

DÉLIBÉRATION n° CA-31-01-2020-07 DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Séance du 31 janvier 2020



Examen de demandes de financement CPER FEDER

Le Conseil d'administration

- Vu le Code de l'éducation ;
- Vu les Statuts de l'Université de Poitiers ;
- Vu les délibérations n° 20200122-4, n° 20200122-5, n° 20200122-6, n° 20200122-7, n° 20200122-8, n° 20200122-9, n° 20200122-10 et n° 20200122-11 adoptées par la Commission de la Recherche en date du 22 janvier 2020 portant avis favorable à l'unanimité aux projets présentés au titre de financement CPER FEDER ;
- Vu les documents adressés au Conseil d'administration ;
- Vu la proposition présentée en Conseil d'administration ;

Après en avoir délibéré,

ADOPTE

Article 1^{er} : CPER BATIMENT DURABLE : « Modélisation des comportements des géomatériaux face à des contraintes hydriques, thermiques et mécaniques »

L'opération et le plan de financement CPER FEDER, pour le programme « *Modélisation des comportements des géomatériaux face à des contraintes hydriques, thermiques et mécaniques* », avant soumission au Comité régional de Programmation, sont approuvés, conformément aux pièces-jointes.

Article 2 : CPER ECONAT : « MICROCOSM : Microbiodiversité, Société et Ecosystèmes »

L'opération et le plan de financement CPER FEDER, pour le programme « *MICROCOSM : Microbiodiversité, Société et Ecosystèmes* », avant soumission au Comité régional de Programmation, sont approuvés, conformément à la pièce-jointe.

Article 3 : CPER NUMERIC : « E-IMMERSION »

L'opération et le plan de financement CPER FEDER, pour le programme « *E-IMMERSION* », avant soumission au Comité régional de Programmation, sont approuvés, conformément à la pièce-jointe.

Article 4 : CPER NUMERIC : « Réseaux intelligents pour optimiser la consommation énergétique »

L'opération et le plan de financement CPER FEDER, pour le programme « *Réseaux intelligents pour optimiser la consommation énergétique* », avant soumission au Comité régional de Programmation, sont approuvés, conformément à la pièce-jointe.

Article 5 : CPER NUMERIC : « E-DATA »

L'opération et le plan de financement CPER FEDER, pour le programme « *E-DATA* », avant soumission au Comité régional de Programmation, sont approuvés, conformément à la pièce-jointe.

Article 6 : CPER NUMERIC : « Photogrammétrie basée physique »

L'opération et le plan de financement CPER FEDER, pour le programme « *Photogrammétrie basée physique* », avant soumission au Comité régional de Programmation, sont approuvés, conformément à la pièce-jointe.

Article 7 : CPER TRANSPORT : « COMERE II »

L'opération et le plan de financement CPER FEDER, pour le programme « *COMERE II* », avant soumission au Comité régional de Programmation, sont approuvés, conformément à la pièce-jointe.

Article 8 : CPER TRANSPORT : « OPTICOV II »

L'opération et le plan de financement CPER FEDER, pour le programme « OPTICOV II », avant soumission au Comité régional de Programmation, sont approuvés, conformément à la pièce-jointe.

Article 9 : Décompte des voix

La présente délibération est adoptée à l'unanimité.

Fait à Poitiers, le 31 janvier 2020
Le Président de l'Université de Poitiers

Yves JEAN



UNIVERSITE DE POITIERS

Transmis à Madame la Rectrice le

21. FEV. 2020

Entrée en vigueur le lendemain de sa publication au *Recueil des actes administratifs* de l'Université de Poitiers.

Direction des affaires juridiques

Voies et délais de recours

Si vous estimez que cet acte est irrégulier, vous pouvez former :

- soit un recours administratif, qui peut prendre la forme d'un recours gracieux, devant l'auteur de l'acte ou celle d'un recours hiérarchique devant l'autorité hiérarchique compétente. Ce recours administratif doit être présenté dans les deux mois à compter de la notification du présent acte si vous souhaitez pouvoir former un recours contentieux contre une décision de rejet de votre recours gracieux. Celui-ci est réputé rejeté si vous n'avez pas reçu de réponse dans les deux mois suivant sa réception par l'administration. Vous disposez alors de deux mois pour former un recours contentieux. Si une décision expresse vous est notifiée dans les quatre mois suivant la réception de votre recours gracieux par l'administration, vous disposez alors d'un délai de deux mois, à compter de la notification de cette décision expresse, pour former un recours contentieux.
- soit un recours contentieux devant le tribunal administratif territorialement compétent, dans le délai de deux mois à compter de la notification ou de la publication du présent acte.

Depuis le 1^{er} décembre 2018, vous pouvez également déposer votre recours juridictionnel sur l'application internet Télérecours citoyens, en suivant les instructions disponibles à l'adresse suivante : www.telerecours.fr
Dans ce cas, vous n'avez pas à produire de copies de votre recours et vous êtes assurés d'un enregistrement immédiat, sans délai d'acheminement.

Page 2 sur 2

Vu le code de l'éducation,

Vu les statuts de l'université de Poitiers,

Vu les propositions du Président,

DATE DE LA CR	22/01/2020
---------------	------------

DELIBERATION CR N°	THEMATIQUE	OBJET	MESURE PROPOSEE A LA DELIBERATION	DEBUT D'APPLICATION DE LA MESURE	FIN DE LA MESURE	PRESENTS OU REPRESENTES	DELIBERATION CR	OBSERVATION
20200122-4	CPER Région	Demande de financement Région	Approbation de l'opération et du plan de financement du projet du programme CPER BATIMENT DURABLE "Modélisation des comportements des géomatériaux face à des contraintes hydriques, thermiques et mécaniques"	22/01/2020		25	Favorable à l'unanimité	Avis avant transmission au CA
20200122-5	CPER Région	Demande de financement Région	Approbation de l'opération et du plan de financement du projet du programme CPER ECONAT "MICROCOSM : Microbiodiversité, Société et Ecosystèmes"	22/01/2020		25	Favorable à l'unanimité	Avis avant transmission au CA
20200122-6	CPER FEDER	Demande de financement FEDER	Approbation de l'opération et du plan de financement du projet du programme CPER NUMERIC "E-IMMERSION"	22/01/2020		25	Favorable à l'unanimité	Avis avant transmission au CA
20200122-7	CPER FEDER	Demande de financement FEDER	Approbation de l'opération et du plan de financement du projet du programme CPER NUMERIC "Réseaux intelligents pour optimiser la consommation énergétique"	22/01/2020		25	Favorable à l'unanimité	Avis avant transmission au CA
20200122-8	CPER Région	Demande de financement Région	Approbation de l'opération et du plan de financement du projet du programme CPER NUMERIC "E-DATA"	22/01/2020		25	Favorable à l'unanimité	Avis avant transmission au CA
20200122-9	CPER Région	Demande de financement Région	Approbation de l'opération et du plan de financement du projet du programme CPER NUMERIC "Photogrammétrie basée physique"	22/01/2020		25	Favorable à l'unanimité	Avis avant transmission au CA
20200122-10	CPER Région	Demande de financement Région	Approbation de l'opération et du plan de financement du projet du programme CPER TRANSPORTS "COMERE II"	22/01/2020		25	Favorable à l'unanimité	Avis avant transmission au CA
20200122-11	CPER Région	Demande de financement Région	Approbation de l'opération et du plan de financement du projet du programme CPER TRANSPORTS "OPTICOV II"	22/01/2020		25	Favorable à l'unanimité	Avis avant transmission au CA

Fait à Poitiers, le 22 janvier 2020
Le président de séance



Thomas ROGAUME



Réunion de la Commission Recherche
Séance du 22 janvier 2020

Dossier CPER Région pour approbation de l'opération et du plan de financement

Modélisation des comportements des géomatériaux face à des contraintes hydriques, thermiques et mécaniques

Porteur : Stephen HEDAN

Période prévisionnelle d'exécution : Du 01/01/2020 au 31/12/2021

Description de l'opération :

- Objectifs particuliers à atteindre

Le porteur de projet a pour but de fédérer les différentes recherches au sein de l'université de Poitiers portant sur la thématique du bâtiment. Il s'agira de construire différentes plateformes de mesures pour caractériser les matériaux de construction. Ces plateformes, qui pourront être à terme ouvertes à des partenaires industriels permettront une caractérisation fine à l'échelle du matériau sur un large spectre de connaissance. Ainsi, un matériau pourra être caractérisé thermiquement de par la mesure de sa conductivité mais aussi, ce qui est plus original par la mesure de ses propriétés radiatives. De plus, les comportements des matériaux dans des conditions hydriques et thermiques bien précises pourront être établis. De même, le comportement des matériaux en conditions d'incendie permettra d'attester ou non de leur bon comportement en terme de sécurité pour les occupants des bâtiments. Enfin, le développement d'une expérience permettant pour la première fois la réalisation d'un transistor thermique pourrait permettre la mise en œuvre d'un nouveau concept pour le management thermique et conduire, si les essais sont concluants au dépôt de brevets pour ce procédé.

Les objectifs recherchés sont doubles :

- Le premier porte une meilleure compréhension du comportement des géomatériaux de construction. Dans leur milieu naturel et à l'échelle d'un bâtiment, ces derniers seront sollicités mécaniquement, hydriquement et thermiquement. Seuls des essais en laboratoire, où chaque sollicitation peut être contrôlée précisément, permettra une meilleure compréhension leur comportement.
- Le second se place dans le développement de matériels spécifiques permettant au parc expérimental de l'institut IC2MP d'être reconnu et d'accroître nos connaissances et la compréhension du comportement des matériaux naturels argileux. De plus, cette nouvelle cellule ne se limite pas aux géomatériaux argileux et d'autres types de matériaux (polymères, catalyseurs, zéolithes, ...) pourront être investigués.

L'impact visé est de valoriser les matériaux argileux finement divisés, qui sont actuellement pas ou peu utilisés comme matériaux de construction. Ces derniers pourront être utilisées comme matériaux de construction (murs en terre, briques de terre crue, composite béton/argile, etc.) et matériaux isolants (béton de terre, béton à granulats végétaux, béton de chaux-chanvre, etc..). Ces nouveaux matériaux

permettront de diminuer le coût énergétique des matériaux actuels à base de ciment, mais aussi de valoriser des ressources locales à très faible impact environnemental.

L'équipe Hydrasa de l'Institut IC2MP vise à étudier les matériaux argileux ainsi que leur réactivité à différentes échelles de temps et d'espace. Ces spécificités portent sur l'identification, la quantification et la détermination de la phase réactive des sols et roches, son organisation spatiale pour l'étude des géosystèmes.

Ce nouvel outil inscrit dans la volonté de disposer des moyens expérimentaux originaux et spécifique pour l'étude du comportement hydromécanique des géomatériaux argileux.

Pour la région, l'intérêt de notre projet est double. D'une part, les plateformes de mesures des propriétés des matériaux permettront aux industriels et chercheurs d'obtenir les performances des matériaux qu'ils auront développés dans des domaines très différents : tenue à l'humidité, tenue au feu et propriétés thermiques. D'autre part, le développement de ces plateformes et de nouveaux concepts pour l'isolation et le chauffage permettra de maintenir voire même d'augmenter le niveau d'excellence des laboratoires présents sur son sol. A titre d'information, les 5 porteurs des actions conduites dans le projet ont produit environ 90 articles dans des revues internationales à comité de lecture depuis 2010 ayant fait l'objet de 600 citations. A noter que le projet développé à l'université de Poitiers est très complémentaire de celui développé par l'université de la Rochelle ou à l'ENSMA dont les études se situent plus à l'échelle du bâti.

Les nouveaux concepts de refroidissement et de chauffage basé sur la rectification thermique et développé dans le cadre de ce projet ont un fort potentiel d'application et de valorisation. Ils permettraient en principe de pouvoir faire de la régulation thermique de manière passive c'est-à-dire sans contrôle actif par des capteurs électroniques. Les concepts validés seront protégés par des dépôts de brevets. D'autre part, ces concepts feront l'objet de développement plus profond dans le cadre du programme H2020 notamment par une demande de financement auprès de l'ERC.

- Moyens spécifiques à mettre en œuvre

Cette opération porte sur le développement d'une cellule spécifique de sollicitations hydrique et mécanique, appelée Cellule HydroMéca. L'objectif principal est d'étudier le comportement mécanique de géomatériaux ayant une sensibilité à l'humidité. Actuellement peu ou pas de montages expérimentaux permettent de solliciter mécaniquement (compression, traction, flexion, ...) des échantillons conjointement à une humidité imposée. L'autre atout de cette cellule est de quantifier spatialement et simultanément aux sollicitations appliquées et par des méthodes non invasives, les déformations de l'échantillon par des méthodes non invasives. En effet, cette cellule sera équipée de fenêtre(s) de visualisation permettant d'acquérir des images. Ces images couplées à un algorithme, développé conjointement dans les instituts PPRIME et IC2MP de Poitiers, permettra d'obtenir des champs de mesure des déplacements et des déformations. Ces données permettront aussi d'étudier le comportement des géomatériaux jusqu'à leur rupture. En effet ces algorithmes ont été spécifiquement développés pour tenir compte de la présence de fissures, faisant de ce moyen une avancée notable dans la communauté scientifique de la métrologie optique.

Cet équipement, lorsqu'il aura été modélisé, conçu et calibré apportera à notre parc expérimental existant un champ d'application important dans l'étude de nouveaux géomatériaux pour la construction. Ce matériel vient en complément d'une enceinte climatique (thermique : -40 à 180°C et hydrique : 30-98%) récemment mise en service à l'institut IC2MP et qui permet de solliciter (thermique/humidité) des échantillons de plus grandes dimensions. Ce matériel est équipé de trois fenêtres de visualisation permettant de mettre en œuvre les mêmes algorithmes de mesure cités précédemment. Le montant de cet investissement est de 44 200€.

Lieux de réalisation de l'action :

L'action se déroulera au sein de l'équipe Hydrasa de l'institut IC2MP sur le campus de l'université de Poitiers.

- Prévision des délais de réalisation

Janvier 2020 : appel d'offre pour la cellule.

Mai à Septembre 2020 : conception, réalisation du matériel.

Octobre 2020 : Mise en service du matériel.

Novembre 2020 : essai et validation du matériel.

décembre 2020 : ouverture opérationnelle du matériel.

- Livrables et calendrier

Le projet en cours de réalisation fera l'objet de rapports scientifiques ou rapport d'étape notamment à la livraison du matériel, et lors de leur mise en place opérationnelle, puis en fin de projet une fois l'étude finalisée.

Coût total : 14 264 euros HT

Montant de l'aide régionale sollicitée : 14 264 euros, soit 100 % du coût du projet

Autre financement public sollicité sur l'opération : /

Financements privés : /

Autofinancement : /

Programme CPER : BATIMENT DURABLE



Réunion de la Commission Recherche
Séance du 22 janvier 2020

Dossier CPER Région pour approbation de l'opération et du plan de financement

MICROCOSM : Microbiodiversité, Société et Ecosystèmes

Porteur : Didier BOUCHON

Période prévisionnelle d'exécution : Du 01/01/2020 au 30/06/2022

Description de l'opération :

- Objectifs particuliers à atteindre,

Les sociétés doivent faire face à des changements globaux qui affectent les écosystèmes et impactent les activités humaines. S'adapter à ces changements nécessite de développer nos connaissances sur les mécanismes de réponse de la biodiversité aux dérèglements climatiques et sur ses effets en retour sur les activités humaines, ainsi que sur les limites de ces processus dans les stratégies mises en œuvre. Les atteintes à la biodiversité, en perturbant le fonctionnement des écosystèmes, influencent en retour les climats locaux, régionaux ou continentaux et agissent donc sur le changement global. C'est particulièrement vrai pour les micro-organismes dont la dynamique de réponse aux modifications de température, de CO² ou des apports anthropiques est extrêmement rapide. Il est donc essentiel de prédire et d'anticiper leur comportement car les productivités des socio-écosystèmes pourraient être remises en cause par la perte de résilience des processus biologiques ou par une augmentation des dégâts dus aux pathogènes, aux parasites ou aux ravageurs avec des impacts sur la santé humaine.

En conséquence, le projet MICROCOSM Microbiodiversité, Société et Ecosystèmes se focalise sur les rôles et impacts directs ou indirects de la diversité microbienne dans les activités humaines. Pour la période concernée nous concentrerons nos efforts sur 2 écosystèmes (eaux et sols) situés aux interfaces dont les socio-écosystèmes régionaux sont particulièrement dépendants et pour lesquels la composante microbienne est essentielle.

Les écosystèmes sols constituent un levier majeur dans l'atténuation des impacts du changement climatique. En effet, du fait de leur activité biologique, les sols contiennent 2 à 3 fois plus de carbone que l'atmosphère : les végétaux fixent le carbone de l'atmosphère qui est ensuite stocké dans les sols par les microorganismes. Diverses stratégies permettent d'anticiper les impacts attendus des changements globaux sur les sols : (i) limiter les pertes de carbone par érosion ou par biodégradation et/ou faciliter l'entrée du carbone dans le sol par des changements de pratiques (agroforesterie, couverts végétaux, prairie temporaires etc...) ou (ii) stimuler l'activité microbienne des sols. Ces stratégies ont pour conséquence une augmentation de la fertilité des sols.

Dans les écosystèmes aquatiques les microorganismes sont la plupart du temps organisés en communautés microbiennes complexes ou biofilms caractérisés par des cellules entourées d'une matrice extracellulaire. Ces biofilms offrent des refuges et des éléments nutritifs aux communautés de microorganismes. Les biofilms constituent donc des niches écologiques pour de nombreuses bactéries

et protozoaires tels que les amibes en leur offrant une résistance remarquable aux stress environnementaux et en leur permettant d'échapper aux traitements de l'eau. On peut retrouver parmi ces microorganismes, des bactéries pathogènes opportunistes telles que *Legionella pneumophila* et *Pseudomonas aeruginosa*. Ces bactéries ubiquitaires d'origine anthropique sont à l'origine de pathologies et constituent un enjeu majeur en santé humaine.

Dans ce cadre, l'essentiel des efforts de recherche du projet MICROCOSM porteront sur le rôle et la dynamique des interactions microorganismes-microorganismes ou microorganismes-hôtes au sein de ces écosystèmes clés. Plusieurs actions de recherches complémentaires sont proposées :

- Analyse des interactions plantes-microorganismes au sein de la rhizosphère : La rhizosphère est la région du sol directement formée et influencée par les racines et les micro-organismes (bactéries et champignons) associés formant le microbiome des végétaux (ou rhizobiome). Le rhizobiome est en évolution dynamique permanente et les modifications des interactions entre les mycorhizes et les plantes peuvent provoquer une altération de la composition microbienne du sol. Nous étudierons plus particulièrement les impacts sur les PGPR (Plant-Growth Promoting Rhizobacteria) qui favorisent la croissance et la santé des plantes.
- Analyse des interactions arthropodes-microorganismes : Dans une approche systémique, il convient également de prendre en compte les associations symbiotiques présentes chez tous les organismes. Le macrofaune du sol est, dans ce cadre, particulièrement intéressante de par ses impacts sur les cultures et sur l'activité biologique du sol. Ainsi, de nombreux arthropodes, qu'ils soient auxiliaires ou ravageurs, hébergent des microorganismes (symbiotes intracellulaires) qui participent à des traits écologiques majeurs tels que la reproduction, la résistance à des ennemis naturels, la capacité d'adaptation à des changements environnementaux ou l'utilisation de ressources alimentaires particulières. Nous étudierons plus particulièrement les interactions des arthropodes détritivores dont l'activité biologique (e.g. digestion de la lignocellulose) participe au cycle du carbone et à la fertilité des sols. Nous sommes dans ce cadre en interaction avec le Pôle de compétitivité agricole, agroalimentaire et agro-industriel Agri Sud-Ouest Innovation pour des développements sur la valorisation de la biomasse végétale.
- Analyse de la dynamique des populations microbiennes : les microorganismes dans les écosystèmes ou dans tout organisme vivant (e.g. plantes et arthropodes) sont en contact étroit. Cette proximité favorise les interactions complexes (coopératives ou compétitives) qui forment des pressions de sélection majeures. La dynamique des interactions microbiome-microbiome ou microbiome-hôte contribue à la stabilité (ou homéostasie) des écosystèmes concernés. Inversement, sous l'effet de fortes perturbations environnementales, cette homéostasie peut être rompue et être un facteur prédisposant à l'émergence de pathogènes ou la disparition de fonctions biologiques essentielles. Nous analyserons les interactions dans les écosystèmes identifiés dans les actions 1 et 2.

Les résultats escomptés sont :

- D'améliorer les plateformes analytiques permettant de caractériser et d'analyser les interactions entre microorganismes et hôtes.
- De renforcer l'expertise technique dans le domaine de l'écologie des interactions, de l'analyse des microbiomes permettant de proposer aux industriels en région ou au niveau national et international notre savoir-faire.
- De développer de nouvelles compétences dans le domaine de la génomique environnementale, de l'analyse de biomolécules naturelles qui nous permettront de proposer des solutions éco-compatibles.
- De conforter le niveau des publications dans des grandes revues internationales et de favoriser l'innovation.

- De favoriser les collaborations avec les industriels régionaux (e.g. Eurofins-CEREP 86600 Celle-Lévescault, DANISCO France 86220 Dangé St Romain, Agri Sud-Ouest Innovation, Bordeaux)
- De maintenir un haut niveau de formation des étudiants en leur permettant d'utiliser des appareils de très haute technicité et de bénéficier d'un encadrement scientifique de haut niveau

- Moyens spécifiques à mettre en œuvre,

L'accent sera mis sur le développement de plateaux techniques et de moyens d'analyse à haut débit permettant d'analyser la réponse de la biodiversité aux changements anthropiques.

Les matériels demandés sont les suivants :

- Sur le plateau BIOTRON qui regroupe les dispositifs expérimentaux d'environnement contrôlés (Serres S2, Phytotrons, Chambres à CO₂, Enceintes expérimentales pour invertébrés, Aquariums) ; il est prévu de compléter ce plateau par les achats suivants :
 - o Dessiccateur industriel
 - o Aspirateur à feuille compact
- Sur le plateau ENVIROMICS qui regroupe les moyens d'analyse haut-débit destinés aux techniques « omiques » (génomique, transcriptomique, protéomique, métabolomique) environnementales ; il est prévu de compléter ce plateau par les achats suivants :
 - o Séquenceur Genetic Analyzer
 - o Système d'imagerie en fluorescence
 - o Ultramicrotome Histocore MULTICUT

- Prévision des délais de réalisation,

Pour la période 2019-2021, nous interviendrons principalement sur les thèmes 1 et 2 de l'axe 1 du programme ECONAT ; Nous travaillerons plus précisément sur l'analyse du rôle des microorganismes dans les activités et la santé humaine. Les actions à mener porteront sur l'analyse des interactions entre microorganismes et hôtes dans les écosystèmes d'intérêt majeur en Nouvelle Aquitaine (principalement eaux et sols). Plusieurs actions de recherches sont proposées :

- Analyse des interactions plantes-microorganismes au sein de la rhizosphère : Nous étudierons plus particulièrement les impacts sur les PGPR (*Plant-Growth Promoting Rhizobacteria*) qui favorisent la croissance et la santé des plantes.
- Analyse des interactions arthropodes-microorganismes : Nous étudierons plus particulièrement les interactions des arthropodes détritivores dont l'activité biologique (e.g. digestion de la lignocellulose) participe au cycle du carbone et à la fertilité des sols.
- Analyse de la dynamique des populations microbiennes : Nous analyserons la diversité du compartiment microbien avec pour objectif de comprendre le rôle des interactions entre microorganismes dans le fonctionnement des écosystèmes ciblés (sols et eaux de surface).

La réalisation et le suivi de ce projet implique l'achat de matériels destinés à compléter et à développer les plateaux techniques BIOTRON et ENVIROMICS permettant de caractériser et d'analyser les interactions entre microorganismes d'intérêt (pathogènes, bénéfiques, symbiotes) et leurs hôtes (plantes, arthropodes, Homme). Les achats de matériels (décrits plus-haut) seront conduits afin d'être opérationnels en recherche dès l'année 2020.

- Livrables et calendrier,

Pour chaque livrable sur la période considérée, le calendrier mensuel sera le suivant :

- M0-M3 : Mise en place du cahier des charges et mise en œuvre du marché
- M4-M6 : Choix des appareillages et des fournisseurs

- M6-M9 : Livraison et mise en place par le fournisseur, benchmark sur échantillons témoins
- M9-M12 : Fin de phase test et début des travaux de recherche
- M10-M36 : phase d'utilisation de l'appareillage, rapport relatif aux travaux de recherche et aux résultats attendus :
 - o Mise en conditions contrôlées des organismes cibles (plantes et arthropodes) sur le plateau BIOTRON
 - o Typage moléculaire des microorganismes cibles (rhizobactéries, bactéries symbiotiques d'arthropodes, microorganismes pathogènes) sur séquenceur
 - o Localisation tissulaire des microorganismes cibles (Marquage fluorescent) sur Système d'imagerie fluorescente
 - o Coupes ultrafines de tissus sur Ultramicrotome pour observations en microscopie électronique
 - o Publications et communications des résultats

Coût total : 283 325 euros HT

Montant de l'aide régionale sollicitée : 283 325 euros, soit 100 % du coût du projet

Autre financement public sollicité sur l'opération : /

Financements privés : /

Autofinancement : /

Programme CPER : ECONAT



Réunion de la Commission Recherche
Séance du 22 janvier 2020

Dossier CPER FEDER pour approbation de l'opération et du plan de financement

E-IMMERSION

Porteur : Inès DE LA VILLE

Période prévisionnelle d'exécution : Du 01/09/2019 au 31/08/2022

Description de l'opération :

Le projet E-IMMERSION a pour objet d'analyser et d'améliorer la démarche d'innovation des entreprises (TPE-PME) et des établissements publics (médiathèques, cinémas, musées) producteurs de contenus culturels.

Le projet a pour finalité d'accompagner les producteurs de contenus culturels – TPE, PME et établissements culturels - implantés sur le territoire de la Nouvelle-Aquitaine, dans la maîtrise des enjeux de conception, réalisation et monétisation d'expériences culturelles immersives.

En effet, les expériences immersives dans le domaine de la culture posent de nouveaux défis délicats à instruire pour ces acteurs des ICC. En effet, ces nouvelles pratiques culturelles immersives font une large place à la participation des audiences (usagers-spectateurs) dans la production de produits et services culturels innovants. Ainsi, au-delà des enjeux technologiques dont les aspects sanitaires (fatigue oculaire ; adaptation du cerveau et des gestes corporels à un environnement virtuel) restent encore à maîtriser, l'ensemble des étapes de développement de projets d'expériences immersives portés par des producteurs de contenus culturels soulèvent de nouveaux défis juridiques et doivent inventer leur modèle économique dans un contexte réglementaire particulièrement mouvant (RGDP ; Directive SMA ; etc.)

Le projet est porté par l'équipe de recherche interdisciplinaire au sein de l'Université de Poitiers, regroupant des spécialistes en Propriété Intellectuelle (CECOJI-UP), des chercheurs en Informatique (XLIM), en Gestion (CEREGE), en Economie (CRIEF) ainsi que des chercheurs en Sciences Humaines et Art (FORELLIS, CeRCA) qui travaillent dans le cadre du FAB R ICC implanté à Angoulême. Cette équipe a appris à travailler de façon interdisciplinaire afin d'instruire les enjeux complexes auxquels sont confrontés les acteurs privés et publics de la Région Nouvelle-Aquitaine dans leur effort d'innovation pour élaborer des offres culturelles novatrices susceptibles d'accompagner des pratiques culturelles en cours d'émergence...

À partir de l'expérience acquise en accompagnant des projets d'innovation plurimédia menés par les acteurs du territoire, les livrables produits par cette équipe sont des méthodologies de mise en œuvre d'innovations plurimédia et des démonstrateurs intégrés pour lever certains verrous technologiques, juridiques et commerciaux les plus fréquemment rencontrés. Ces livrables permettront à d'autres acteurs des ICC en région Nouvelle-Aquitaine d'engager des projets d'innovation en bénéficiant d'une méthodologie éprouvée (problématiques types à traiter, planification des actions, respect des

évolutions juridiques, robustesse du modèle d'affaires envisagé, etc.) afin de procurer des expériences novatrices aux publics, mais aussi de générer de nouveaux flux de revenus.

L'Université de Poitiers est l'une des plus anciennes universités d'Europe. Elle forme chaque année plus de 23 000 étudiants et emploie plus de 3000 personnes. La recherche à l'Université de Poitiers est structurée autour de six grands pôles thématiques. Elle compte au total 48 laboratoires et structures de recherche labellisées, associés à divers établissements. Ainsi, rassembler différents chercheurs en informatique, en droit et en gestion pour soutenir les efforts d'innovation des producteurs de contenus culturels implantés localement constitue une nécessité pour le rayonnement culturel du Grand Angoulême et plus largement de la région Nouvelle-Aquitaine.

Le projet E-IMMERSION se décline à travers quatre actions pilotes qui ont été sélectionnées avec l'appui de la Technopôle EurekaTech du GrandAngoulême afin d'aborder des domaines d'action prioritaires sur le territoire :

VISITES MUSEALES IMMERSIVES
ARCHITECTURES IMMERSIVES DE MEMOIRE
BIENS ET SERVICES CULTURELS CONNECTES
CINEMA NUMERIQUE IMMERSIF

En effet, ces différents champs d'innovation culturelle sont confrontés à des bouleversements similaires en matière de Propriété Intellectuelle, en matière de conception de nouvelles expériences culturelles dans une chaîne de production qui tend à devenir entièrement numérique et en matière de personnalisation et de monétisation qui impliquent la collecte et de traitement de données personnelles des usagers.

L'ensemble de la recherche vise à identifier et lever certains verrous technologiques (processus de production parfois très artisanal et non automatisé, absence d'harmonisation des standards technologiques), juridiques (cadre législatif du droit d'auteur remis en question dans un contexte d'harmonisation européenne, chaînes complexes de contrats, service d'accès au contenu culturel ou transfert de propriété d'un bien numérique), organisationnels et managériaux (plateformes d'agrégation et de distribution des contenus culturels, hybridation des modèles d'affaires, nouveaux défis de sécurisation des flux de revenus) afin de permettre aux acteurs privés et publics de la Région Nouvelle-Aquitaine de construire des offres culturelles à haute valeur ajoutée pour développer leur activité au niveau national et international.

L'impact attendu du projet E-IMMERSION est de contribuer à consolider la capacité d'innovation des acteurs des ICC implantés en région Nouvelle-Aquitaine (TPE, PME et établissements publics) afin de contribuer à générer de la croissance et de l'emploi non délocalisables (productions culturelles, expériences touristiques différenciantes, mise en valeur du patrimoine, etc.).

Nous proposons une description détaillée des quatre actions pilotes menées en parallèle et en interaction dans le cadre d'une réelle pratique interdisciplinaire de la recherche :

- L'environnement immersif créé pour l'action « Architectures Immersives de Mémoire » servira pour tester les enjeux sanitaires et la qualité de l'expérience visuelle de l'action « Cinéma Numérique Immersif ».
- Les actions « Visites Muséales Immersives et « Architectures Immersives de Mémoire » partageront des ressources techniques et humaines.
-

Ces 2 axes de travail requièrent l'acquisition de matériel destiné à l'étude et la réalisation de démonstrateurs d'expériences immersives (casques de réalité mixte, eye-trackers dédiés pour la réalité virtuelle, caméras 360°, matériel de conception graphique 2D/3D, structures immersives mixtes par vidéo-projection, logiciels de conception et de programmation dédiés).

Sur le plan des ressources humaines, ce projet suppose le recrutement de trois Ingénieurs de Recherche, l'un totalement dédié au cinéma immersif, l'autre prenant en charge la conception des

démonstrateurs d'immersion en contexte muséal, le dernier travaillera à mi-temps sur les enjeux juridiques liés aux biens et services culturels connectés.

ACTION 1. VISITES MUSEALES IMMERSIVES

- 1°) Etat de l'art de la réalité augmentée en contexte muséal et de la littérature scientifique associée
- 2°) Conception du cahier des charges de l'application en relation avec un musée
- 3°) Développement du démonstrateur de visite familiale immersive au musée
- 4°) Evaluation du démonstrateur en contexte réel d'usage
- 5°) Analyse des données expérimentales et retour d'expérience

ACTION 2. ARCHITECTURES IMMERSIVES DE MEMOIRE

- 1°) Rapport sur l'état de l'art sur les environnements immersifs interactifs dédiés aux ICC et aux musées
- 2°) Conception du cahier des charges du double numérique en relation avec le musée participant
- 3°) Expérimentation et analyse des résultats dans un environnement immersif
- 4°) Démonstrateur de la visite en projection 3D interactive et réalité augmentée
- 5°) Evaluation en contexte de la qualité de l'expérience immersive

ACTION 3. BIENS ET SERVICES CULTURELS CONNECTÉS

- 1°) Usages numériques des mineurs dans le domaine des ICC :
 - Etat de l'art sur les usages numériques des mineurs dans le secteur des ICC
 - Rédaction de fiches thématiques juridiques sur ces sujets
 - Préparation et organisation d'ateliers-débats sur ces sujets avec les professionnels
- 2°) Collecte et traitement des données personnelles dans le secteur des ICC :
 - Etat de l'art sur la collecte et le traitement des données personnelles dans le secteur des ICC
 - Rédaction de fiches thématiques juridiques sur ces sujets
 - Préparation et organisation d'une journée d'actualité pour les professionnels
- 3°) Environnement juridique des systèmes immersifs dans les ICC :
 - Etat de l'art sur les systèmes immersifs dans les ICC
 - Rédaction de fiches thématiques juridiques sur ces sujets
 - Préparation et organisation d'une journée d'actualité pour les professionnels

ACTION 4. CINÉMA NUMÉRIQUE IMMERSIF

- 1°) Constitution de la base de données immersive par captation de séquences avec une caméra 360.
- 2°) Construction et réalisation d'expériences psychophysiques avec un système d'eye-tracking pour l'enregistrement du parcours visuel des observateurs dans l'environnement immersif proposé dans l'action « Archives augmentées »
- 3°) Analyse des effets sanitaires du parcours visuel des observateurs dans l'environnement immersif
- 4°) Opérationnalisation de modalités d'évaluation de la qualité de l'expérience immersive
- 5°) Sensibilisation des acteurs régionaux sur l'intérêt des images 360 pour la culture, le patrimoine, l'éducation, l'industrie 4.0.

Coût total : 302 510.24 euros HT

Montant de l'aide européenne sollicitée : 197 612.88 euros, soit 65.32 % du coût du projet

Autre financement public sollicité sur l'opération : 104 897.36 euros (CPER Grand Angoulême)

Financements privés : /

Autofinancement : /

Programme CPER : NUMERIC



Réunion de la Commission Recherche
Séance du 22 janvier 2020

Dossier CPER FEDER pour approbation de l'opération et du plan de financement

Réseaux intelligents pour optimiser la consommation énergétique

Porteur :

Période prévisionnelle d'exécution : Du 01/01/2020 au 31/12/2022

Description de l'opération :

L'objectif de ce projet « **Réseaux intelligents pour optimiser la consommation énergétique** » est de proposer, dans notre contexte, des solutions technologiques innovante pour la gestion optimale du trafic des : **réseaux électriques intelligents (smartgrid) et des réseaux de communication sans fil pour la surveillance de l'environnement littoral**. L'optimalité s'entend ici au sens de la réduction de la consommation énergétique tout au long du cycle de vie d'une donnée.

Le projet a une double portée applicative bien qu'il s'agisse d'acheminer dans les deux cas une quantité physique, d'une source à un ou des destinataire(s). Ainsi, dans l'un des cas, on s'intéresse aux *réseaux électriques* devant transporter et intégrer de l'énergie produites par des sources multiples centralisées ou décentralisées et réparties géographiquement jusqu'aux usagers et dans l'autre des *réseaux de communication sans fil* transportant un flot de données hétérogènes aussi bien en termes de débits (grandeurs physiques et contenu multimédia), que de qualité de service, de sporadicité des flux transmis ou encore de dimension physique des informations collectées.

Présentation générale des acteurs :

L'université de Poitiers, en tant qu'une des Universités de la Région Nouvelle Aquitaine, compte près de 30 000 étudiants. De par sa pluridisciplinarité (7 UFR allant du sport à l'art en passant par les lettres, l'économie, le droit, la médecine et les sciences fondamentales) elle emploie plus de 3 000 personnes (Enseignants-Chercheurs, Chercheurs, personnels techniques et administratifs). Elle est dès lors constituée de 8 écoles doctorales et de 36 laboratoires de Recherche.

Ce projet, coordonné par l'Université de Poitiers, a pour ambition de montrer la plus-value qu'apporte un partenariat équilibré entre les laboratoires XLIM, LIAS, de Poitiers, et le L3I de l'Université de La Rochelle, pour lequel les compétences affichées par chacun des partenaires sont complémentaires, et sans pour autant porter atteinte aux spécificités de l'un d'entre eux. De cette alliance doit ressortir une synergie démontrant que l'objectif d'atteindre des solutions matérielles, permettant une gestion plus optimale des ressources contribuant à réduire la consommation énergétique, est possible.

Complémentarité avec d'autres projets :

Ce projet se réalisera en parfaite complémentarité avec le Programme CPER ECONAT porté par l'Université de La Rochelle pour lequel l'objectif consiste à contribuer à l'amélioration et au partage

de la connaissance scientifique des milieux marins (via la plateforme PAMELI) et à une meilleure compréhension des activités maritimes portuaires et des activités de loisirs (via la plateforme DYNAFLUX) pour le respect des écosystèmes marins.

Parallèlement ce projet entre dans les priorités d'une de 2 feuilles de route (Flagships) du Labex Σlim qui vient d'être renouvelé pour 5 ans. Ces feuilles de route concernent d'une part la thématique des « réseaux au-delà de la 5G » et d'autre part celle de la « consommation énergétique ».

Ce projet réside principalement dans la notion de répondre à une exigence de réduction de la consommation énergétique comme critère prioritaire tout en garantissant la qualité de service souhaitée par l'application ou par l'utilisateur. Cette démarche revient inévitablement à rechercher un compromis entre une faible complexité des réseaux et la robustesse de la qualité des liens tant électriques que radios. Dès lors, les travaux entrepris adresseront la thématique d'une recherche sous-optimale d'acheminement d'un contenu physique de réseaux à faible coût ; l'objectif final étant de mettre en œuvre des prototypes (démonstrateurs) expérimentaux, **temps réel**, montrant la plus-value des concepts proposés.

Concernant les **réseaux électriques intelligents**, l'intégration de systèmes multi-sources d'énergies renouvelables dans le mix énergétique a acquis une certaine maturité depuis quelques années, que ce soit d'un point de vue scientifique ou technologique. Toutefois, minimiser la complexité de ces derniers reste un enjeu majeur suscitant un intérêt croissant des acteurs du domaine. Pour y parvenir, il est important de porter une attention particulière sur la conception optimale de l'architecture des systèmes de puissance multi-sources alimentant le réseau. Par ailleurs, une planification dynamique et un contrôle du réseau est nécessaire afin de minimiser le coût global de l'électricité tout en satisfaisant le bilan énergétique et les contraintes liées aux sources d'énergie renouvelable et à la généralisation des stockages mobiles réversibles et flexibles que constituent le déploiement conséquent des véhicules électriques. En effet, les fortes incertitudes de l'offre et de la demande représentent des difficultés majeures dans la planification et la commande, cela représente une contrainte incontournable. Enfin, il est également important de veiller à un contrôle hiérarchique du réseau sur quatre niveaux : contrôle externe, gestion de l'énergie, gestion de la puissance et contrôle local. L'objectif à terme consiste à transférer ces connaissances sur la mise en place d'un micro-réseau pour l'alimentation d'un éco-quartier par exemple, en partenariat avec des industriels. Ce concept de micro-réseau amène une organisation multi-échelle qui satisfait en temps réel son équilibre offre-demande et devient une pierre angulaire de l'édifice, disposant d'une agilité propice à sa mise en œuvre. Ce site pilote permettrait d'aborder en grandeur réelle les problématiques scientifiques de cette transition énergétique en prenant en compte la croissance rapide de l'intégration des sources d'énergie renouvelable. La conception et la réalisation de ce prototype est conçue de façon modulable. Les travaux actuels se focalisent donc sur l'acquisition et l'agencement des modules acquis afin de les rendre opérationnels tout en respectant les considérations de sécurité électriques pour l'ensemble des utilisateurs. Le développement de ces recherches devrait s'effectuer au travers d'un contrat post-doctoral (ou IE) sous la supervision permanente des encadrants et des chercheurs permanents impliqués dans ce projet. Enfin, dans le cadre de notre participation active au groupe de recherche national en Génie Électrique : GDR SEEDS dans le Groupe de Travail : Micro-réseaux, ce démonstrateur sera inclus dans la cartographie des compétences de notre laboratoire et constituera un outil collaboratif à l'attention des développeurs industriels potentiels.

Pour le **réseau de communication**, L'enjeu est de constituer un réseau maillé dense et sans fil de nœuds multi-capteurs et multistandards bas et haut débits, profitant de toutes les nouvelles avancées en communications sans fil, pour le transport de données en environnement marin pour la surveillance de l'environnement littoral intégrant les problématiques de fiabilité, de débit, d'efficacité énergétique et d'adaptativité en temps réel. L'innovation recherche proposée consiste dans le déploiement et l'optimisation des performances de ces réseaux en termes de qualité de services (robustesse, latence, débit), d'efficacité énergétique, d'allocation des ressources, d'intégration, de mobilité dans des environnements difficiles aussi bien d'un point de vue électromagnétique que topologique. Les aspects usages vis-à-vis de l'utilisateur final sont également un point d'entrée. Au-delà d'optimisations portant

sur des éléments constitutifs spécifiques des chaînes de transmission et de traitement de l'information, il s'agit de développer au niveau « système » des optimisations conjointes, de complexité réduite, entre différents éléments constitutifs. Le projet scientifique repose donc sur une connaissance fine de ces éléments jusqu'au système global. Dans le contexte spécifique des **transmissions en environnement littoral**, le verrou concerne la définition d'une architecture réseau (protocoles, topologie) contrôlant de manière autonome ou assistée des drones, et la transmission de leurs données. Plusieurs équipements de l'architecture embarqueront différentes technologies de communication. Chacun de ces équipements hybrides aura un choix de technologie de communication et donc un choix de chemin à réaliser en fonction de la technologie de communication employée. En ce qui concerne les décisions à prendre sur le choix de la technologie, nous utiliserons le paradigme SDN (*Software-Defined Networking*) plutôt que le DTN (*Delay/Disruption Tolerant Networking*). Les solutions proposées seront mises en œuvre dans la plateforme PAMELI du programme ECONAT, plateforme marine constituée de drones autonomes multi-capteurs pour l'exploration interdisciplinaire du littoral et en particulier du site des pertuis Charentais. Enfin, en lien avec l'objectif global du projet, le protocole de communication devra répondre à des contraintes fortes de **qualité de service et d'efficacité énergétique**.

Des sites expérimentaux réels seront recherchés pour tester et valider les démonstrateurs mis en œuvre.

Ce projet participe à l'intégration du numérique au sein de notre territoire et de son économie. Il contribuera ainsi à répondre principalement à certains enjeux liés à la mobilité intelligente et à la protection de l'environnement de par les concepts innovants liés au transport d'une grande masse d'informations, qui plus est hétérogènes. Ainsi, les démonstrateurs mis en œuvre faciliteront les collaborations avec nos partenaires industriels en montrant nos expertises et savoir-faire.

De plus, il impliquera un de nos masters en « objets connectés » porté par l'Université de Poitiers mais également intégré dans le projet EUR TACTIC (Actions transverses céramiques Avancées & TIC) déposé par XLIM et l'IRCER et accepté en septembre 2019. Il en est de même pour le LIAS avec le Master recherche STS, mention Énergie, parcours 'Automatique et Énergie Électrique'.

Enfin, les travaux réalisés serviront de vitrine de notre savoir-faire à travers des journées thématiques portées conjointement avec le pôle de compétitivité ALPHA RLH, la fédération CNRS MIRES, le SPN, les sessions spéciales dans des conférences internationales (exemples : Electrimacs 2017, ICRERA 2018) Le public visé sera nos communautés scientifiques via nos GDRs respectifs (ISIS, GDR SEEDS ...), les conférences nationales (GRETSI, Symposium de Génie Électrique-SGE, Jeunes Chercheurs en Génie Électrique-JCGE ...). Une attention particulière sera également portée sur les étudiants de nos formations de Licence, de MASTER (Objets connectés et Maîtrise de l'Énergie Électrique de l'ENSI Poitiers), l'objectif étant de les faire monter en compétence de par l'expertise acquise via la mise en œuvre de ces démonstrateurs.

Ce projet « réseaux intelligents » se structure autour de deux actions complémentaires, l'une centrée sur la distribution électrique et l'autre sur la surveillance littorale. L'Université de Poitiers coordonne scientifiquement le projet avec des partenaires rochelais. Dès lors, l'équipement acheté sera la propriété de l'université et y sera également localisé. Toutefois, les missions financées pourront également concerner le personnel rochelais.

Action 1. Réseaux électriques intelligents (janvier 2020 à décembre 2022) :

Ce concept doit tendre vers une production/consommation locale optimisée, avec une injection du surplus de production et une absorption en cas de manque d'autonomie mais en liaison étroite avec le gestionnaire de réseau sur tous les aspects réglementaires. Les principales tâches porteront sur l'optimisation des architectures de puissance et la conception de commandes avancées des convertisseurs de puissance. Le but final est d'identifier les contraintes qui peuvent intervenir tant au niveau des commandes qu'au niveau de la supervision du micro-réseau. L'ensemble des limites issues

de cette étude devront permettre d'établir des règles d'intégration d'un micro-réseau adéquat en fonction de son environnement : l'habitat résidentiel ou tertiaire, village, eco-quartier urbain,

- WP1 (Janvier 2020 à mars 2021) : Déploiement et validation expérimentale de chaque sous ensemble du démonstrateur micro-réseau. Test sur la modularité de cette dernière et sur son adaptabilité par rapport aux différentes sources d'énergies électriques et charges DC ou AC.
- WP2 (Avril 2021 à décembre 2022) : Implémentation en temps réel des algorithmes de contrôle/commande hiérarchiques ou d'optimisation du micro-réseau. Validation de configurations concrètes d'un bâtiment tertiaire à énergie positive avec intégration d'une flotte de véhicules électriques.

Le complément d'équipement du démonstrateur micro-réseau correspond aux trois points suivants :

Un analyseur de puissance haute précision, multi-phases et bande passante importante en tension ou en courant, tout en conservant une très grande isolation pour autoriser des mesures électriques en toute sécurité (**Achat souhaité dès le début du projet**) ;

Des éléments passifs réactifs qui s'intégreront soit sur la partie micro-réseau ou sur l'interface avec le réseau de distribution (**Achat souhaité dès le début du projet**) ;

L'acquisition d'un second émulateur de profil typique de consommation d'un habitant résidentiel ou tertiaire connectés à un réseau de distribution. Cette émulation nécessite un amplificateur de puissance réversibles dans les quatre quadrants de fonctionnement (**Achat souhaité dès le début du projet**).

Action2. Réseaux de communication sans fil (janvier 2020 à décembre 2022) :

La solution envisagée dans le cadre d'un post-doctorat, dont le financement fait l'objet de la demande sur cette action, sera basée sur l'approche SDN (Software Defined Network) qui sépare la fonctionnalité de transmission des données (qui sera toujours assurée par les équipements relais) et la fonctionnalité de contrôle (décision du chemin emprunté par l'information notamment).

- WP1 (Janvier 2020 à décembre 2021) : Validation des concepts de communication terre/mer adaptatives pour des données hétérogènes

- WP2 (Janvier 2022 à décembre 2022) : Mise en œuvre du démonstrateur terre/mer

De plus, les équipements suivants seront nécessaires pour la mise en œuvre du démonstrateur :

Solution matérielle couche PHY/SDN : celle-ci permettrait de transmettre de la télémétrie grâce à une gestion des nœuds dynamique. Elle s'appuie sur une technique proche du protocole APRS (**Achat souhaité dès le début du projet**).

Equipements USRP : Afin de pouvoir travailler sur les différentes technologies de communication sans fil du démonstrateur, l'outil SDR (Software Defined Radio) est un élément indispensable. Ces équipements pourront être utilisés pour faire de la radio cognitive, pour émuler des nœuds avec des technologies de communications spécifiques, ... Les USRP (Universal Software Radio Peripheral), associés à des antennes directives, constitueront le cœur du démonstrateur en permettant de travailler au niveau des couches physique (selon le standard LoRa) et MAC (**Achat souhaité dès le début du projet**).

Equipement SDN (Software Defined Network) : C'est un nouveau paradigme réseau qui permet un contrôle flexible du réseau en séparant le plan de contrôle du plan de données. L'intelligence est donc déplacée des équipements réseaux (routeurs) vers une entité centrale (contrôleur) qui a une vision globale du réseau, ce qui permet une optimisation globale du réseau. En outre, dans le SDN, une interface de programmation (NorthBound interface) est mise à disposition des développeurs

d'application réseaux, ce qui permet un court cycle de développement et déploiement de nouveaux services réseaux (**Achat souhaité dès le début du projet**).

Ressources humaines :

Il est crucial pour ces 2 actions de recruter du personnel qui permettra l'implémentation des solutions technologiques inhérentes aux 2 applications visées. Ainsi, pour l'action 1 nous chercherons à recruter un post-doctorant (ou un Ingénieur d'Etude) pour une durée de 24 mois, la durée totale du projet. Sa mission consistera à contribuer à la mise en œuvre effective du démonstrateur micro-Grid ainsi qu'à l'évaluation de ses performances.

Concernant l'action 2, nous recruterons un Post-doctorant pour une durée de 12 mois correspondant au 12 dernier mois du projet ; ce dernier travaillera conjointement avec un homologue du côté Rochelais. Son rôle principal résidera dans l'implémentation matérielle d'un démonstrateur agrégeant les concepts de transmission adaptative, développés à XLIM, et conçus pour acheminer, dans le réseau, des données hétérogènes.

Le planning prévisionnel des actions du projet est décrit ci-dessous :

Réseaux électriques intelligents :

- Janvier 2020 à mars 2021 : Déploiement et validation expérimentale de chaque sous ensemble du démonstrateur micro-réseau. Test sur la modularité de cette dernière et sur son adaptabilité par rapport aux différentes sources d'énergies électriques et charges DC ou AC.
- Avril 2021 à décembre 2022 : Implémentation en temps réel des algorithmes de contrôle/commande hiérarchiques ou d'optimisation du micro-réseau. Validation de configurations concrètes d'un bâtiment tertiaire à énergie positive avec intégration d'une flotte de véhicules électriques.
-

Réseaux de communication sans fil :

- Janvier 2020 à décembre 2021 : Validation des concepts de communication terre/mer adaptatives pour des données hétérogènes
- Janvier 2022 à décembre 2022 : Mise en œuvre du démonstrateur terre/mer

Coût total : 309 704 euros HT

Montant de l'aide européenne sollicitée : 221 026 euros, soit 71.36 % du coût du projet

Autre financement public sollicité sur l'opération : 88 678 euros (CPER Région)

Financements privés : /

Autofinancement : /

Programme CPER : NUMERIC



Réunion de la Commission Recherche
Séance du 22 janvier 2020

Dossier CPER Région pour approbation de l'opération et du plan de financement

E-DATA

Porteur : Pierre-Yves LOUIS

Période prévisionnelle d'exécution : Du 01/01/2020 au 30/06/2022

Description de l'opération :

L'objectif de ce projet est de développer et de s'approprier les concepts théoriques et opérationnels permettant d'extraire de l'information utile de données variées, interconnectées (non indépendantes) que sont des données sociétales, administratives, éducatives en utilisant l'expertise du secteur mathématique et sciences du numérique de l'université de Poitiers. Ce sera également l'opportunité de développer un dialogue inter-disciplinaire. Ce projet propose un axe d'étude spécifique qui s'inscrit dans la priorité transition numérique de la région Nouvelle Aquitaine, en complémentarité de différentes synergies : analyse, modélisation, simulations et prédictions, aide à la décision autour des données numériques et de l'intelligence artificielle. Soulignons que les aspects techniques mathématiques rejoignent une dynamique régionale déjà instaurée depuis quelques années entre le LMA à Poitiers et le laboratoire de mathématiques de Bordeaux (IMB) (organisation conjointe de trois workshops sur le thème des algorithmes stochastiques). Plusieurs obstacles sont néanmoins encore à franchir en termes de modélisation et représentation de telles données non indépendantes, interconnectées.

Du dialogue transdisciplinaire renforcé naîtront de nouvelles méthodes d'analyse de données non structurées, en interaction, telle que des données textuelles, pour le plus grand bénéfice du citoyen. En effet, il est possible de dégager des groupes de mots, de détecter automatiquement des sujets d'intérêt dans des corpora, aidant ainsi une personne dans un parcours administratif ou de formation, dématérialisé. Cela favorisera également le dialogue avec les politiques et la société civile. Par ailleurs, les approches de modélisation peuvent permettre des simulations numériques, et donc potentiellement des prédictions de scénarii pour les décideurs comme pour des parcours personnels. Au-delà des contextes spécifiques proposés dans les actions, les techniques développées pourront à terme être transposées pour analyser par exemple des parcours de soin ou des trajectoires professionnelles. La montée en compétence conjointe des équipes impliquées permettra de mieux répondre aux besoins d'expertises ou de transfert de méthodologie pour des entreprises régionales qui souhaiteraient nouer des partenariats. Les codes produits dans ces travaux seront développés dans le cadre de logiciels et langages libres afin d'assurer la reproductibilité de la recherche et une plus grande accessibilité (open data).

L'analyse envisagée des données fait appel aux compétences des différents acteurs du projet, avec la maîtrise du contexte applicatif (MIGRINTER, CeRCA), des techniques informatiques de gestion de données (LIAS), des techniques conceptuelles de représentation, modélisation de l'information ainsi

que les techniques de résolution telles que les algorithmes de traitement statistique et d'apprentissage statistique (LMA).

Les travaux seront mis en valeur lors de présentations dans des conférences nationales et internationales. Des invitations d'experts pourront être réalisées et les moyens mobilisés pour ces invitations contribueront au rayonnement de la région sur ces thèmes porteurs, et source d'activité économique. Ce projet permettra également de répondre à la priorité nationale de développer les *digital humanities* et de développer des points d'intérêt pour attirer de nouvelles ressources humaines vers les sciences du numérique.

Objectifs particuliers à atteindre

Action 1 Méthodes pour l'analyse statistique de données interconnectées

La numérisation des activités humaines génère de grandes quantités de données hétérogènes et très souvent non structurées, comme par exemple des corpus de textes. Le défi est de valoriser ces données (mettre en forme, synthétiser, représenter, mettre en interaction différentes sources d'information) et d'établir les modèles pertinents pour en extraire l'information utile. En effet, ces sources d'information sont très souvent interdépendantes, le recours à des modèles de réseaux est inévitable. Le développement de méthodes nouvelles pour données non indépendantes et la modélisation via des réseaux d'interdépendance s'imposent.

Par ailleurs, des besoins spécifiques sont liés aux domaines d'application. Ainsi dans le domaine de l'exploitation des TIC pour l'étude des migrations, la production de cartes fait partie du travail du géographe qui manipulent des données diverses dont celles correspondant à une information spatialisée. Dans le domaine du numérique pour l'éducation, les théories cognitives de l'apprentissage s'appuient sur des expériences de psycholinguistique avec une production écrite pendant laquelle des données EEG sont recueillies. Leur analyse s'avère très délicate et correspond à un besoin de cartographie là encore, mais cette fois des régions cognitives du cerveau. Pour ce faire, des modèles mathématiques sur des réseaux peuvent être développés, ainsi que des algorithmes de traitement numérique qui se fondent sur des méthodes stochastiques pour modéliser les bruits sous-jacents.

1A Modèles pour l'étude de données qualitatives, textuelles, pour une meilleure compréhension du vécu des migrations

La compréhension des migrations internationales est un enjeu de société. L'objectif est d'aborder cette thématique à travers l'écrit : entretiens avec des personnes en migration, documents officiels et médiatiques. Ces corpus de textes doivent être traités avec justesse, grâce à l'expertise SHS : sélection des structures linguistiques, compréhension du contexte dans lequel l'expérience a été réalisée pour éviter les biais. Le corpus de documents peut ensuite être considéré comme un graphe attribué de couples de mots. Au-delà de permettre une représentation de l'information facilement exploitable, avec laquelle l'utilisateur non spécialiste peut interagir, cette approche se prête à différents formalismes et modèles mathématiques, de type modèles à blocs stochastiques, allocation latente de Dirichlet qui permettent d'extraire des familles de termes statistiquement associés (clustering). Les groupes de mots associés permettent de détecter, tel le microscope du biologiste, les concepts utiles aux sciences humaines. Il s'agit par exemple de ne pas mener d'analyse en comparant des individus mais au niveau des mots qu'ils utilisent pour relater le vécu de leur migration et mieux mettre en interaction les différentes singularités. Ces mots permettent également de connecter des lieux, des ressources, des problématiques.

1B Données quantitatives, fortement bruitées en contexte d'expériences de psycholinguistique

Il s'agit dans cet axe thématique de s'intéresser aux processus de l'apprentissage, afin de mieux prendre en charge des dysfonctionnements par des outils numériques. Cette action s'appuie sur une

collaboration initiée entre les mathématiciens et les psychologues (LMA/CeRCA) autour de l'utilisation des Modèles à Blocs Stochastiques pour analyser des données EEG (Électroencéphalographie). Cette action permettra d'étudier ces modèles à classes latentes dans un contexte complémentaire à celui des données textuelles. L'approche sera étendue à des données cognitives d'apprentissage (analyse de production écrite) mesurées dans le cadre de processus expérimentaux. Les classes latentes désignent ici des groupes de capteurs positionnés sur le crâne. Ces groupes ne sont ni connus précisément, ni observés. Il s'agit de les détecter afin d'identifier les grands pôles d'organisation électrique du cerveau, eux-mêmes reliés à différents types d'activité cognitive.

La détection des différents types d'activité cognitive, de leur enchaînement, de leur temps d'activation, de leur durée sont des informations importantes pour comprendre les processus d'apprentissage de mots, de reconnaissance visuelle.

Cette approche est d'un intérêt majeur pour les données éducationnelles de l'administration scolaire et universitaire dans le but de détecter, à terme, des étudiants/élèves qui décrochent. L'approche *learning analytics* permettra en effet de mieux comprendre le profil de ces étudiants grâce à l'identification d'indicateurs synthétiques permettant d'en saisir les caractéristiques.

Action 2 Intégration de données de sources externes

Un avantage décisif des méthodologies développées pour la valorisation des contenus numériques naîtra également de l'intégration de sources externes (données ouvertes) pour enrichir les analyses réalisées. Par exemple, nous pouvons structurer un corpus de rapports administratifs, médiatiques autour des migrations. Nous nous proposons de partir du cas d'étude de la chronologie de l'établissement de certains corridors migratoires et de l'influence des médias sur ce phénomène.

L'essor des données ouvertes, notamment gouvernementales, incite à étendre la technologie traditionnelle des entrepôts de données (sur des serveurs) pour lier les données internes à des sources de données externes, très souvent porteuses de valeur ajoutée. Les enjeux majeurs de cette intégration concernent : la variété, la qualité, le volume, l'évolution des sources externes et la gestion des journaux d'événements en lien avec ces données. C'est le LIAS qui s'intéressera plus particulièrement à la prise en compte de la variété et de la valeur des données ouvertes liées lors de cette intégration.

Action 3 Méthodes d'apprentissage automatique de nouvelles représentations des données (IA)

La non indépendance des données, due à leurs interactions, ne permet pas d'appliquer les méthodes traditionnelles de la statistique. Les méthodes de résolution sont mises en défaut car les algorithmes ne convergent plus. Cela est en général dû à la présence de singularités (division par 0 par exemple).

De nombreux algorithmes (de type réseaux de neurones convolutionnels) révolutionnent depuis quelques années l'apprentissage statistique (supervisé ou non, ou bien de type renforcement) et la statistique (algorithme EM et son importance dans l'ajustement de modèles à classes latentes). Néanmoins, il demeure des aspects computationnels délicats (phénomènes de type transition de phase dans certains régimes de paramètres) et les raisons de leur succès demeurent incomprises par manque de fondements mathématiques. Les méthodes d'apprentissage des réseaux profonds de neurones artificiels se heurtent également souvent à la présence de singularités sur les modèles. Ce projet sera l'occasion de développer une perspective mathématique qui donnera le recul nécessaire à l'innovation.

Cette action vise donc à mieux comprendre les fondamentaux des méthodes d'extraction d'information par techniques d'apprentissage statistique, et à étudier la représentation des données dans des espaces abstraits qui aideront à la compréhension. La difficulté est souvent également à l'heure actuelle de détecter des structures de faible dimension dans des espaces de très grande dimension où sont nativement les données. L'enjeu de cette étude est donc très important sur un plan fondamental et aura des débouchés dans de nombreux domaines applicatifs comme ceux visés au sein de l'axe 1 du

programme NUMERIC (e-education, e-culture, e-patrimoine) mais également dans le domaine du *big data* médical.

Moyens spécifiques à mettre en œuvre

Action 1 Méthodes pour l'analyse statistique de données interconnectées

Tache 1A.1 : Retranscriptions de nouveaux entretiens de migrants, préparation des données sous un format informatique exploitable

Tache 1A.2 : Sélection des termes, étude et choix des indicateurs statistiques en fonction de leur pertinence.

Tache 1A.3 : Modélisation statistique, choix du graphe (affiliation ou co-occurrence/co-citation des termes), choix des pondérations, des indicateurs afférents. Etude comparative de plusieurs approches : Modèles à blocs stochastiques, Allocation latente de Dirichlet sur le graphe d'affiliation.

Tache 1A.4 : Calcul et preuve des algorithmes d'ajustement des paramètres. L'ajustement de ces modèles aux réseaux d'interaction observés se fait via des algorithmes stochastiques d'optimisation, par exemple de type descente de gradient, avec des effets de renforcement, ou bien algorithme EM. Cette approche a été initiée par une collaboration LMA/MIGRINTER sur un extrait de petite taille de mots issus d'un corpus d'entretiens de migrants.

Tache 1A.5 : Sélection de modèle

Tache 1A.6 : Validation du ou des modèles auprès des experts SHS.

Tache 1B.1 Délimiter les jeux de données EEG à considérer. Quel type de niveau de moyennisation faut-il considérer : travail sur les données brutes, ou sur les données moyennées par individu soumis à l'expérience, ou sur des groupes d'individus.

Tache 1B.2 Modélisation statistique, choix de la représentation, choix du voisinage, choix des attributs (sur les nœuds et/ou arêtes) et de leur distribution

Tache 1B.3 Calcul des estimateurs et mise en œuvre du code de l'algorithme permettant de calculer l'ajustement du modèle aux données

Tache 1B.4 Sélection de modèle : détermination du nombre inconnu de clusters.

Tache 1B.5 Validation du modèle, simulations numériques

Action 2 Intégration de données de sources externes

Tache 2.1 Mise en œuvre dans le cadre de la mise en place de corridors migratoires dans les balkans : sélection des sources à considérer

Tache 2.2 Acquisition des données et structuration de la base, ontologie

Tache 2.3 Interconnexion de la base constituée

Action 3 Méthodes d'apprentissage automatique de nouvelles représentations des données (IA)

Tache 3.1 Analyses bibliographiques, sélection de documents de travail

Récemment, suite à des travaux de Sumio Watanabe et Tohru Nitta en particulier, des techniques issues de la géométrie algébrique, utilisant le théorème de Hironaka sur les résolutions de singularités et les constructions d'éclatements, ont permis de généraliser certains concepts importants au cas des modèles singuliers.

Tache 3.2 Déterminer le type de modèles sur lequel les travaux vont se concentrer

Tache 3.3 Travail sur les méthodes de résolution possibles

Tache 3.4 Déterminer des jeux de données, contextes applicatifs qui permettront de mettre en œuvre pratique les méthodes envisagées.

Coût total : 61 643 euros HT

Montant de l'aide régionale sollicitée : 61 643 euros, soit 100 % du coût du projet

Autre financement public sollicité sur l'opération : /

Financements privés : /

Autofinancement : /

Programme CPER : NUMERIC



Réunion de la Commission Recherche
Séance du 22 janvier 2020

Dossier CPER Région pour approbation de l'opération et du plan de financement

Photogrammétrie basée physique

Porteur : Noël RICHARD et Yannis POUSSET

Période prévisionnelle d'exécution : Du 01/01/2020 au 30/10/2022

Description de l'opération :

Ce projet de recherche s'inscrit de façon transverse dans le programme NUMERIC. Il combine des équipes de recherche de l'axe 1 issues du thème e-Patrimoine et des équipes de l'axe 2 issues des thèmes DexRoboc et Réseaux intelligents. Grâce à cette pluridisciplinarité, le projet répond à l'enjeu de la numérisation physique de bâtiments patrimoniaux. Des solutions de photogrammétrie existent déjà, mais limitées à des mesures trichromatiques couleurs ne permettant pas de remonter aux informations physiques de type spectrale. Des solutions d'acquisition par drones existent également, mais uniquement de façon supervisée. Le projet dépasse cette limite pour tendre vers des flottes de drones autonomes, plus simple à déployer et plus précise dans leur capacité à reconstruire le bâtiment et ses éléments picturaux.

Objectifs particuliers à atteindre,

1. Un système d'acquisition robotisé multi-imageurs déplaçable sur site patrimonial. Ce système devra supporter des caméras couleur, multi et hyper spectrales. Il devra permettre de disposer de mesures/images spectrales sous plusieurs angles. Ces images donneront des mesures très précises de l'état de surface (rugosité, déformation ...) et d'aspect de l'œuvre. L'objectif est à terme de pouvoir proposer une reconstruction basée physique de l'œuvre aussi précise que le permet la combinaison des acquisitions.

2. Un protocole de contrôle/commande d'une flotte de drones autonomes. Ces drones auront pour charge l'acquisition de la structure tridimensionnelle du bâtiment et des propriétés de surface des matériaux. Les drones doivent permettre un échantillonnage aléatoire suffisamment dense du bâtiment (recouvrement des prises de vue et multiplication des angles de prises de vues). Le fait de ne pas toucher ou s'approcher trop près des œuvres est une contrainte importante. Une seconde contrainte est celle liée à la masse d'images et données à échanger entre les drones et le système de contrôle.

Une étude sur les meilleures solutions de communication entre les drones et le serveur de données sera livrée. Face à la masse de données générée par les images hyperspectrales, cette question est actuellement un enjeu pour les acquisitions satellitaires.

Les phases de tests auront lieu dans des bâtiments fermés non patrimoniaux. Des mires couleurs et spatiales permettront de vérifier les capacités d'acquisition (résolution spatiale, spectrale, recomposition d'images photogrammétrique) et de contrôle-commande en présence de différents

éléments interférant dans la communication inter-drones et avec le serveur. Le choix du site patrimonial pour la validation d'usage sera effectué avec le laboratoire CESCO (Cécile Voyer, équipe Signes, formes et représentations). Cette étape de validation devrait avoir lieu en Juillet 2022. Si cette validation est concluante, une seconde validation sera conduite en Septembre 2022 à des fins de communication et démonstration pour obtenir les autorisations nécessaires pour l'exploitation de ce type de systèmes d'acquisition.

Moyens spécifiques à mettre en œuvre,

Les matériels acquis et réalisés seront propriété de l'Université. Dans le contexte du programme NUMERIC, Les moyens d'acquisition d'images seront mis à la disposition de la plateforme CEMOP pour permettre un accès simplifié à des partenaires (industriels, institutionnels, territoriaux). Ils seront également mis au service des laboratoires SHS/SHA le requérant.

Ce projet s'appuie également sur les 2 drones déjà acquis. Il doit permettre de les faire fonctionner de façon autonome pour l'acquisition d'un bâtiment patrimonial.

Cette première preuve de concept permettra de spécifier les contraintes de systèmes collaboratifs d'acquisition de sites archéologiques et patrimoniaux. Le robot utilisera une caméra hyperspectrale Hinalea acquise.

Le projet dans ses priorités territoriales

Par ses attendus, ce projet répond aux priorités transversales 1 et 2 du SRDEII en accompagnant la transformation numérique des acteurs du Patrimoine, tout en renforçant les filières du Numérique (rang 8 des priorités régionales) et du Tourisme (rang 11). Il vise à créer un premier prototype de système d'acquisition autorisant une valorisation forte et rapide des sites et œuvres patrimoniales régionales. Ce projet apportera des solutions pour la valorisation touristique des sites patrimoniaux (secteur du Tourisme estimé en « réelle souffrance » dans le SRDEII (page 35) et inscrit dans l'orientation 2 du SRDEII « Poursuivre et renforcer la politique des filières »). Ce projet est donc source de nouvelles solutions numériques pour le Patrimoine considéré comme un « levier de l'activité touristique régionale ». Le secteur du Patrimoine étant également marqué comme prioritaire dans le SLESRI de Grand Poitiers qui souhaite mobiliser les acteurs des domaines Art, Culture, et Patrimoine. Ce projet rentre également pleinement dans l'axe stratégique 2 du secteur de la culture et ICC « Accompagner les acteurs des filières ICC face aux mutations des modèles économiques et aux enjeux de la révolution numérique » et plus particulièrement de l'action 2.3 en « favorisant la convergence, la transversalité et les approches complémentaires ».

Ressources humaines :

Ce projet s'appuie sur les ressources humaines des équipes de recherche qui le porte. L'équipe ICONES (XLIM) est en charge de la partie imagerie spectrale et photogrammétrie. L'équipe ROBIOSS (PPRIME) intervient dans le projet pour le choix et le contrôle du bras robotique à des fins d'acquisition d'images en condition nomades. L'équipe Automatique et Systèmes (LIAS) intervient pour le contrôle de vol automatique des drones dans l'environnement 3D. Les équipes RUBIH et SYCOMOR (XLIM) ont en charge la définition des protocoles de communication et d'échanges de données entre les 2 drones et le serveur de données. Cette communication est rendue complexe par le volume de données à échanger et les conditions in-door. Les équipes du projet ont en charge les développements scientifiques, essentiellement logiciels. Elles assureront également l'intégration des moyens matériels et logiciels acquis dans le projet. Les phases de test et validation seront effectuées en liaison avec les fournisseurs.

Concernant la supervision du vol des drones, Hervé Boeglen, enseignant-chercheur permanent au laboratoire XLIM dispose de la formation et des habilitations nécessaires pour le suivi technique, sécuritaire, législatif et pour l'utilisation des drones.

Investissements Prévus :

Ce projet requiert principalement des investissements matériels : un bras robotique et son logiciel de pilotage adapté, deux caméras multi-spectrales hautes résolution pour équiper les drones, et des systèmes électroniques de communication/ contrôle à adapter sur les drones. La fabrication des systèmes électroniques et de commande sera sous-traitée (procédure de Marché) pour une fabrication répondant aux spécifications définies par l'équipe scientifique du projet.

Prévision des délais de réalisation,

Le planning prévisionnel des actions du projet est décrit ci-dessous :

T0 à T0+6 mois :

- commande des matériels et des développements dédiés (pilotage Robot, assemblage Drones/caméras et protocoles de communication).
- Définition et spécification des protocoles de communication et d'échanges de données

T0+6 mois à T0+24 :

- Développement des logiciels de contrôle commande et photogrammétrie.
- Tests, Vérification et correctifs en conditions de laboratoire. Mesure de performances

T0+24 à T0+34 mois :

- Test en bâtiment fermé : validation des concepts proposés, identification des limites et schémas de déploiement en condition d'usage.
- Validation en bâtiment patrimonial choisi avec le CESCO et démonstration du concept

Livrables et calendrier

- T0 +9 mois
 - IHM et logiciel de pilotage du bras robotique pour acquisition multi-capteurs.
 - Premiers test bras robotique en condition de laboratoire.
 - Mise en place du protocole d'acquisition
- T+ 30 mois
 - Outils et protocole de communication pour une flotte de drones d'acquisition spectraux. Rapport incluant les schémas de mise en œuvre et de passage à l'échelle en condition d'usage. Premières bases d'images sur site à définir avec les partenaires SHS/SHA.
 - Rapport sur un premier test de mise en œuvre combinant les différentes prises d'images (hyperspectrales par robot, couleur et multispectrales par drone). Évaluation de l'intérêt et des limites métrologiques rencontrées : propositions d'évolutions matérielles et logicielles.
- T+34 mois
 - Résultats des premiers tests sur site Patrimonial (site à définir avec les partenaires du projet).

Coût total : 130 000 euros HT

Montant de l'aide régionale sollicitée : 130 000 euros, soit 100 % du coût du projet

Autre financement public sollicité sur l'opération : /

Financements privés : /

Autofinancement : /

Programme CPER : NUMERIC



Réunion de la Commission Recherche
Séance du 22 janvier 2020

Dossier CPER Région pour approbation de l'opération et du plan de financement

COMERE II

Porteur : Eric FOUCAULT

Période prévisionnelle d'exécution : Du 01/01/2020 au 30/06/2022

Description de l'opération :

Ce projet regroupe un certain nombre des compétences scientifiques et technologiques du département « Fluides, Thermique, Combustion » de l'Institut Pprime de l'Université de Poitiers. Il a été conçu en lien étroit avec les deux autres départements de l'institut P' de l'UP et de l'ISAE-ENSMA.

L'objectif commun de l'ensemble des équipes impliquées dans cet axe est non seulement de développer et de conforter les connaissances scientifiques et technologiques mais aussi de proposer des solutions de ruptures technologiques, menant à des solutions innovantes concurrentielles plus économes et plus fiables, en regard des phénomènes complexes qui conditionnent la gestion optimale des transferts thermiques ainsi que la maîtrise de l'aérodynamique, des transferts, du mélange et des impacts sonores dans les domaines des transports et de la production d'énergie. Toutes les études proposées utilisent en parallèle et sans hiérarchie (i) des essais expérimentaux pour l'obtention de bases de données fiables, souvent dans des grandes installations ; (ii) des moyens métrologiques de pointe, pas seulement optiques et souvent couplés entre eux ; (iii) des outils d'analyse et d'identification sophistiqués pour traiter d'informations multi-capteurs ; (iv) des calculs numériques intensifs. Il s'agit là d'un enjeu scientifique, environnemental, industriel et technologique fondamental.

Présentation générale

Depuis une quinzaine d'années, le laboratoire PPRIME joue un rôle majeur sur la scène nationale et internationale pour le développement du contrôle des écoulements et des transferts. Concernant le contrôle des écoulements, les applications visent majoritairement le domaine du transport automobile et aéronautique, que ce soit pour des applications liées à la réduction de traînée ou au contrôle des décollements, ou dans le cas des écoulements internes pour le contrôle dans les chambres de combustion. Pour ce qui concerne l'acoustique et l'aéroacoustique, les applications visent au sens large la réduction des nuisances sonores que ce soit pour des problèmes de bruit en guides (réacteurs d'avion, conduites de gaz, systèmes de ventilation/climatisation, ...) ou de bruit de jet des réacteurs (tuyères à chevrons, contrôle fluidique). En pratique, pour permettre d'aller au-delà de l'optimisation paramétrique, il est nécessaire : i) d'être en mesure d'adapter le contrôle à l'état du système, d'où la nécessité d'introduire des perturbations pilotables en temps (on parle alors de contrôle actif), et des systèmes de capteurs en aval du contrôle, ii) de développer des stratégies de contrôle en temps réel afin d'être performant, en particulier énergétiquement. Du côté de la modélisation dynamique, des méthodes de réduction de modèles ou d'identification sont développées par plusieurs équipes du laboratoire, et cela parfois conjointement. Ces modèles sont alors couplés à des algorithmes de

contrôle/commande afin d'optimiser les performances énergétiques (réduction de traînée, minimisation des fluctuations) ou de résoudre des problèmes de poursuite.

L'expertise de l'Institut PPRIME dans ces domaines est désormais suffisamment mature pour répondre aux besoins industriels. Ces techniques de contrôle ont notamment démontré des capacités de réduction d'émissions polluantes ou de bruit en adéquation avec le cadrage national défini par l'état. Cette action se propose d'évaluer ces techniques de manipulation d'écoulement sur des applications réalistes en mettant à la disposition de partenaires industriels locaux les moyens d'essais disponibles au sein de l'Institut (souffleries, banc de caractérisation, ...), les technologies d'actionneurs (fluidiques, acoustiques et par décharges électriques), ainsi que les algorithmes d'optimisation développés.

Les techniques innovantes de contrôle d'écoulement et des transferts développées à l'Institut, ainsi que la miniaturisation des systèmes de contrôle, ouvrent de nouvelles orientations applicatives qui peuvent donner lieu à la création de micro-entreprises destinées à la valorisation des travaux de recherche conduits depuis une quinzaine d'années à Poitiers.

Projet détaillé

Les actions que l'on se propose de développer s'inscrivent dans le prolongement du projet COMERE I. Elles peuvent être regroupées en 3 sous-thèmes tout en restant connectées les unes aux autres.

Manipulation et contrôle actif des écoulements (TIC) :

L'objectif de ce second projet est l'utilisation de boucles de contrôle dit en boucle fermée où les mesures des capteurs avals seraient utilisées via un modèle dynamique pour modifier le contrôle. L'évolution de la soufflerie COCOM (ex-CHEX), bien avancée suite à l'aménagement de la plateforme Prométée, demandent maintenant à être complétée par un système d'acquisition et de traitement des données temps réel. Par ailleurs, afin de diversifier les configurations expérimentales étudiées sur cette installation et de tester des nouvelles technologies d'actionneurs, une évolution de la plaque séparatrice accueillant ces dispositifs est indispensable. Une modification du plafond de la soufflerie qui permettra d'accueillir un nouveau système de déplacement et d'accès optique est également programmée.

Contrôle des écoulements par plasma froid (EFD) :

Les équipements demandés dans ces différentes rubriques permettront d'équiper des bancs expérimentaux déjà existants avec du matériel beaucoup plus performant, mais aussi de développer de nouveaux bancs de mesure. Ils sont très importants pour les recherches liées aux phénomènes électrofluidodynamiques (phénomènes électriques liés à la mécanique des fluides), aussi bien dans les gaz que dans les liquides, au contrôle des écoulements et à la caractérisation des plasmas.

Banc de développement d'actionneurs EHD

Les actionneurs EHD (pour « Electro-Hydro-Dynamics » en anglais) sont des systèmes qui permettent d'injecter des charges électriques au sein d'un fluide ou à l'interface entre un fluide et une paroi solide, de façon à générer l'écoulement du fluide lorsque celui-ci est au repos, ou à contrôler l'écoulement du fluide si celui-ci est en mouvement. Aujourd'hui, le point le plus crucial dans l'efficacité de tels systèmes est la capacité à fabriquer des actionneurs de géométrie complexe avec une grande précision. La graveuse laser nous permettra de réaliser cela, ayant pour but de graver des pistes de circuits imprimés sur des substrats très variés.

Identification et contrôle de sources acoustiques (2AT) :

Il s'agit de poursuivre dans le cadre de ce second projet, l'équipement de la soufflerie anéchoïque BETI.

Le projet COMERE I a permis de mettre à niveau cette soufflerie originale en l'équipant notamment d'antenne de microphones et de moyens de mesures de pression et de vitesse. Pour rendre pleinement opérationnels ces équipements il est maintenant nécessaire de compléter l'environnement d'essai par des systèmes d'étalonnage et de contrôle des capteurs.

Prévision des délais de réalisation

L'objectif de ce projet est de mettre à niveau les moyens d'essais pour le début 2020 afin que toutes les actions prévues puissent être achevées en 2022.

Livrables et calendrier

Toutes les études proposées utilisent en parallèle et sans hiérarchie (i) des essais expérimentaux pour l'obtention de bases de données fiables, souvent dans des grandes installations ; (ii) des moyens métrologiques de pointe, pas seulement optiques et souvent couplés entre eux ; (iii) des outils d'analyse et d'identification sophistiqués pour traiter d'informations multi-capteurs ; (iv) des calculs numériques intensifs. Il s'agit là d'un enjeu scientifique, environnemental, industriel et technologique fondamental.

Coût total : 102 543 euros HT

Montant de l'aide régionale sollicitée : 102 543 euros, soit 100 % du coût du projet

Autre financement public sollicité sur l'opération : /

Financements privés : /

Autofinancement : /

Programme CPER : TRANSPORTS



Réunion de la Commission Recherche
Séance du 22 janvier 2020

Dossier CPER Région pour approbation de l'opération et du plan de financement

OPTICOV II

Porteur : Noël BRUNETIERE

Période prévisionnelle d'exécution : Du 01/03/2020 au 28/02/2022

Description de l'opération :

Présentation générale

Les performances énergétiques, économiques et environnementales des systèmes propulsifs (moteur automobiles, moteur d'avion, moteur fusée, ...) et des dispositifs de transformation d'énergie (turbine, pompes, compresseurs,) sont fortement conditionnées par la qualité de conception et de réalisation des supports et des étanchéités fluides. Une étude de 2012 analyse l'impact économique du frottement sur le transport automobile. Les pertes directes par frottement (freinage exclu) dans le parc mondial des automobiles correspondent à une surconsommation annuelle de 208 milliards de litres de carburant ! Ramené au parc automobile de la Nouvelle Aquitaine (3 millions de véhicules) ce n'est pas moins de 1 milliard de litres qui partent ainsi en fumée chaque année produisant un dégagement de 2,56 millions de tonnes de CO₂ dans notre environnement le plus proche! Un gain de 10% sur la valeur du rendement c'est une économie annuelle de 180 millions de litres de carburant en Nouvelle Aquitaine. Ces chiffres pourraient être extrapolés au transport aéronautique et à la conversion d'énergie.

Les performances des machines reposent en grande partie sur la qualité du guidage en rotation (grandes vitesses de rotation, faibles couple de frottement, fiabilité, ...): c'est la fonction guidage et sur leur capacité à garantir l'interdiction de passage d'un fluide (gaz, liquide) d'une zone à une autre : c'est la fonction étanchéité.

Les objectifs généraux de ce projet sont, dans le prolongement de OPTICOVE 1, de consolider notre compréhension des phénomènes physiques conditionnant le comportement des étanchéités à gaz, de caractériser finement leurs performances et de répondre aux enjeux industriels de conception et de dimensionnement en proposant des solutions techniques innovantes et en rupture avec les pratiques actuelles.

Pour les compresseurs, les moteurs aéronautiques et spatiaux et pour les turbines à gaz des étanchéités à gaz à grandes vitesses (plus de 35 000 tr/min) sont nécessaires. Il n'existe au niveau international que peu ou pas de bancs d'essais scientifiques pour tester de tels équipements. Le projet équipex GAP a permis de réaliser le banc Mistral (banc haute vitesse). Le projet OPTICOVE 2 permettra de réaliser une cellule d'essais spécifique pour garniture à gaz haute vitesse. Une des originalités du banc repose sur l'utilisation d'une surface transparente permettant des observations de l'interface d'étanchéité et des mesures de températures par thermographie infra-rouge. Ce type de mesure n'a encore jamais été

réalisé pour des garnitures mécaniques à gaz et devrait permettre de mettre en évidence les gradients thermiques importants apparaissant lors de la détente du gaz dans le contact.

Objectifs

Comme souligné dans la présentation générale, l'impact économique et environnemental des frottements et des fuites est très important. Les recherches menées depuis plus de trente ans ont déjà permis de faire des avancées très importantes mais il y a encore de nombreuses innovations à apporter.

La grande variété des produits industriels (transports, énergie, agro-alimentaire, pétrochimie, ...) à guider et à étancher et le nombre important de paramètres à optimiser simultanément, surtout en dynamique, rendent le choix d'une configuration optimale difficile. Il est donc indispensable d'apporter aux industriels des réponses technologiques et scientifiques de dimensionnement et de choix de solutions.

Une des principales difficultés de nos métiers est de trouver un discours et des actions adaptés aux préoccupations de chacun de nos partenaires.

En ce qui concerne les grands groupes (Safran, CNES, Hutchinson, EDF, ...) nous avons une grande expertise de leurs besoins et de leurs modes de fonctionnement. Leurs préoccupations sont en général assez amont. Nous leur apportons une analyse physique fine avec de nombreux couplages et ils sont capables d'intégrer dans leur stratégie industrielle ces apports scientifiques.

Pour les PMI-PME le besoin est beaucoup plus opérationnel et liés plus intimement aux stratégies à court terme. Il est alors nécessaire de fournir des compétences très pragmatiques et rapidement intégrables. Pour cela nous nous appuyons sur les compétences du CETIM. Le CETIM est le plus important centre technique français. Il a comme mission principale d'apporter aux entreprises des moyens et des compétences pour accroître leur compétitivité. Le CETIM, le CNRS et l'Université de Poitiers ont créé sur le thème de l'étanchéité, un laboratoire commun, le LERDED. Au sein des actions communes nous effectuons des recherches dont la finalité est la diffusion auprès des adhérents du CETIM. Différents supports de diffusion sont réalisés : formation continue, notes de calcul et de dimensionnement, logiciels dédiés.... Sur le territoire de l'ancienne région Poitou-Charentes 292 entreprises sont adhérentes du CETIM. Ceci représente 14,1% des effectifs industriels, avec une majorité de TPE/PME des secteurs aéronautique, transport terrestre et agro-alimentaire. Le soutien du CPER permettra de consolider et de continuer à développer en collaboration avec le CETIM des recherches adaptées aux besoins des PME.

Cette activité orientée vers le monde industriel est très complémentaire d'une recherche plus fondamentale, qui n'est pas oubliée dans ce projet. Les deux approches sont intimement liées. En effet cette activité de recherche permettra d'affiner notre compréhension des phénomènes physiques complexes se développant dans des interfaces de très faible épaisseur avec des phénomènes couplés de contact, de zones lubrifiées, d'usure et de température importante.

Projet détaillé

La politique de développement expérimental de l'équipe s'appuie toujours sur trois piliers :

- Développer de nouveaux moyens d'essais (ici la cellule Mistral).
- Maintenir et améliorer de façon continue les moyens existants
- Disposer d'outils de caractérisation

Cette politique a porté ses fruits puisque nous disposons au sein de Pprime d'une des plus complètes plateformes technologiques mondiales dédiées aux composants lubrifiés.

Le projet OPTicove 2 a été construit dans cette philosophie : un nouvel équipement (cellule Mistral), acquisition de nouvelles générations de capteurs d'instrumentations et mis en œuvre de mesure à partir d'outils de caractérisations existants.

Les garnitures à gaz sont utilisées dans des conditions sévères de hautes vitesses (jusqu'à 200 m/s de vitesse relative) et de haute pression (jusqu'à 450 bars) et sont le siège de nombreux phénomènes physiques qu'il est important de comprendre afin de proposer des modèles pertinents pour leur dimensionnement. En raison de la détente du fluide dans l'interface, des gradients thermiques importants apparaissent et la vitesse d'écoulement peut atteindre la vitesse du son, conduisant à un blocage de l'écoulement. D'autre part, les grandes vitesses des parois conduisent à l'apparition d'un régime d'écoulement turbulent. Ces problématiques ont été très peu étudiées dans le cadre des films de gaz de quelques microns d'épaisseur. Les études se limitent principalement à des travaux théoriques basés sur de la simulation. Il est important de réaliser une étude expérimentale afin de valider les résultats théoriques obtenus avec les outils de simulation développés au laboratoire.

La cellule d'essais développée sera installée sur le banc mistral, développé dans le cadre de l'Equipex Gap, afin d'atteindre de grandes vitesses de rotation et sera connecté au réseau d'air comprimé haute pression de la plateforme Prométée. Il sera ainsi possible d'atteindre les conditions de fonctionnement typiques des situations industrielles. L'originalité du banc repose sur l'utilisation d'une surface tournante transparente qui permettra l'utilisation de méthodes optiques telles que l'interférométrie et la thermographie infrarouge afin de déterminer la distribution d'épaisseur de film et de température dans l'interface. Ces résultats sont très importants pour confirmer et valider les résultats théoriques obtenus sur ce sujet.

Cette cellule d'essais sera unique au niveau international, de par ses conditions de fonctionnement et les systèmes de mesures associés et devrait permettre de répondre aux enjeux de développement de ces systèmes.

Moyens spécifiques à mettre en œuvre

Cellule d'essais :

La cellule d'essais de garnitures mécaniques du banc Mistral sera conçue et définie par une entreprise. Par contre, sa réalisation et son installation sur le banc Mistral seront prises en charge par les ingénieurs de Pprime. Ce projet sera supervisé par un directeur de recherche CNRS.

Moyens matériels :

La cellule d'essai dédiée aux garnitures mécaniques sera installée sur le banc Mistral. Il permettra d'atteindre des vitesses de rotation de l'ordre de 100 000 tr/min. Par ailleurs, la plateforme est dotée d'un compresseur, de deux réservoirs de stockage de 26m³ chacun, et d'un réseau d'air comprimé à 200 bar desservant tous les halls d'essais. Le banc Mistral peut ainsi être alimenté avec de l'air à 200 bars et avec un débit de l'ordre de 100 g/s. C'est un des points forts du projet. Peu de dispositifs expérimentaux mondiaux peuvent prétendre à de telles conditions d'essais.

Prévision des délais de réalisation

Compte tenu des éléments mentionnés au paragraphe « Moyens mis en œuvre », le calendrier du projet, pour la partie cellule d'essais, pourrait être le suivant :

- Conception/définition : 9 mois
- Réalisation : 6 mois
- Mise au point/Essais de réception : 3 mois
- Réalisation des premiers essais en conditions réelles : 1 mois
- Rédaction du rapport scientifique : 1 mois

Soit une Durée totale du projet qui est de 24 mois, à partir du T0.

Livrables et calendrier

La cellule Mistral fera l'objet d'une campagne de recette avec un rapport mettant en évidence l'adéquation du banc à son cahier des charges. Ce rapport présentera également les premiers résultats scientifiques et notamment les distributions locales de températures, ce qui constituera un résultat nouveau et devrait permettre de valider les outils de simulation développés au laboratoire. Ces premiers résultats pourraient donner lieu à une (des) publication(s).

Coût total : 48 000 euros HT

Montant de l'aide régionale sollicitée : 48 000 euros, soit 100 % du coût du projet

Autre financement public sollicité sur l'opération : /

Financements privés : /

Autofinancement : /

Programme CPER : TRANSPORTS