 16 avril 2023

Dossier suivi par :
Hugues DAUSSY
tél. (33) 03 81 66 50 04
recherche@univ-fcomte.fr

Madame, Monsieur,

Chère collègue, Cher collègue,

L'université de Franche-Comté n'a pas d'observation de portée générale à formuler, en relation avec le rapport d'évaluation de FEMTO-ST.

Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.

Pour la présidente de l'Université de Franche-Comté, Marie-Christine Woronoff, et par délégation

Le Vice-Président Recherche et Valorisation

Hugues Daussy

Les rapports d'évaluation du Hcéres
sont consultables en ligne : www.hceres.fr

Évaluation des universités et des écoles
Évaluation des unités de recherche
Évaluation des formations
Évaluation des organismes nationaux de recherche
Évaluation et accréditation internationales

2 rue Albert Einstein
75013 Paris, France
T. 33 (0)1 55 55 60 10