



UNION EUROPÉENNE



**RÉGION
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR**



FICHE OPÉRATION CRP INTERFONDS FEDER – FSE

Fonds :	Fonds européen de développement régional
N° opération :	PA0014830
Bénéficiaire :	18009202500105 Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne
Action en cours :	En attente comité décisionnel
État opération :	Présenté en comité décisionnel
Version de l'opération :	1

IDENTIFICATION DES BENEFICIAIRES

Chef de file / Bénéficiaire Ultime / Personne Morale	
N° SIRET :	18009202500105
Raison sociale :	Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne
Adresse :	42023 SAINT-ETIENNE CEDEX 2



RATTACHEMENT AU PROGRAMME

Codification principale	
Fonds :	Fonds européen de développement régional
Programme :	Programme Opérationnel FEDER-FSE Provence Alpes Côte d'Azur 2014-2020
Codification :	AP01 - Axe prioritaire : Recherche, Innovation, PME / OT01 - Objectif thématique : Renforcer la recherche, le développement technologique et l'innovation / PI01a - Priorité d'investissement : Améliorer les infrastructures de recherche et d'innovation (R&I) et les capacités à développer l'excellence en R&I, et en faisant la promotion des centres de compétence, en particulier dans les domaines présentant un intérêt européen / AP01-OT01-PI01a-OS1a - Objectif spécifique : Accroître les activités de recherche sur les domaines prioritaires de la SRI-SI

DESCRIPTION

Intitulé de l'opération	ID-FAB Recherche
Appartenance à un groupe d'opération :	Non

Localisation de l'opération	
Description :	Campus Georges CHARPAK Provence
Adresse :	- Adresse :

Appel à projet	
Date limite de remise de dossier	12/10/2017
Référence de l'appel à projet	N° :AP-2017-FEDER-PI1a : Accroître les activités de recherche dans ./.

Liste des comités				
Libellé	Type	Nature	Date	Avis
CRP Interfonds en consultation écrite du 15 juillet 2019	Décisionnel	Dématérialisé	15/07/2019	

Description de l'opération
<p>Avant toute chose, il est important que préciser que le Projet IdFAB est un projet plus large que la seule opération soumise à un cofinancement FEDER.</p> <p>Le projet global est présenté en annexe. Nous vous soumettons ci-après le périmètre présenté à un cofinancement FEDER.</p> <p>1 Description Synthétique</p> <p>Le projet ID-Fab est dans la liste des projets du Contrat de Plan Etat Région (CPER) 2015/2020 de la Région Provence Alpes Côte d'Azur signé le 29 mai 2015.</p> <p>1.1 Le contexte</p>



Le programme Mines Saint-Etienne Tech fédère les initiatives portées par Mines Saint-Etienne sur les enjeux de l'industrie du futur. Au sein de ce programme, le projet ID-Fab adresse la composante internet des objets / objets connectés (#IOT) et s'insère dans l'écosystème d'innovation en microélectronique du Campus Georges Charpak Provence à Gardanne, le territoire métropolitain Aix-Marseille, et la région PACA. Il s'insère dans la stratégie régionale de l'innovation au travers des technologies génériques clés nano/microélectronique/IOT et leurs applications dans les Domaines d'activités Stratégiques.

Le campus, ouvert en 2008 dans le cadre de la reconversion du bassin minier de Gardanne, a une mission particulière dans l'accompagnement et l'innovation pour l'industrie régionale. Il regroupe quatre composantes:

- La recherche : le Centre Microélectronique de Provence développe ses activités autour de quatre thématiques phare : la bioélectronique, l'électronique sur support flexible, la sécurité des circuits et systèmes, les sciences de la fabrication et de la logistique. Ces activités sont développées en lien étroit avec l'écosystème régional et bénéficient d'une portée nationale et internationale.
- Le dispositif TEAM@ Mines Saint-Etienne, qui, depuis sa création, a accompagné la création de 28 startups sur le campus, dont 18% de projets d'élèves, avec un taux de pérennité à cinq ans de 85%. (moyenne nationale 60 %)
- Les formations d'ingénieur qui bénéficient d'une forte proximité avec les entreprises et startups notamment lors des projets R&D intégrés au cursus de formation
- La plateforme technologique CIMPACA - Micro-PackS, accueillie dans une salle blanche de 600 m² est supportée par le pôle de compétitivité mondial Solutions Communicantes Sécurisées. Elle permet la mutualisation d'équipements et de procédés d'assemblage pour l'électronique rigide et souple ainsi que l'analyse sécuritaire et la caractérisation radiofréquence. Forte d'une quinzaine de membres, de la startup au grand groupe, elle a permis la croissance d'entreprises comme Sunpartner (energy harvesting), Crosslux (vitrage photovoltaïque) ou Encapsulix (équipements de dépôts en couches minces).

1.2 Le projet et ses enjeux

Le projet ID-Fab (Innovation, Design – FABrication) a pour objectif de compléter l'écosystème d'innovation en apportant une dimension d'intégration et prototypage d'objets électroniques communicants fortement appuyée sur les compétences en recherche du centre en électronique flexible, bio-électronique, et sécurisation des objets. Il s'agit donc de valoriser et d'amplifier un potentiel d'innovation important, issu du savoir-faire des laboratoires et plateformes, et de faire émerger des preuves de concept innovantes à même d'irriguer l'activité économique. ID-Fab vise à relier l'innovation montante, de la technologie vers l'objet, à l'innovation descendante, de la fonction vers l'objet. Il permettra de faire converger les démarches sur le développement technologiques, scientifiques, et pédagogiques en s'appuyant sur des savoir-faire reconnus dans les technologies génériques clés.

La croissance rapide des objets connectés, en particulier de l'Internet des Objets, entraîne de nouvelles activités économiques, particulièrement propices au développement de startups innovantes. Elles trouveront dans ID-Fab des ressources permettant la conception et la réalisation rapide de prototypes à même d'accélérer leur croissance. Ces nouveaux marchés constituent ainsi des opportunités importantes pour l'industrie locale de la microélectronique et les PME / Startups orientées sur les applications de ces technologies.

Le projet ID-Fab ambitionne :

- Au sein de l'Institut Mines Telecom, de renforcer le positionnement du campus comme un pôle scientifique, technologique et d'innovation de référence au plan national, dans le domaine des solutions communicantes sécurisées. En contribuant à l'attraction sur le territoire de startups innovantes, Il agira en complémentarité des initiatives de soutien à l'innovation en apportant un savoir-faire technologique de pointe. Il se différenciera par ses compétences scientifiques pour la réalisation de démonstrateurs technologiques.
- De favoriser l'interdisciplinarité et la mise en relation les acteurs régionaux de l'innovation: chercheurs, industriels et créateurs d'entreprise au sein d'espaces collaboratifs et de proposer au grand public et aux scolaires un lieu d'accueil, d'enrichissement culturel et d'initiation à la science et aux technologies du futur, en lien avec la ROTONDE (dispositif culture scientifique).

Pour atteindre ces objectifs, l'Ecole des Mines propose de mettre en place une plateforme mutualisée constituée d'équipements scientifiques de pointe utilisables par les laboratoires de recherche, les entreprises et les start-up.

1.3 La structure et l'organisation d'ID-Fab



ID-Fab, sera le lieu de convergence des composantes du Campus et apportera des moyens nouveaux dans différents domaines. Le programme est constitué trois volets :

1.3.1 Le volet Recherche:

ID-Fab est fortement appuyé sur les départements de recherche du Campus Georges Charpak Provence et propose de développer les moyens d'expérimentation scientifique, de réalisation de preuves de concept jusqu'au développement de projets dans le domaine des Interfaces Sensitives.

- De nouveaux équipements d'expérimentation et de process dédiés aux interfaces sensibles seront mis en place dans l'espace laboratoire. L'utilisation des surfaces flexibles et étirables, équipées de capteurs distribués permettra de fonctionnaliser électroniquement la surfaces d'objets en trois dimensions. A partir de ces briques, des preuves de concept dans les domaines de la bio-robotique (peau électronique : figure 1), les interfaces homme-machine avancées, ou les nouveaux usages créatifs seront développées en intégrant la nécessaire sécurisation des applications. Ces thèmes sont portés par les chercheurs du campus.
- Un atelier de prototypage d'objets électroniques sensibles sera créé et ouvert aux étudiants, chercheurs et entreprises de TEAM et sous conditions aux publics et organismes extérieurs. Cet espace sera géré par une équipe constituée des ingénieurs et chercheurs du centre, avec le support d'un ingénieur et un technicien spécialement affectés à la gestion des lieux et à l'animation des activités de projets. Ce nouvel espace aura un rôle particulier dans l'accompagnement des projets industriels menés par les étudiants en permettant l'intégration de systèmes fonctionnels à partir des briques technologiques développées en recherche.
- Un espace projets R&D permettra l'hébergement d'équipes sur des projets en relation avec les thèmes scientifiques d'ID-Fab. Ces projets pourront être menés par des étudiants encadrés par le personnel scientifique de l'école, des entreprises accompagnées avec une convention recherche ou par des acteurs extérieurs et partenaires de l'école. Lé durée d'accueil pourra varier de quelques jours à plusieurs mois.

1.3.2 Le volet Accompagnement:

ID-Fab proposera des moyens complémentaires d'accompagnement des entreprises. Des ateliers (boxes techniques) dédiés seront proposés aux startups accueillies par l'école, en proximité directe avec les infrastructures technologiques (Ateliers, Laboratoires, Espace Projets). Ils viendront compléter l'offre d'accompagnement existante.

1.3.3 Le volet Pédagogie:

Un volet pédagogique est également prévu dans le projet global. Il n'est pas éligible à un cofinancement FEDER, et n'est pas valorisé dans la présente demande de concours.

1.4 Le projet d'aménagement

Le projet d'aménagement consiste à créer et réorganiser des espaces au sein du bâtiment principal du Campus Georges Charpak Provence. Le schéma fonctionnel du programme d'aménagement est présenté sur la figure 2. En complément des moyens communs dédiés aux trois volets du programme viennent compléter le dispositif : un espace ressources réaménagé et des espaces collaboratifs.

2 Description détaillée

2.1 Identification des actions

Dans la suite de ce document, des codes sont utilisés pour recenser les actions prévues dans le cadre du projet. Chaque action est identifiée par une lettre qui en donne le type et un numéro. Ces actions sont identifiées dans des tableaux répartis au long du document, et répertoriées dans un récapitulatif final.

Le tableau suivant donne les codes des différents types d'actions :

Tableau 1: Définition des codes d'actions

Code Type d'action Définition

A Aménagement Travaux et équipement des zones d'ID-Fab



E Equipement Achat et développement des équipements scientifiques

R Recherche Travaux de recherche en relation avec ID-Fab

P Projet Projet de R&D en relation avec ID-Fab

2.2 Volet Recherche : Plateforme Interfaces Sensitives

2.2.1 Le Centre Microélectronique de Provence

Le Centre Microélectronique de Provence, est l'un des cinq centres de recherche de Mines Saint-Etienne, il est situé sur le Campus Georges Charpak – Provence à Gardanne. Il s'insère dans l'écosystème microélectronique régional et développe des partenariats forts avec les startups, PME et industriels locaux et mène des recherches dont le rayonnement est international. Ses domaines d'excellence sont l'électronique flexible et étirable, la sécurité des systèmes embarqués, la bioélectronique, et l'optimisation et la logistique.

Les indicateurs recherche du rapport d'activités 2016 de Mines Saint Etienne sont reportées sur le Tableau 2. Le CMP compte 38 permanents ; 22 enseignants chercheurs, 5 personnels du CEA accueillis au sein d'une équipe commune, 11 ingénieurs techniciens et administratifs, et 57 doctorants et post doctorants. Ses chercheurs produisent annuellement de l'ordre de soixante publications dans des revues de rang A. La production de brevets est de l'ordre de trois à cinq par an, avec des perspectives de développement importantes, suite à la mise en place de processus de valorisation. Il génère un volume de ressources contractuelles de l'ordre de 3 M€ annuels, dont 23% de contrats européens.

Tableau 2 : Indicateurs recherche de Mines Saint Etienne (rapport d'activités 2016)

2.2.2 Départements scientifiques

2.2.2.1 Departement BEL

Le département bioélectronique traite de l'interfaçage entre le monde de l'électronique et la biologie. En couplant ces deux mondes, il est possible de réaliser des transducteurs de signal, dans deux directions :

- Du monde de la biologie vers l'électronique ; ceci permet de mieux comprendre les mécanismes du vivant et concevoir des bio-capteurs.
- De l'électronique vers la biologie ; il est alors possible de contrôler des événements biologiques et développer de nouveaux outils pour la recherche, par exemple la croissance des cellules.

L'interdisciplinarité de ce thème de recherche permet l'amélioration de la connaissance des processus de la vie et sert de base pour la détection et le traitement avancé des maladies. Les technologies développées dans le département sont appuyées sur l'électronique organique, à base de carbone, qui présente une grande affinité avec les tissus biologiques. L'équipe a réalisé plusieurs publications dans Nature Communications et fait l'objet d'un article dans le Wall Street Journal à propos de ses recherches sur les interfaces Neuronales.

Cinq dernières publications :

M. Braendlein, A.-M. Pappa, M. Ferro, A. Lopresti, C. Acquaviva, E. Mamessier, G.G. Malliaras and R.M. Owens, Lactate Detection in Tumor Cell Cultures Using Organic Transistor Circuits, Adv. Mater, in press (2017).

E. Bihar, T. Roberts, E. Ismailova, M. Saadaoui, M. Isik, A. Sanchez-Sanchez, D. Mecerreyes, T. Hervé, J.B. De Graaf, and G.G. Malliaras, Fully Printed Electrodes on Stretchable Textiles for Long-Term Electrophysiology, Adv. Mater. Technol., in press (2017).

M. Papaiordanidou, S. Takamatsu, S. Rezaei Mazinani, T. Lonjaret, A. Martin, and E. Ismailova, Cutaneous Recording and Stimulation of Muscles Using Organic Electronic Textiles, Adv. Healthcare Mater. 5, 2001 (2016).

T. Someya, Z. Bao, and G.G. Malliaras, The rise of plastic bioelectronics, Nature 540, 379 (2016).

I. Uguz, M. Ganji, A. Hama, A. Tanaka, S. Inal, A. Youssef, R.M. Owens, S. Dayeh, and G.G. Malliaras, Autoclave Sterilization of PEDOT: PSS Electrophysiology Devices, Adv. Healthcare Mater. 5, 3094 (2016).

2.2.2.2 Departement FEL

Le département FEL, développe ses recherches dans le domaine de l'électronique flexible, l'objectif est de construire l'électronique du futur qui sera pliable et conforme. Afin de concevoir des dispositifs autonomes, ultra-minces, flexibles et conformables le département développe son expertise dans les nanomatériaux, la gestion de l'énergie l'intégration hétérogène sur des substrats flexibles et étirables. Les applications de ces recherches concernent les interfaces homme machine intelligents, les objets connectés et l'IoT, le micro batteries, les capteurs intelligents, et la bio-robotique.

Du point de vue technologique, le département de développe un large spectre d'expertises allant de la mise en œuvre de matériaux au sein de dispositifs actif, leur intégration sur substrat souples, et la conceptions et modélisation multiphysiques



de ces dispositifs.

Cinq dernières publications:

- R. Haque, E. Ogam, P. Benaben, X. Boddaert, **③**Inkjet-Printed Membrane for a Capacitive Acoustic Sensor: Development and Characterization Using Laser Vibrometer, *Sensors*, 17, 1056, (2017). (IF=2.44)
- M. Braglia, I. V. Ferrari, T. Djenizian, S. Kaciulis, P. Soltani, M. L. Di Vona, P. Knauth, **③**Bottom-up electrochemical deposition of poly(styrene sulfonate) on nano-architected electrodes, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, (in press(2017). IF=(7.14)
- H. Sopha, G. D. Salian, R. Zazpe, J. Prikryl, L. Hromadko, T. Djenizian, J. M. Macak, **③**ALD Al₂O₃ Coated TiO₂ Nanotube Layers as Anodes for Lithium-Ion Batteries, *ACS Omega*, (in press 2017).
- T. Tesfaye, Y. Gogotsi and T. Djenizian, Tailoring the morphological properties of anodized Ti₃SiC₂ for better power density of Li-ion microbatteries, *Electrochem. Commun.*, 81, 29, (2017). (IF=4.57)
- I. V. Ferrari, M. Braglia, T. Djenizian, and P. Knauth, Electrochemically engineered single Li-ion conducting solid polymer electrolyte on titania nanotubes for microbatteries, *J. Power Sources*, 353, 95, (2017). (IF=6.33)

2.2.2.3 Département SAS

Le département Systèmes et Architectures Sécurisées (SAS) est une équipe de recherche commune entre le CEA et l'Ecole des Mines de Saint-Etienne.

La mission de ce département est de garantir l'intégrité des composants électroniques et des données qu'ils contiennent (telles que des clefs de cryptographie, des logiciels, des blocs de propriété intellectuelle, des données en mémoires, etc.) vis-à-vis de manipulations frauduleuses couramment appelées « attaques ». Pour cela, les phénomènes physiques qui permettent ces attaques sont finement modélisés, grâce notamment à des expérimentations menées sur des équipements à l'état de l'art (banc d'analyse de courant consommé, bancs d'injection de fautes par laser, par impulsion électromagnétique, etc.). Les modèles développés sont ensuite utilisés pour concevoir des protections et les plus efficaces d'entre-elles sont enfin intégrées dans les flots de conception (méthode « secure by design »)

Cinq dernières publications:

- M. Lecomte, J. Fournier, and P. Maurine, "An on-chip technique to detect hardware trojans and assist counterfeit identification," *IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems*, vol. PP, no. 99, pp. 1–14, 2016.
- S. De Castro, J.-M. Dutertre, B. Rouzeyre, G. D. Natale, and M.-L. Flottes, "Frontside versus backside laser injection: A comparative study," *J. Emerg. Technol. Comput. Syst.*, vol. 13, no. 1, pp. 7:1–7:15, Nov. 2016.
- B. Robisson, M. Agoyan, P. Soquet, S. Le-Henaff, F. Wajsburt, P. Bazargan-Sabet, and G. Phan, "Smart security management in secure devices," *Journal of Cryptographic Engineering*, pp. 1–15, 2016. [Online]
- J.-L. Beuchat, L. Perez, S. Duquesne, N. El Mrabet, L. Fuentes- Castaneda, and F. Rodriguez-Henriquez, "Arithmetic of finite fields," in *Guide to Pairing-Based Cryptography*. Chapman Hall/CRC, 2016.
- N.El Mrabet,L.Goubin,S.Guilley,J.Fournier,D.Jauvart,M.Moreau, P. Rauzy, and F. Rondepierre, "Physical attacks," in *Guide to Pairing- Based Cryptography*. Chapman Hall/CRC, 2016

2.2.2.4 Département SFL

Le département SFL a été créé en 2003. En 2016, il compte 25 chercheurs, actifs dans deux axes principaux :

- Science de la fabrication et logistique pour la microélectronique

Cet axe s'intéresse principalement à la Fabrication Microélectronique, à travers le Contrôle Avancé des Procédés et la modélisation / l'optimisation de la fabrication à différents niveaux de décisions.

- Transport et distribution: nouvelles technologies, nouvelles opportunités, nouveaux challenges

Dans cet axe, nous nous intéressons à l'optimisation du transport de marchandises et de personnes. Nous nous concentrons particulièrement sur les opportunités et challenges soulevés par le développement des nouvelles technologies communicantes.

En 2014, le département a rejoint le CNRS, en intégrant le Laboratoire d'Informatique, Modélisation et Optimisation des Systèmes (LIMOS, UMR 6158).

- Hamza Ben Ticha, Nabil Absi, Dominique Feillet, Alain Quilliot. Empirical analysis for the VRPTW with a multigraph representation for the road network. *Computers and Operations Research*, Elsevier, 2017,
- Sebastian Knopp, S. Dauzere-Peres, Claude Yugma. A batch-oblivious approach for Complex Job-Shop scheduling problems. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, 2017, 263, pp.50-61.
- Elisabeth Zehendner, Dominique Feillet, Patrick Jaillet. An algorithm with performance guarantee for the Online Container Relocation Problem. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, 2017, 259 (1), pp.48-62.
- Estelle Altazin, Stéphane Dauzere-Peres, François Ramond, Sabine Trefond. Rescheduling through stop-skipping in dense railway systems . *Transportation research. Part C, Emerging technologies*, Elsevier, 2017, 79, pp.73-84



Estelle Altazin, Stéphane Dauzère-Pérès, François Ramond, Sabine Trefond. Rescheduling through stop-skipping in dense railway systems . Transportation research. Part C, Emerging technologies, Elsevier, 2017, 79, pp.73-84.

2.2.3 Définition du concept d'interface sensitive

Les objets développés dans ID-Fab s'inscrivent dans la logique de l'internet des objets, avec la thématique scientifique des Interfaces Sensitives.

2.2.3.1 L'Internet des Objets

Le développement de l'Internet des Objets avec le développement du secteur numérique un des principaux moteurs du développement des technologies microélectroniques. Il constitue donc un relais de croissance majeur de l'industrie des semi-conducteurs et plus généralement de l'électronique. Les fondamentaux de l'internet des objets sont représentés sur la Figure 1. Cette infrastructure est organisée en couches, avec à la base des objets connectés, qui récoltent des informations de différentes natures et les transmettent au sein de réseaux souvent sans fil (Wireless Sensor Network) vers des concentrateurs (Gateway). Les données sont alors routées vers des bases de données qui sont alors exploitées par des techniques de Big Data pour en extraire de l'information pertinente et permettre le déploiement de services. Cette architecture constitue un système cyber-physique qui est à la base du développement fulgurant de la société de l'information. Elle permet de mettre d'extraire de l'information de masses de données et de faire émerger des représentations de paramètres inaccessibles autrement.

L'Internet des objets permet donc le développement de systèmes de pilotage appuyés sur de grandes masses de données et permet de développer des services dans différents secteurs tels que la ville intelligente (smart-city), l'administration des réseaux d'énergie intelligents (smart-grid), la santé connectée (e-santé), l'industrie du futur...

Figure 1 : Schématisation de l'internet des objets

Les départements de recherche du Campus Georges Charpak Provence développent leurs recherches en relation avec la couche basse, sur les capteurs communicants, et la couche haute de traitement des données, et plus particulièrement :

- Les capteurs biologiques avec le département BEL
- Les systèmes électroniques communicants et autonomes sur support flexibles et étirables, avec le département FEL
- La sécurisation des dispositifs avec le département SAS
- L'exploitation des données, et l'aide à la décision avec le département SFL

Ces activités ne concernent pas les couches de télécommunication intermédiaires, hormis l'intégration de protocoles radio sur les objets pour les connecter aux réseaux choisis, à l'aide de protocoles radio basse consommation.

C'est donc de ces compétences spécifiques de recherche qu'ID-Fab tire sa valeur ajoutée par aux approches généralistes. ID-Fab positionne plus particulièrement son apport sur les interfaces sensibles.

2.2.3.2 De l'objet connecté à l'interface sensitive

Figure 2: Objet connecté générique sur support flexible (a) et photographie d'un objet sur substrat étirable (département FEL) (b)

Un objet connecté, générique comprend généralement un microcontrôleur, cœur du système, un capteur et une antenne qui le rendent sensible et communicant. Il n'est généralement pas connecté au réseau électrique et comporte donc une batterie, et/ou un élément de récolte d'énergie qui lui permet de puiser dans le milieu environnant de quoi s'auto-alimenter. Dans le cadre d'ID-Fab, l'objectif est de généraliser cet objet technologique vers le concept d'Interface sensitive : prolonger la brique technologique vers l'objet sensible fonctionnel.

On définit le concept d'Interface Sensitive comme une surface, d'une taille allant de quelques millimètres carrés à plusieurs mètres carrés, généralement souple et conformable à laquelle on ajoute une fonction sensitive, généralement à l'aide d'un capteur ou d'une matrice de capteurs. Cette surface est ensuite connectée à un système d'acquisition permettant de lire les signaux sensibles. L'objectif est donc de « sensibiliser » des objets de différentes formes et de leur donner une fonction .

Gant de Kinésithérapie sensible (Mines Saint-Etienne)

« Sensitisation » d'un crâne de Robot (CEA)

Figure 3 : Exemples d'interfaces sensibles

2.2.4 Structuration de la plateforme et modes collaboratifs

La plateforme Interfaces Sensitives est schématisée sur la Figure 5. Elle ne constitue pas une entité juridique mais est basée



sur les moyens de Mines Saint-Etienne via ses différentes entités (centre de formation et de recherche, Direction des Formations, TEAM@MinesSaint-Etienne...). La plateforme regroupe trois types de moyens autour de la thématique scientifique des interfaces sensibles : Expérimentation, Prototypage et Projets. Les principaux opérateurs de la plateforme sont les enseignants chercheurs, les doctorants et élèves ingénieurs de Mines Saint Etienne. Les startups, PME, industriels ont accès aux ressources de la plateforme, via la collaboration avec les départements de recherche (laboratoires), au travers de conventions passées avec le dispositif d'accompagnement TEAM@MinesSaint-Etienne ou la Direction des Formations. Les moyens sont également mis à la disposition des étudiants, via la Direction des Formations, et des conventions avec les associations étudiantes. Les relations avec les établissements scolaires ou associations externes sont gérées par le Centre de Culture Scientifique Technique et Industrielle (CCSTI) « La Rotonde » de Mines Saint-Etienne. Certaines opérations d'expérimentation et de prototypage est réalisée grâce aux équipements de la plateforme Micro-PackS avec laquelle Mines Saint-Etienne est conventionnée.

Figure 4: Schéma d'organisation de la plateforme interfaces sensibles

2.2.4.1 Technologies génériques clés et bancs d'expérimentation

Ces activités de recherche s'appuient sur des briques de procédés spécifiques développées conjointement par les départements de recherche de Mines Saint Etienne. Ces briques donnent à ID-Fab des spécificités technologiques différenciantes :

- Les dispositifs d'interfaçage entre le vivant et l'électronique
- Les capteurs intégrables sur support souple ou étirable
- Les dispositifs de récolte, stockage et de gestion d'énergie
- L'intégration hétérogène de dispositifs électroniques sur support souple et étirables
- Les briques d'analyse de la sécurité et de sécurisation de systèmes

À cette approche de recherche et de développement de briques technologiques, ID-Fab propose de rajouter une approche interdisciplinaire de développement de fonctions complètes et de réalisation de preuves de concepts avec une spécificité thématique sur les Interfaces Sensitives.

Les recherches dans ces différents domaines seront menées à l'aide de cinq bancs d'expérimentation thématiques présentés dans ce qui suit.

2.2.4.1.1 Banc bio-électronique

La bio-électronique traite de l'interfaçage entre les signaux du vivant et le monde de l'électronique. Cet interfaçage sensitif peut s'effectuer de l'électronique vers le vivant, pour réaliser de la neurostimulation ou de la thérapie, et du vivant vers le mode extérieur pour la mesure de signaux biologiques, ou la réalisation de dispositifs commandés par des signaux biologiques (exemple : Brain Machine Interface ou BMI).

Le département BEL développe ses recherches sur l'interface physique entre le monde de la biologie où les signaux sont véhiculés par des ions, et celui de l'électronique qui utilise des électrons. Le département développe des électrodes compatibles avec les matériaux vivants et souhaite intégrer ces dispositifs dans des Interfaces Sensitives ayant des cibles applicatives.

Il s'agira donc de développer un banc de développement et de test des chaînes de conversion de signal à même de permettre le prototypage d'objets et applications fonctionnelles. Les dispositifs capteurs seront soit développés spécifiquement par le département BEL, d'origine commerciale, ou obtenus via des partenariats (Figure 5).

Dispositif EEG commercial

Electrodes du département BEL

Figure 5 : Dispositifs capteurs bioélectroniques

A partir les signaux de ces capteurs seront convertis au travers de plateformes open source (Open BCI -Figure 6) pour pouvoir être ensuite utilisés dans des prototypes fonctionnels. Le banc est complété par des outils de test des systèmes ainsi conçus.

Figure 6: Plateforme d'acquisition open source OpenBCI

E1 Conception, installation et développement du banc bio-électronique

R1 Recherche et développement sur les interfaces sensibles bio-électroniques

2.2.4.1.2 Banc bio-robotique

Les recherches menées sur les procédés de fabrication en électronique flexible au sein du département FEL permettent d'envisager la réalisation de dispositifs électriquement actifs sur des surfaces souples, étirables, et conformables. Ces



dispositifs présentent donc l'avantage de propriétés qui leur permettent de se déformer lorsqu'elles sont soumises à des sollicitations mécaniques et sont donc naturellement de très bons capteurs de contraintes et déformations. Par ailleurs, leur aptitude à épouser les surfaces de divers objets (Figure 7) permet d'envisager de réaliser des capteurs ou matrices de capteurs sur un substrat dont les propriétés mécaniques se rapprochent de la peau humaine, en surface d'objets en trois dimensions.

C'est ce que l'on appellera la « sensitivité » des surfaces. Il s'agira donc ici de concevoir et réaliser principalement des capteurs sur substrats étirables et de caractériser cette fonction capteur.

Figure 7: Report d'électrodes imprimées étirables sur une sphère (a) et main robotique open-source (b)

Le banc sera constitué de matériels complémentaires permettant la fabrication des capteurs, d'appareils permettant les caractérisations couplées, avec une caméra thermique, et un système automatique de mesures de déformations. Ces capteurs seront ensuite évalués sur une plateforme de test robotique (bras de robot humanoïde open-source in-moov) réalisée en interne dans le cadre des projets de prototypage.

E2 Conception, installation et développement du banc bio-robotique

R2 Recherche et développement sur les interfaces sensibles bio-robotiques

2.2.4.1.3 Banc acousto-haptique

La thématique développée autour de ce banc aborde les capteurs et actionneurs de type acoustique et les usages qui peuvent en être faits. L'équipement présenté (Figure 8) est un outil de caractérisation pour les interfaces acoustiques actives et passives dans le domaine audible et ultrasonore. Il permet d'étudier le sens tactile à des surfaces 3D, dures ou souples, telles les peaux artificielles ou les coques de protection de robots. Nous parlons aujourd'hui davantage du sens haptique que tactile dans la mesure où le sens tactile est enrichi par la perception de forces normales et de cisaillement, exploitées dans des stratégies d'exploration tactile complexes des surfaces, de préhension, avec éventuellement des processus d'échange thermique et de sécurisation des interactions par la mise en œuvre de formes de nociception voire de proprioception. L'équipement consiste en un banc comportant un vibromètre laser pour l'acquisition de fonctions de et mesure de signaux vibratoires sur une bande passante de 3MHz. La tête du vibromètre est montée sur un banc de micro déplacement X, Y, Z pour l'analyse transitoire et modale des ondes acoustiques.

Figure 8 : Banc de test haptique, acoustique, ultrasonore, vibromètre laser (a) et doigt artificiel (b) pour le test des capteurs

Ces domaines alimentent une autre thématique, celle de la sémiotique tactile, c'est à dire au travers d'une taxonomie des interactions, le développement d'un langage et l'exploitation d'informations tactiles. Pour la conception d'IHM acoustique, on distingue les IHM passive des IHM actives. La première tire des informations haptiques de l'énergie apportée par l'interaction avec le milieu extérieur tandis que la seconde sous-entend que l'on injecte volontairement des ondes acoustiques dans l'échantillon pour le sonder et en retirer des informations sur son état et éventuellement la nature des interactions qui sont à l'oeuvre. Par ailleurs, ce domaine exige la maîtrise de compétences fortes en traitement du signal basées sur des modèles physiques et/ou des algorithmes à apprentissage qui sont pertinents pour traiter des masses de données plus ou moins corrélées. L'approche acoustique est combinée avec des procédés de fonctionnalisation de surfaces 3D dures ou souples par méthodes capacitatives, notamment pour mesurer des forces ou pressions vectorielles. Cette expertise conduit naturellement à la conception de capteurs de petite taille, disposés en matrices. Le développement de cette expertise bénéficie naturellement des moyens et savoirs faire en salle-blanche, des moyens de caractérisation de l'association Micro-Packs du Centre de Microélectronique de Provence et du cycle de formation ingénieurs ISMIN Mines Saint Etienne. Enfin, la conception d'IHMs requiert des compétences pointues en conception mécanique, en électronique analogique / numérique et en gestion de l'énergie.

E3 Conception, installation et développement du banc acousto-haptique

R3 Recherche et développement sur les interfaces sensibles acousto-haptiques

2.2.4.1.4 Banc sécurité des systèmes connectés

Le département SAS de Mines-Saint Etienne associé au CEA au sein d'une équipe commune possède un grand savoir-faire dans le domaine de la sécurité des systèmes et architectures sécurisées. Ce savoir-faire est fortement appuyé sur l'écosystème régional et l'industrie de la carte à puce, et au-delà la sécurisation des objets électroniques (STMicroelectronics, Gemalto, PhoneSec, Trusted Object). Avec le développement des objets connectés, des canaux potentiels de fuite d'information et des failles de sécurité supplémentaires apparaissent. Il apparaît donc essentiel d'anticiper les



problématiques de sécurité en développant des approches d'évaluation et de maîtrise de la cybersécurité dans le domaine de l'IoT et plus spécifiquement des interfaces sensibles.

La cybersécurité, soit « un état recherché pour un système d'information lui permettant de résister à des événements issus du cyberspace susceptibles de compromettre la disponibilité, l'intégrité ou la confidentialité des données stockées, traitées ou transmises et des services connexes que ces systèmes offrent ou qu'ils rendent accessible »¹, est devenue un enjeu majeur dans le développement d'écosystèmes du type IoT pour permettre la croissance des marchés de la santé, de l'énergie, de l'usine connectée, des infrastructures publiques, etc. Par conséquent il devient nécessaire d'intégrer dès la phase de conception des mécanismes de protections logicielles et/ou matérielles en rapport avec le degré de protection estimé. La problématique associée au développement de la sécurité au sein d'un système concerne par conséquent l'identification de ses failles de sécurité.

Figure 9: Architecture des réseaux d'objets communicants

L'architecture des réseaux d'objets communicants est présentée sur la Figure 9. Le banc orienté sur la sécurité des systèmes permettra d'une part d'observer les rayonnements électromagnétiques locaux à l'aide d'un dispositif d'écoute électromagnétique évolué. D'autre part, il permettra d'observer la vulnérabilité de l'élément dans son système complet en intégrant les émissions radio locales jusqu'au gateway, puis la communication avec le cloud via des protocoles IP. Il sera donc constitué des éléments suivants :

- Un banc d'écoute électromagnétique évolué
- Un banc de prototypage « Chip Whisperer » pour la mesure des fuites par canaux cachés pour plusieurs types de processeurs.
- Un banc basé sur un module HackRF One pour l'écoute des réseaux de terrain basse consommation (Zigbee, LORA, Sigfox), les réseaux de communication mobile (Bluetooth, NFC), les réseaux informatiques sans fil (WIFI), les réseaux industriels (SCADA).
- Un banc d'écoute et d'interception pour réseau IP.

E4 Conception, installation et développement du banc sécurité des systèmes connectés

R4 Recherche et développement sur la sécurité des systèmes connectés

2.2.4.1.5 Banc énergie embarquée

Le développement d'objets connectés et mobiles ne peut se faire sans une gestion optimisée de l'énergie, la plupart de ces objets n'étant pas connectés au réseau électrique. Il est donc souhaitable de développer des solutions de stockage d'énergie efficaces prolongeant au maximum leur durée de fonctionnement sans intervention humaine, voire de permettre aux objets de puiser leur énergie dans le milieu environnant en convertissant l'énergie lumineuse, thermique ou mécanique en électricité de manière à les rendre totalement autonomes (concept d'energy-harvesting).

Dans le domaine du stockage, il s'agit d'accompagner la mise au point d'une nouvelle génération de microbatteries Li-ion intégrées flexibles et étirables pour alimenter des objets connectés communicants.

Dans le domaine de l'energy-harvesting, l'objectif est de permettre la mise au point de sources d'énergie diverses et de les coupler éventuellement à des batteries flexibles. Ces sources seront de type photovoltaïque, thermique et triboélectrique. Le banc (Figure 10) sera constitué d'une part de matériels de simulation et caractérisation des sources (simulateur solaire, caméra thermique, dispositif de mesure sans contact du champ électrique, table x-Y), et d'autre part d'un système potentiostat-galvanostat pour l'évaluation des performances des microbatteries.

Figure 10: Simulateur solaire (a) et potentiostat-galvanostat (b)

E5 Conception, installation et développement du banc énergie embarquée

R5 Recherche et développement sur les sources d'énergie embarquée

2.2.4.2 Intégration et prototypage

Le développement des technologies génériques clés, constitue une action d'innovation ascendante, de la technologie vers l'application. On souhaite compléter le dispositif par une approche descendante, de l'application vers la technologie. Le point de rencontre de ces logiques est l'objet ou preuve de concept qui permet de fédérer les logiques des différents acteurs d'ID-Fab et de la plateforme interfaces sensibles. En ce sens, le lieu qui accueillera la conception, l'intégration et le prototypage sera un point névralgique d'ID-Fab. Il permettra de faire converger les démarches sur les développements technologiques et de favoriser les échanges d'expertise.

On rassemblera donc au sein d'un espace cohérent, de type Fab-Lab, l'ensemble des moyens permettant de concevoir et



prototyper rapidement une preuve de concept suivant les thèmes suivants :

- Conception : outils de CAO en électronique et design d'objets en 3D
- Prototypage électronique : plateformes de développement de logiciel embarqué sur microcontrôleurs et FPGA, développements de circuits imprimés et assemblage de cartes, matériel de caractérisation
- Prototypage mécanique : matériel d'usinage et fraiseuse numérique
- Scan, Impression et découpe : Scanners 2D et 3D, imprimante 3D, découpe laser...

En complément de ces activités, des équipements lourds de process, nécessitant un contrôle d'accès seront installés dans la zone laboratoires.

E6 Conception, installation et développement de l'atelier d'intégration et prototypage (Fab-Lab)

2.2.4.3 Projets collaboratifs et domaines d'application

L'innovation collaborative est au cœur du projet Id-Fab. Le volet animation de projets a pour vocation de fédérer un ensemble d'acteurs (porteurs de projet, étudiant, chercheur...) autour d'une veille active sur des sujets d'intérêt. À partir de l'organisation de séminaires ou de présentations thématiques, il s'agit de faire émerger des projets d'évaluation technique, d'usage ou exploratoire afin de mettre en place des démonstrateurs dont tout ou partie des résultats sont à la disposition du collectif.

On retiendra que, par principe, les acteurs des projets devront mettre à disposition de la communauté une partie de leur savoir-faire et de leurs acquis dans le but de faire croître le savoir et l'expertise collective. Ils identifieront néanmoins les domaines réservés permettant de préserver certains aspects stratégiques liés à la valorisation ultérieure de la propriété intellectuelle. Ce dernier point est essentiel en particulier dans le cadre de l'accueil d'entreprises et startups dont l'essentiel de la valeur est appuyé sur ce capital de propriété intellectuelle. ID-Fab devra donc anticiper cette coexistence de proximité, d'activités d'accès libre, et d'autres à vocation privée et « urbaniser » en conséquence l'espace pour permettre une fluidité dans les échanges.

La réalisation du démonstrateur peut être déclinée sous la forme de projets pédagogiques (projets industriels, projets d'étude...), de la mise en place d'un consortium pour présenter un projet collaboratif ou de toute autre forme appropriée. L'ingénierie de ces montages sera une dimension forte de cette activité essentielle et devra être portée par un animateur expérimenté.

Les projets seront accueillis au sein d'un espace projets recherche et développement, constitué d'une vingtaine de cellules équipées de moyens bureautique, de conception et d'expérimentation basique. Ces cellules seront la zone d'accueil des équipes travaillant sur le projet, sur une durée allant de quelques jours à plusieurs mois. Ces équipes pourront être constituées des différents acteurs d'ID-Fab (Figure 4), et elles opéreront suivant les modes décrits au paragraphe 2.2.4.

Parmi les domaines d'application potentiels des Interfaces Sensitives, on peut citer:

- Dans le domaine de la perception, la construction ou la restauration de fonctions sensorielles (peau électronique pour prothèses de main, fonctionnalisation tactile des surfaces, restauration de la perception environnementale pour les aveugles par des canaux tactiles...)
- Des capteurs environnementaux autonomes, au service notamment des smart-grids et de la transition énergétique
- Des interfaces homme-machine d'un nouveau type pour la perception augmentée de l'environnement, de nouveaux modes de jeu vidéo
- De nouveaux supports de communication interactifs et multisensoriels
- Des fonctions avancées de sécurisation et d'authentification des données de capteurs

Afin de structurer, stimuler l'innovation et valoriser les actions de recherche de la plateforme interfaces sensibles, quatre projets phare ont été créés par les équipes de recherche du centre. Ceux-ci sont présentés dans ce qui suit :

2.2.4.4 Projets structurants

Afin de structurer, stimuler l'innovation et valoriser les actions de recherche de la plateforme interfaces sensibles, quatre projets phare ont été créés par les équipes de recherche du centre. Ceux-ci sont présentés dans ce qui suit :

2.2.4.4.1 Peau Electronique

Le projet peau électronique porte sur le développement d'interfaces sensibles sous forme de capteurs de grande surface, ou des matrices de capteurs permettant de donner des fonctions sensorielles à des objets de type robotique ou les restaurer chez des personnes ayant subi une altération de leurs capacités sensorielles. Les substrats utilisés, à base de PDMS (Poly(DiMéthylSiloxane)) permettent de recréer les propriétés mécaniques de la peau. Il est donc possible d'obtenir une grande similitude de fonctionnement entre une peau électronique et une peau naturelle.



La Figure 11 décrit la peau naturelle qui comporte différents niveaux de capteurs répartis dans son épaisseur, ces différents types de capteurs lui donnent une capacité à percevoir de façon extrêmement fine les sollicitations mécaniques et thermiques auxquelles elle est soumise. Le concept de peau électronique imite la structure de la peau naturelle. Sur un support souple étirable, des capteurs de différentes natures sont disposés : des capteurs de force de surface et en profondeur, et des capteurs infrarouges.

Figure 11 : Schéma en coupe de la peau naturelle et des capteurs (gauche), et projet de peau électronique

Les solutions développées seront évaluées sur la plateforme de test du banc bio-robotique. Il existe un grand potentiel d'application des dispositifs sensoriels dans le domaine des prothèses bio-robotiques. Une collaboration scientifique internationale est d'ailleurs initiée sur le sujet avec le professeur Nitish Thakor du laboratoire SINAPSE de la National University of Singapore (NUS). Par ailleurs, il est également prévu d'intégrer des peaux électroniques au sein de textiles intelligents (gants avec perception infrarouge pour pompiers...) Ce projet jouera donc un effet de levier important sur les partenariats académiques et industriels.

P1 Recherche et Développement sur le projet Peau Electronique

P1.1 Recherche et développement de nouveaux capteurs sensoriels

P1.2 Intégration des capteurs dans des matrices sur support étirable

P1.3 Intégration dans des démonstrateurs de type peau électronique

2.2.4.4.2 Capteurs Environnementaux Autonomes

Il existe un potentiel de développement important de capteurs au service d'approches de développement durable. Ces capteurs environnementaux rassemblent trois fonctions :

- Le recueil des paramètres environnementaux recherchés, ceci nécessite le développement de capteurs dédiés, en fonction du type de paramètre recherché
- L'envoi périodique des données à l'aide d'un protocole de communication sans fil longue portée et basse consommation
- L'autonomie énergétique qui permet de limiter l'usage des ressources et éviter les opérations de remplacement des batteries

Au sein de ce projet, il s'agit donc de repenser la fonction sensitive en intégrant la notion d'autonomie énergétique suivant le concept de l'energy harvesting. On développera des preuves de concept de capteurs utilisant différentes sources d'énergie ambiante. L'énergie solaire, bien que disponible en grande quantité ne répond pas toujours au besoin fonctionnel (fonctionnement de nuit, environnement fermé). On développera en priorité deux concepts d'energy harvesting : la récupération des calories à partir de l'inertie thermique du sol, et la récupération d'énergie éolienne par micro-éolienne triboélectrique. On intégrera également les micro-batteries étirables développées. On développera un écosystème de capteurs communicants et de sources d'énergie. On testera à petite échelle des solutions d'autonomie énergétique qui pourront avoir un impact à plus grande échelle.

Figure 12: Micro-éolienne planaire triboélectrique et concept de micro-batterie étirable

Certaines solutions développées seront également embarquées sur un dirigeable indoor (projet ID-Fly), pour lequel on développera des solutions de géolocalisation, de recharge à distance, et de stockage d'énergie de faible poids.

P2 Recherche et Développement sur le projet Capteurs Environnementaux Autonomes

P2.1 Recherche et développement sur les micro-source d'énergie : production

P2.2 Recherche et développement sur les micro-source d'énergie : stockage

P2.3 Intégration dans des démonstrateurs d'applications autonomes

2.2.4.4.1 Interface Cerveau Machine

Les interfaces neuronales directes permettent une interface directe entre le cerveau et un dispositif externe. Ces dispositifs sont appelés à un développement rapide non seulement dans les domaines du handicap pour suppléer à des fonctions défaillantes, mais également dans les secteurs du jeu ou des applications industrielles (maintenance, sécurité, etc..) pour des fonctionnalités augmentées. En s'affranchissant de la chaîne de commande classique (cerveau - nerf - muscle) elles autorisent une suppléance à un membre défaillant ou un temps de réponse beaucoup plus rapide.

Les électrodes développées par le département BEL, plus sensibles que celles dont nous disposons aujourd'hui permettent d'envisager de nouvelles applications ; le projet déployé dans Id-Fab vise à mettre en place une chaîne d'acquisition-traitement-commande permettant de monter rapidement des tests d'usage pour de nouvelles applications.

Figure 13 : Exemples d'interfaces cerveau machine : commande de prothèse (université houston) (a) et jeu video (b) (document Emotiv)

Le projet consiste à développer une chaîne de conditionnement optimisée pour nos capteurs et de l'adapter à des dispositifs



de type « casque EEG » (EPOC+ de chez Emotiv) ou des casques de réalité virtuelle (Oculus). A partir de cette chaîne d'acquisition il est envisagé développer des algorithmes de traitement du signal et de fouille de données avancés, surpassant les algorithmes classiques

Il est également prévu également de concevoir un dispositif de captation sur tissus mieux adapté à de nouvelles géométries et améliorant le confort de l'utilisateur.

P3 Recherche et Développement sur le projet Interface Cerveau Machine

P3.1 Recherche et développement de nouveaux capteurs sur tissu et adaptation à des casques existants

P3.2 Conception d'une chaîne conditionnement/acquisition/traitement multicanaux adapté à la mobilité

P3.3 Intégration dans des démonstrateurs – pilotage de mobile

2.2.4.4.2 Authentification environnementale des données

Le développement fulgurant des objets et applications connectés pose la problématique de la maîtrise de l'intégrité des données. Dans le schéma d'organisation classique de l'internet des objets (cf. Figure 1), des bases de données à haut niveau sont alimentées par les flux de données issus d'une multitude d'objets connectés. Ces données sont ensuite exploitées par des algorithmes de fouille ce qui débouche sur la prise de décisions (envoi d'une équipe de maintenance/réparation, réassort de stock, activation distante d'un actionneur, etc.). Il est donc essentiel de pouvoir appuyer ces décisions sur des données authentiques et non corrompues.

Pour ce projet, il est proposé de développer un concept d'authentification environnementale des données d'un objet connecté. Si l'on considère le cas d'un objet connecté ayant une fonction de capteur, les mesures issues du capteur et envoyées vers les bases de données distantes seront accompagnées d'informations d'authentification permettant d'assurer qu'elles proviennent bien du bon capteur (authentification) et que celui-ci n'a pas été déplacé (validité de la mesure). Ce concept permet de s'assurer que le capteur n'a pas subi un accident (se décrocher par exemple) ou qu'il n'a pas été déplacé de façon intentionnelle. La solution sera développée pour le cas d'usage d'un objet connecté autonome déployé sur le lieu de la mesure sans visite périodique de contrôle. Elle répondra donc aux contraintes de basse consommation et d'empreinte mémoire réduite des objets connectés fonctionnant sur batterie (ou alimenté par harvesting). L'authentification environnementale permettra de valider que les mesures ont bien été émises depuis le lieu de déploiement de l'objet (un échec à l'authentification indique que la mesure est susceptible d'être fausse). La Figure 14 illustre le principe de capteur connecté que nous proposons : le déploiement (1) sur le lieu de la mesure est suivi d'une phase d'enrôlement sur site (2). En fonctionnement normal, les mesures envoyées vers le Cloud sont authentifiées (3) ; dans le cas où le capteur est déplacé (3bis) les mesures erronées sont détectées car elles ne sont plus accompagnées de l'authentification environnementale initiale (celle ayant fait l'objet de la phase d'enrôlement).

Figure 14: Capteur connecté utilisant l'authentification environnementale des données.

P4 Recherche et Développement sur le projet Authentification Environnementale des Données

P4.1 Développement de l'objet connecté et intégration de capteurs environnementaux

P4.2 Développement du protocole d'authentification environnementale

P4.3 Intégration et test de la solution dans des applications diverses

2.3 Volet Accompagnement

L'accompagnement des entreprises constitue un pilier important du Campus Georges Charpak Provence. Il est géré par TEAM @ Mines Saint-Etienne. Cette structure est née sur le campus et constitue un élément fort de son identité; depuis un an la structure est également présente à Saint-Etienne. Elle permet la rencontre entre les entrepreneurs, les étudiants et les chercheurs. ID-Fab viendra compléter le dispositif en enrichissant les synergies possibles entre les entreprises et les acteurs du campus.

2.3.1 Identité de TEAM @ Mines Saint-Etienne

TEAM @ Mines Saint-Etienne fournit aux créateurs d'entreprises :

- Une expertise technique via les cinq centres d'enseignement et de recherche de l'École des Mines de Saint-Étienne et des interactions inédites avec les élèves-ingénieurs, les doctorants de Mines Saint-Étienne.
- Un espace de maturation et d'accélération technologique de projets de création d'entreprise
- Une connexion aux réseaux des dispositifs régionaux, nationaux de l'entrepreneuriat. Incubateurs et pépinières apportent leur expertise juridique, marchés et levées de fonds.



Depuis le démarrage, plus de 28 projets ont été accompagnés sur le campus, avec un taux de survie à cinq ans de 85%. 18% des projets ont été portés par des étudiants.

Les startups accompagnées se répartissent dans trois domaines :

- L'énergie : Sunpartner (energy harvesting, vitrage photovoltaïque), Crosslux (vitrage photovoltaïque), Nawatechnologies (supercapacités), Encapsulix (équipements de dépôt couche mince)
- L'internet des objets : Terradona (gestion des déchets), Swap (tracking des personnes Alzheimer), ASD (anticollision de drones), Selerys (radars météo agricoles), Fenotek (maison connectée)
- Les sciences de la vie et e-santé : @health (cardiométrie connectée), Panaxium (dispositifs bioélectroniques), Xrapid (diagnostic rapide)

Il existe donc une excellente convergence entre les thématiques de recherche du centre et les entreprises accompagnées. Les entreprises accompagnées bénéficient du vivier de compétences du site, au travers des modes d'interaction décrits ci-après. La spécificité différenciatrice de ces entreprises, en regard de la majorité des autres entreprises est qu'elles concernent des innovations en relation avec le hardware, et fortement connectées aux compétences du centre.

La présence de TEAM @ Mines Saint-Etienne au sein d'ID-Fab constitue un, fort levier sur l'emploi scientifique, pour les élèves ingénieurs, doctorants ou post-doc qui obtiennent souvent une embauche après avoir travaillé en collaboration avec ces entreprises.

2.3.2 Modes d'interaction et apport d'Id-Fab

Les interactions potentielles des entreprises avec les composantes du campus prennent les formes suivantes :

- Une convention d'accueil et de suivi régit les relations entre TEAM @ Mines Saint-Etienne et les entreprises. Un référent scientifique par projet est dédié au suivi et conseil scientifique.
- Certaines entreprises sont associées aux projets de recherche des départements au sein de consortiums ou via des conventions CIFRE
- Via leur convention de R&D, les peuvent proposer des projets réalisés par les étudiants.

ID-Fab viendra compléter le dispositif d'accompagnement et aura pour but d'enrichir les interactions en apportant un complément de moyens mis à disposition des entreprises accompagnées :

- Des ateliers pour le développement de projets en intégrant la notion de confidentialité seront proposés en option dans la convention d'accompagnement
- L'accès aux moyens et espaces de prototypage, les participations aux ateliers de formation et l'accueil éventuel de matériel au sein des infrastructures communes sera proposé
- Les projets R&D ponctuels pourront être accueillis au sein de l'espace projets R&D.

Les contreparties de cette extension des domaines de services seront de trois ordres :

- La location des ateliers
- Les droits d'accès aux infrastructures communes de prototypage
- Les prestations exceptionnelles comme les projets R&D

Ces contreparties pourront être financières, ou en nature, comme la participation à l'animation d'ateliers, de formation et la tenue de permanences.

L'esprit d'ID-Fab étant fondé sur le développement d'une culture collaborative, tout participant devra s'engager à mettre à disposition une partie de son savoir-faire acquis à disposition de la communauté via des communications, formations et publications. On tiendra cependant compte de la nécessité de préserver notion de propriété intellectuelle sur certains domaines préalablement identifiés. Ces points seront étudiés et mentionnés dans un accord préalable et joints à la convention d'accueil.

L'accès ponctuel des entreprises et organismes extérieurs sera également géré par TEAM @ Mines Saint-Etienne suivant des tarifs et niveaux de contreparties spécifiques.

3 Projet aménagement et équipements scientifiques

3.1 Aménagement et coûts associés

ID-FAB a pour vocation de mettre en valeur les activités de l'école, favoriser les échanges entre élèves, enseignants/chercheurs, entreprises, susciter l'envie et offrir à tous ces acteurs les moyens d'innover : pédagogie inversée, espaces projets, Fab-Lab pour prototypes, plateformes de haute technologie... Ce projet, tout en gardant la visée opérationnelle du projet ID-Fab, est également l'occasion de réfléchir à l'animation de l'école et de sa rue intérieure, à l'autonomie de fonctionnement de certains espaces, et à leurs modalités de gestion...

Figure 15: Vue d'ensemble du campus Georges Charpak Provence

L'objectif principal est de faire d'ID-Fab un lieu central et fédérateur où s'échangent naturellement les savoirs et savoir-faire



entre enseignants-chercheurs, étudiants, entrepreneurs et grand public. Il s'agira donc de réaménager des espaces au cœur du bâtiment de formation et recherche du campus (Figure 15).

3.1.1 Projet d'ensemble

Les groupes de travail organisés dans la phase préparatoire du projet, suivis de sessions de travail avec un programmiste ont mis en évidence le besoin de réaménagement permettant de créer une meilleure connexion entre les espaces techniques et les zones d'échange afin de satisfaire les objectifs de renforcement d'un esprit collaboratif au sein d'ID-Fab.

Le projet d'aménagement global vise donc à rationaliser des espaces situés autour d'un patio central (Figure 16-b) actuellement inutilisé, permettre des circulations faciles entre les espaces techniques (Figure 16-c) et les zones de travail collaboratif, et connecter et ouvrir l'ensemble sur la rue intérieure du bâtiment (Figure 16-a), pour donner à voir l'activité, valoriser les productions, et susciter l'adhésion à la dynamique collective et collaborative.

Figure 16: Photographie des espaces : rue (a), patio(b), laboratoire (c)

Il s'agira donc de créer des espaces cohérents et interconnectés, mêlant quatre grandes fonctions, comme présenté sur le schéma fonctionnel (Figure 17).

Figure 17 : Schéma fonctionnel du futur aménagement

- La recherche, partagée entre des espaces de laboratoires, l'atelier d'intégration et de prototypage (cf 2.2.4.2), et l'espace projets R&D (cf 2.2.4.3).
- L'accompagnement, avec des ateliers dédiés aux entreprises accompagnées par TEAM @ Mines Saint-Etienne (cf 0)
- La pédagogie, pour l'innovation pédagogique, les espaces travaux pratiques et les espaces de travail en autonomie (cf 2.4)
- Les moyens communs couvrant un espace de ressources, d'accueil du public extérieur, salles de réunion et co-working, ainsi que les ressources partagées de stockage, ainsi que les opérations de relocalisation d'activités.

Ces espaces sont reportés sur les plans du rez de chaussée et du R+1 présentés ci-après. (Figure 18, Figure 19)

Attention, dans le cadre du périmètre FEDER, seuls les aménagements de :

- Laboratoires de recherche
- Ateliers dédiés aux entreprises accompagnées
- Un prorata aux m² des moyens commun

Sont valorisés dans le dossier.

Le reste des aménagements est financé par les cofinanceurs publics dans le cadre du CPER.

Figure 18 : Plan du rez de chaussée et zones à aménager

Figure 19 : Plan du R+1 et zones à aménager

3.1.2 Périmètre recherche

3.1.2.1 Espace laboratoires

L'espace laboratoires sera aménagé au rez de chaussée du bâtiment. Il sera partagé entre une zone d'expérimentation (c.f. 2.2.4.1), dédiée aux bancs de caractérisation, et une zone dédiée aux équipements de process, nécessitant un contrôle d'accès.

A1 Aménagement de l'espace laboratoires

Surface (m²) Fonction Type de travaux Coût (€)

222 Labo experimentation+fabrication Réhabilitation légère-moyenne 153180

3.1.2.2 Atelier intégration et prototypage

L'atelier intégration et prototypage (c.f. 3.1.2.2) est situé au rez de chaussée. Il rassemble les moyens de conception et de réalisation des preuves de concept répartis à quatre zones : Conception, prototypage électronique, prototypage mécanique, scan-impression et découpe.

A2 Aménagement de l'atelier intégration et prototypage

Surface (m²) Fonction Type de travaux Coût (€)

98 Conception et réalisation de preuves de concept Réhabilitation lourde 135240



3.1.2.3 Espace projets R&D

L'espace projets R&D (c.f.2.2.4.3) est un open-space composé d'une vingtaine d'ilots destinés à accueillir temporairement les équipes projets R&D, sur une durée allant de quelques jours à plusieurs mois. Les ilots sont équipés en bureautique et moyens de conception de d'expérimentation légers. Une zone commune de détente et des espaces de stockage et magasin de composants sont installés à proximité.

A3 Aménagement de l'espace projets R&D

Surface (m²) Fonction Type de travaux Coût (€)

414 Espace projets R&D Réhabilitation lourde+légère 419520

3.1.3 Périmètre accompagnement

Sur le volet accompagnement d'ID-Fab, des travaux seront réalisés pour créer quatre ateliers-box dédiés aux entreprises accompagnées ainsi qu'un espace technique commun (c.f. 2.3). Ces travaux nécessiteront le déplacement de bureaux. L'ensemble des travaux concerneront une zone de 100 m² pour la zone team et 87 m² pour le relogement des bureaux.

A4 Aménagement des ateliers Team@Mines Saint-Etienne

Surface (m²) Fonction Type de travaux Coût (€)

100 Open space équipes projets R&D Réhabilitation légère 55575

87 Déplacement bureaux DSI Réhabilitation légère 19575

3.1.4 Espaces et moyens communs

Les espaces et moyens communs regroupent l'ensemble des éléments accessibles à l'ensemble de la communauté. Les montants associés seront ventilés sur les postes Recherche, Accompagnement, Pédagogie au prorata des surfaces.

A8 Aménagement espaces communs

Surface (m²) Fonction Type de travaux Coût (€)

427 Espace ressources et aménagements connexes Réhabilitation lourde 719 280

194 Aménagement patio/circulations extérieures Réhabilitation moyenne 105225

27 Extension d'une course Création 20250

1U Signalétique 30000

25 Local stockage Réhabilitation moyenne 24000

169 Déménagement laboratoire sécurité/Micropacks Réhabilitation lourde/moyenn 97875

M1 Mobiliers et équipements généraux

Objet Coût (€)

Mobilier et équipements hors équipements scientifiques (bureautique/matériel reunion/équipements techniques de base (coût estimatif prévisionnel) 300000

3.2 Equipements scientifiques

Les équipements scientifiques sont destinés à équiper la plateforme interfaces sensibles, le Tableau 3 en présente la synthèse. Ces équipements concernent les actions E1 à E6 (c.f. 2.2.4.1). Le détail des équipements est présenté en annexe.

Tableau 3 : Bilan des équipements scientifiques

4 Accompagnement Ressources humaines

4.1 Ressources Ecoles

Tableau 4: Personnel Recherche affecté sur le projet, ETP associé et coût

Objectifs recherchés :

ID-Fab a vocation à stimuler l'innovation au moyen de plusieurs leviers :

- Le renforcement de l'infrastructure de recherche sur le thème des interfaces sensibles
- La stimulation de la créativité et la connexion aux domaines applicatifs via les projets de R&D
- L'accompagnement des chercheurs, entrepreneurs et élèves sur les projets de prototypage
- Le partage et l'enrichissement des connaissances mutuelles, le croisement des compétences.



Par ailleurs ID-Fab apportera des moyens nouveaux aux porteurs d'innovation en termes de formation et de support à la réalisation de preuves de concept permettant par exemple de les renforcer dans leurs démarches de levées de fonds. L'objectif fixé sur la durée du projet est d'au moins quatre inventions avec dépôt de brevet.

Résultats escomptés (cible visée)

Les paragraphes qui suivent décrivent les principes fondamentaux d'ID-Fab, et comment l'écosystème de recherche et innovation sera impacté, en mettant en évidence sa cohérence vis-à-vis des critères de l'appel à projet FEDER / P11A 2017.

1. Principes fondamentaux d'ID-Fab et insertion dans l'écosystème de recherche et innovation

Les Ecoles de Mines, intégrées au sein de l'Institut Mines Telecom ont dans leur ADN une mission de soutien aux industries par la mise en relation des leurs compétences recherche et le développement des projets de recherche fondamentale. C'est ce principe qui a prévalu lors de la mise en place du Campus Georges Charpak Provence à Gardanne à partir de l'année 2003. Le campus est donc de fait fortement inséré à l'écosystème de recherche et innovation autour du pôle microélectronique Aix-Marseille et PACA et contribue à lui donner un rayonnement international au travers ses activités de recherches et partenariats internationaux. ID-fab s'inscrit dans cette logique et vise à renforcer la cohérence de cet écosystème. Cet écosystème est constitué quatre types d'acteurs en recherche et innovation :

- L'industrie des technologies du semi-conducteur et des équipements et procédés associés (STMicroelectronics, IBS...)
- Les laboratoires académiques sur les matériaux ou procédés, électronique et numérique ou applications (CMP-Mines-Sainte Etienne, Madirel, IM2NP, ISM....)
- Les industries et entreprises, startup axées sur l'application et l'IOT (GEMALTO, SPS, TerraDona...), ou l'énergie (Sunpartner, Crosslux)
- Les acteurs de l'accompagnement à l'innovation en technologies et services (Incubateurs, The Camp...)

Alors que la généralisation du numérique tend à orienter l'effort d'innovation vers les technologies de type software, il est nécessaire de maintenir et développer un niveau d'expertise et d'innovation dans le domaine du hardware. C'est cette compétence particulière qui a permis à l'industrie de la carte à puce naître et se développer à l'échelle mondiale à partir du territoire PACA. Le Campus Georges Charpak Provence constitue une base technologique forte et fait le pont entre les technologies microélectroniques, et le monde des applications. ID-Fab a été conçu pour renforcer ce lien, avec pour objectif de valoriser des technologies d'avant-garde (techno-push) en connexion avec des problématiques applicatives autour de l'objet technologique et son usage (usage pull).

2. Domaines d'Activité Stratégique concernés

Le projet ID-Fab est appuyé sur des technologies génériques clés en relation avec la microélectronique et l'internet des objets. Par ailleurs, sur le volet applications, il concerne également plusieurs domaines d'activité stratégiques de la stratégie régionale de l'innovation :

- Transition énergétique/Efficacité énergétique : le projet Capteurs Environnementaux Autonomes (c.f. 2.2.4.4.2) contribue clairement au développement de solutions pour le déploiement de capteurs environnementaux applicables dans le domaine des réseaux électriques intelligents. Par ailleurs, les activités connexes développées en enseignement contribuent à former des ingénieurs et chercheurs spécialistes des questions énergétiques.
- Risques, sécurité, sûreté : La composante sécurité du concerne le développement d'un banc dédié à l'étude de la sécurité des systèmes connectés (c.f. 2.2.4.1.4) permet d'anticiper les problématiques liées au déploiement de réseaux de capteurs. Par ailleurs, le projet d'authentification environnementale des données (c.f. 2.2.4.4.2) explore des solutions techniques probablement majeures pour la protection de l'intégrité des données dans les réseaux de capteurs environnementaux.
- Santé alimentation : les volets bio-électronique et bio-robotique (c.f. 2.2.4.1.1 2.2.4.1.2 2.2.4.4.1 2.2.4.4.1) préparent des avancées importantes dans le domaine de la prothétique, et la restauration des fonctions sensorielles altérées.
- Mobilité intelligente durable : Le projet capteurs environnementaux autonomes (c.f. 2.2.4.4.2) contribue à développer des solutions de « smart-metering » applicables pour le développement de systèmes de capteurs, systèmes embarqués, géolocalisation au service de la mobilité intelligente. Il contribue également à développer des briques technologiques pour les drones (dirigeable indoor – projet ID-Fly).

3. Technologies génériques clés



Le projet ID-Fab contribue au développement des technologies génériques clés- Nanotechnologies, micro et nanoélectronique, semi-conducteurs, Internet des Objets ; - Biotechnologies avec la bioélectronique et la bio robotique. (c.f. 2.2.4.1)

Ces activités de recherche s'appuient sur des briques de procédés spécifiques développées conjointement par les départements de recherche de Mines Saint Etienne. Ces briques donnent à ID-Fab des spécificités technologiques différenciatrices :

- Les dispositifs d'interfaçage entre le vivant et l'électronique
- Les capteurs intégrables sur support souple ou étirable
- Les dispositifs de récolte, stockage et de gestion d'énergie
- L'intégration hétérogène de dispositifs électroniques sur support souple et étirables
- Les briques d'analyse de la sécurité et de sécurisation de systèmes

À cette approche de recherche et de développement de briques technologiques, ID-Fab propose de rajouter une approche interdisciplinaire de développement de fonctions complètes et de réalisation de preuves de concepts avec une spécificité thématique sur les Interfaces Sensitives.

4. Rayonnement scientifique et partenariats académiques

Relié à la thématique de l'Internet des objets, et appuyé sur ses départements de recherche ID-Fab vise à relier ses compétences interdisciplinaires pour conforter un haut niveau scientifique et technologique dans le domaine porteur des interfaces sensibles. Le programme scientifique est construit sur les deux piliers que sont les technologies génériques clés, renforcées par des bancs d'expérimentation dédiés associés à des moyens de prototypage de preuves de concept, ; et des projets R&D thématiques adressant les domaines d'activité stratégique.

Sur la durée du projet, la production scientifique dans des revues de rang A escomptée est de 20 publications sur les trois ans du projet,

La plateforme interfaces sensibles constituera un outil de recherche et développement de premier ordre, dotée d'un thème fort et focalisé à même d'en faire un centre d'excellence. Sa création stimulera le développement des partenariats académiques transdisciplinaires en recherche et innovation. Parmi les partenariats créés ou renforcés par ID-Fab, on peut citer :

- La National University of Singapore (laboratoire Sinapse), l'Institut des Sciences du Mouvement sur les activités dans le domaine de la prothétique et la bio-robotique
- Les laboratoires Madirel et IM2NP pour les activités dans le domaine des matériaux, des capteurs et objets communicants ; L'INSERM dans le domaine de la bio-electronique
- The Camp pour lequel ID-Fab constituera une base de technologies des interfaces sensibles. Des discussions sont en cours pour accueillir certains projets dans l'espace projets R&D pour des développements spécifiques.

Par ailleurs, ID-Fab constituera un moyen supplémentaire pour les chercheurs au service du montage de projets nationaux et européens.

A partir du programme recherche établi, on estime à 20 le nombre minimum de chercheurs des entités partenaires en relation avec ID-Fab. Ce nombre est évidemment appelé à augmenter au fil des développements de la plateforme interfaces sensibles.

5. Partenariats industriels

En premier lieu, la quinzaine d'entreprises de la plateforme Micro-Packs bénéficiera de l'apport d'ID-Fab dans sa compétence recherche et contribuera à susciter l'adhésion de nouveaux membres, ou des demandes de services sur la plateforme. De la même façon ID-Fab pourra répondre à des demandes de service de type étude R&D applicative pour le compte de Micro-Packs, via ses départements de recherche.

ID-Fab adhèrera au réseau de Fab-Labs lancé par STMicroelectronics pour stimuler l'intégration de ses composants dans les applications IOT, et apportera son expertise et la valorisation via des démonstrateurs dans le domaine des Interfaces Sensitives.

Les startups hébergées par TEAM @ Mines Saint-Etienne, seront des interlocuteurs naturels pour le montage de projets R&D commun. L'arrivée d'ID-Fab suscite l'intérêt d'un certain nombre de partenaires supplémentaires :

- AIM:(Advanced Intelligent Mecatronics - Start Up): Développe des solutions mécatroniques exosquelettiques dans les domaines de la santé, de l'industrie et de la réalité virtuelle. ID-Fab s'est un stimulant important en offrant un espace de prototypage adapté et de caractérisation à travers le banc biorobotique des solutions développées par AIM
- Emotive : la société commercialise des dispositifs d'interface cerveau-machine et souhaite développer des collaborations dans le domaine des applications
- BRGM : Une collaboration est en cours de réflexion pour étudier l'utilisation du dirigeable indoor pour l'inspection des



galeries minères.

• SNCF : il existe un accord-cadre entre Mines Saint-Etienne et la branche innovation et recherche de la SNCF. La thématique des capteurs environnementaux autonomes sans maintenance (deploy and forget) intéresse fortement l'entreprise pour l'équipement des voies et entrepôts.

L'objectif fixé dans le cadre du projet est de trois nouveaux partenariats R&D en relation avec ID-Fab

6. Innovation

ID-Fab a vocation à stimuler l'innovation au moyen de plusieurs leviers :

- Le renforcement de l'infrastructure de recherche sur le thème des interfaces sensibles
- La stimulation de la créativité et la connexion aux domaines applicatifs via les projets de R&D
- L'accompagnement des chercheurs, entrepreneurs et élèves sur les projets de prototypage
- Le partage et l'enrichissement des connaissances mutuelles, le croisement des compétences.

Par ailleurs ID-Fab apportera des moyens nouveaux aux porteurs d'innovation en termes de formation et de support à la réalisation de preuves de concept permettant par exemple de les renforcer dans leurs démarches de levées de fonds.

L'objectif fixé sur la durée du projet est d'au moins quatre inventions avec dépôt de brevet.

7. Economie et emploi

ID-Fab sera par nature au service du développement de l'économie et de l'emploi, par l'apport d'expertise scientifique et technologique différenciatrice et le soutien à l'innovation qu'elle contribuera à renforcer.

Sur la durée du projet, deux nouveaux emplois scientifiques seront créés pour accompagner le développement de la plateforme interfaces sensibles. Bien que ces recrutements soient reliés au projet dont les financements sont temporaires par nature, la durée du projet sera utilisée pour mettre en place les financements sur ressources propres à partir de l'activité générée, dans l'objectif de pérenniser ces deux postes.

Par ailleurs, bien qu'il soit difficile de s'engager sur un nombre d'emplois induits, l'expérience montre que de nombreux doctorants, post-doctorants et ingénieurs trouvent des emplois dans les entreprises partenaires à l'issue des projets R&D menés sur le site, ou créent leur entreprises à partir des compétences qu'ils ont acquises. L'investissement public servira donc de levier pour la création d'emplois privés.

Calendrier et phasage de l'opération :

Période prévisionnelle d'exécution

Début : 01/09/2019

Fin : 31/10/2022

DEPENSES ET RESSOURCES

Postes de dépense

Type d'assujettissement

Partiellement HT

Type d'échéancier

Pas d'échéancier

Détails des postes de dépense

Catégorie de dépense	Direct/Indirect	Fonctionnement/ Investissement	Montant (Partiellement HT)
Dépenses de personnel	Direct	Fonctionnement	251 136,00 €
Salaires et charges			
Dépenses d'Investissement matériel et immatériel	Direct	Investissement	1 198 396,00 €
Travaux de construction et réhabilitation, achat d'équipements			
Total :			1 449 532,00 €



Ressources

<i>Les co-financeurs sollicités couvrent-ils la même période d'exécution et la même assiette de dépenses éligibles ?</i>	Non
<i>Le porteur a-t-il sollicité une avance pour le fond européen ?</i>	Non



Détails des ressources

Financier	Partenaire	Imputation	Régime d'aide	Taux(%)	Montant (€ HT)	Montant réalisé	Montant retenu	Taux d'avancement
DEPARTEMENT	Bouches-du-Rhône			9,58	138 826,00			
EPCI	Métropole Aix-Marseille Provence			9,58	138 826,00			
REGION	Provence-Alpes-Côte d'Azur			26,82	388 714,00			
ETAT	Éducation nationale, enseignement supérieur et recherche			6,13	88 849,00			
UNION EUROPEENNE	Fonds européen de développement régional		SA.40391 / Régime cadre exempté d'aides à la RDI	47,90	694 317,00			
Total co-financier				100,00	1 449 532,00	0,00	0,00	0,00
Bénéficiaire				0,00	0,00			
COUT TOTAL				100,00	1 449 532,00	0,00	0,00	0,00



**RÉGION
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR**



ELIGIBLE					0
----------	--	--	--	--	---



INSTRUCTION

Service instructeur :	Direction des Affaires Européennes - PACA	Avis du service instructeur :	Favorable
------------------------------	---	--------------------------------------	-----------

Motivation du service instructeur :

L'opération s'inscrit :

- dans le premier axe prioritaire du PO FEDER « Recherche, Innovation, PME »,
- dans l'Objectif Thématique n°1 (renforcer la recherche, le développement technologique et l'innovation)
- dans la priorité d'investissement PI 1a qui tend à améliorer les infrastructures de recherche et d'innovation et les capacités à développer l'excellence en Recherche et Innovation et faire la promotion des centres de compétences, en particulier dans les domaines présentant un intérêt européen.

Elle est donc éligible à l'Appel à Propositions Pi1A-2017.

De plus, l'opération a obtenu une note de 15.25/20

#opération éligible au PO, à l'appel, et qui obtient une note de 15.25/20 sans aucune note éliminatoire#