



PROGRAMME DE PRÉMATURATION

BILAN 2022



**LE PROGRAMME
DE PRÉMATURATION
BILAN 2022**

SOMMAIRE

Introduction

Le programme de prématuration du CNRS	4-5
Bilan du programme de prématuration	6-7

LES PROJETS SÉLECTIONNÉS EN 2022

Digital & Sciences Humaines et Sociales (SHS)

BUNKA	Île-de-France	10
ECOTEXT	Île-de-France	11
GRAMEX	Grand Est	12
IAPLB	Nouvelle Aquitaine	13
IDEM	Île-de-France	14
I-SAFE	Provence Alpes Côte d'Azur	15
PAIRCODE	Provence Alpes Côte d'Azur	16

Biotech / Medtech

ALBATOR	Bretagne	20
BIOECP	Auvergne Rhône Alpes	21
CCMAB	Nouvelle Aquitaine	22
CERES	Grand Est	23
COLON	Hauts-de-France	24
CORSYNAT	Grand Est	25
DEEPOEIL ^{TEL}	Île-de-France	26
DRIVER	Grand Est	27
EASY SCREEN	Nouvelle Aquitaine	28
FLOWERS	Nouvelle Aquitaine	29
LECTI-RESIST	Île-de-France	30
NASALTIS 3D	Auvergne Rhône Alpes	31
NEUROREALITY	Auvergne Rhône Alpes	32
NOUVEAUX ANTI-INFLAMMATOIRES	Île-de-France	33
OBADEX	Provence Alpes Côte d'Azur	34
OPTO CAS9	Île-de-France	35
PEPIA	Occitanie	36
PHENUX	Provence Alpes Côte d'Azur	37

QUANTIM	Île-de-France	38
RELIEF	Île-de-France	39
RNALIT	Centre Val de Loire	40
SCORE "MITOLEUK"	Auvergne Rhône Alpes	41
TRANSFEC-PEP	Occitanie	42
TUMOSTEO 3D	Occitanie	43
VIROID	Auvergne Rhône Alpes	44
VISSI	Auvergne Rhône Alpes	45
VITAE	Occitanie	46

Environnement

ALIGN	Nouvelle Aquitaine	50
KTIRIO	Grand Est	51
NEOFOR ZNO	Auvergne Rhône Alpes	52
NOUVEL ODORANT DU OUD	Provence Alpes Côte d'Azur	53
PAINTBIO	Occitanie	54
PUR-E-SEO	Île-de-France	55
TERRANEON	Île-de-France	56
ZEAU	Normandie	57

Instrumentation électronique

3D COMPOSMART	Bretagne	60
ACUIFA	Nouvelle Aquitaine	61
CEISCAT	Île-de-France	62
GIFAD-HP	Île-de-France	63
IR ² MM	Bretagne	64
MATRISCOPE	Île-de-France	65
METACHAOS	Bretagne	66
METALO	Hauts-de-France	67
SYNCLOCK	Île-de-France	68
THMAT	Auvergne Rhône Alpes	69
TITANIC	Île-de-France	70
TOPOPIX	Nouvelle Aquitaine	71
TURBOCOOL	Nouvelle Aquitaine	72

LE PROGRAMME DE PRÉMATURATION DU CNRS

Le programme de prématuration du CNRS a pour objectif de détecter et de soutenir les projets de recherche porteurs d'innovations les plus prometteuses au sein des 1100 laboratoires dont le CNRS assure une tutelle.

Ouvert à tous personnels de recherche présents dans une unité dont le CNRS assure une tutelle, le programme de prématuration permet de financer la première étape du processus de transfert d'une technologie vers le marché. Les travaux de la prématuration permettent ainsi de valider une preuve de concept, d'optimiser une technologie pour une application ciblée, d'établir ou de renforcer la stratégie de propriété intellectuelle. L'objectif est de monter en maturité technologique en passant d'une TRL 1-2 à 3-4 en sortie de prématuration, en amont d'une maturation opérée par les SATT.

En parallèle de ce financement, les porteurs de projet bénéficient de l'accompagnement d'un chargé de projet dédié qui lui permettent de se projeter sur sa stratégie de valorisation : création d'une start-up, transfert industriel...

Le projet est sélectionné selon une approche multi-critères qui repose notamment sur :

- L'analyse du potentiel de protection de la technologie ;
- La bonne qualification des domaines d'application de la technologie ;
- L'identification des éléments clés relatifs à la stratégie de valorisation ;
- La motivation du porteur de projet ;
- Les conclusions d'une audition du porteur de projet devant des experts du monde socio-économique, afin de démontrer la portée de son innovation et son potentiel marché.

Les lauréats ainsi sélectionnés disposent d'une équipe dédiée interne à CNRS Innovation afin de mettre en œuvre leur stratégie de valorisation ainsi que leur stratégie de propriété intellectuelle eu égard aux marchés qu'ils souhaitent adresser en parallèle du développement technologique propre. Enfin, les équipes de CNRS Innovation accompagnent les porteurs du projet sur le continuum de financement en vue de trouver un relais financier, si nécessaire, pour les prochaines étapes du projet.

« Le programme de prématuration du CNRS offre un cadre et un accompagnement uniques aux personnels de recherche souhaitant valoriser leurs travaux de recherche. Cela représente plus de 10 millions d'euros investis en 2022 en faveur de l'innovation en France.

Cet effort au service de la valorisation se fait de concert avec nos partenaires, notamment présents dans les territoires, parmi lesquels les SATT qui assurent la continuité sur ces projets en finançant la maturation. Un écosystème dynamique qui se coordonnera davantage encore avec les PUI !

Mehdi Gmar
Directeur général de CNRS Innovation

Pour plus d'informations : prematuration@cnsrinnovation.fr

LES ÉQUIPES DE CNRS INNOVATION DÉLIVRENT UN ACCOMPAGNEMENT PERSONNALISÉ AUX LAURÉATS EN TENANT COMPTE DE LA FEUILLE DE ROUTE DU PROJET ET DES OBJECTIFS À ATTEINDRE EN FIN DE PRÉMATURATION :

- Stratégie de propriété intellectuelle
- Stratégie de valorisation
- Continuum de financement
- Validation de l'intérêt marché
- Positionnement concurrentiel.

ILS ONT BÉNÉFICIÉ D'UN ACCOMPAGNEMENT EN PRÉMATURATION :



François BALEMBOIS
Professeur des Universités
Institut d'Optique Graduate School - Université Paris-Saclay
► Projet LEDsGO (2019)

« Le programme de prématuration est très pertinent. La souplesse et la réactivité du programme ont permis un développement technologique qui était hors de portée d'un financement classique de recherche. C'est un maillon très important dans la chaîne de valorisation. »



Hélène BENEDETTI
Co-directrice de l'équipe « Signalisation cellulaire et neurofibromatose », Département Aspects Moléculaires du vivant au Centre de biophysique moléculaire (CNRS)
► Projet de Validation préclinique d'inhibiteurs de LIMK dans le cancer (2019)

« Dans notre cas, le programme nous a permis de synthétiser toute une famille de molécules nouvelles et efficaces pour inhiber les kinases LIMKs que nous avons pu breveter et dont nous avons pu montrer l'efficacité préclinique sur l'ostéosarcome. Ce programme nous a permis d'aller plus loin et de décrocher un contrat de maturation qui est en cours. Les réunions de suivi que nous avons effectuées nous ont entièrement satisfaits. »



Pascal FENDER
Chef d'équipe à l'Institut de Biologie Structurale de Grenoble (CNRS / CEA / UGA)
► Projet de technologie vaccinale universelle contre les virus émergents (2020)

« Ce programme est vraiment important et devrait être consolidé dans le futur. J'ai été lauréat une première fois en 2016 ce qui a permis le dépôt d'un brevet qui a été licencié par CNRS Innovation. Avec ce second projet, nous prenons à nouveau une voie de valorisation prometteuse avec la création d'une start-up ambitieuse dans le domaine des vaccins contre les virus émergents »



Roland TEISSIER
Directeur de recherche CNRS
► Projet LILOS (2017)

« Le programme de prématuration a été parfaitement adapté à notre situation et a répondu à nos besoins. Il a permis de faire le lien vers un programme de maturation dans de bonnes conditions. L'accompagnement financier a permis de poursuivre les développements techniques (financement d'un ingénieur notamment). L'accompagnement sur la stratégie de valorisation a également été un point important pour nos discussions avec les structures de valorisations SATT. »

BILAN DU PROGRAMME DE PRÉMATURATION

145 PROJETS ONT ÉTÉ CLÔTURÉS DEPUIS LA CRÉATION DU PROGRAMME DE PRÉMATURATION DU CNRS EN 2014* :

53

projets ont fait l'objet d'un transfert vers le monde socio-économique dont :

37 ont mené à la création d'une start-up

11 ont été transférés à un industriel

5 ont mené à la création d'une plateforme.

40

projets poursuivent encore leur développement technique.

52

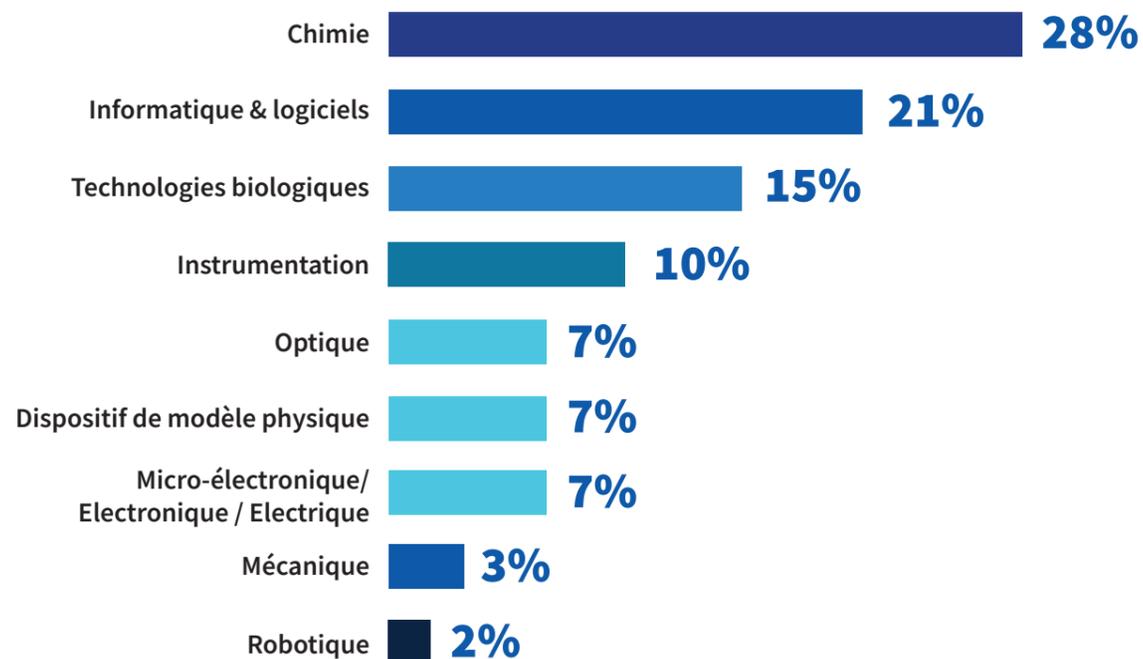
n'ont pas abouti, dont 13 pour cause d'échec scientifique.

1/3

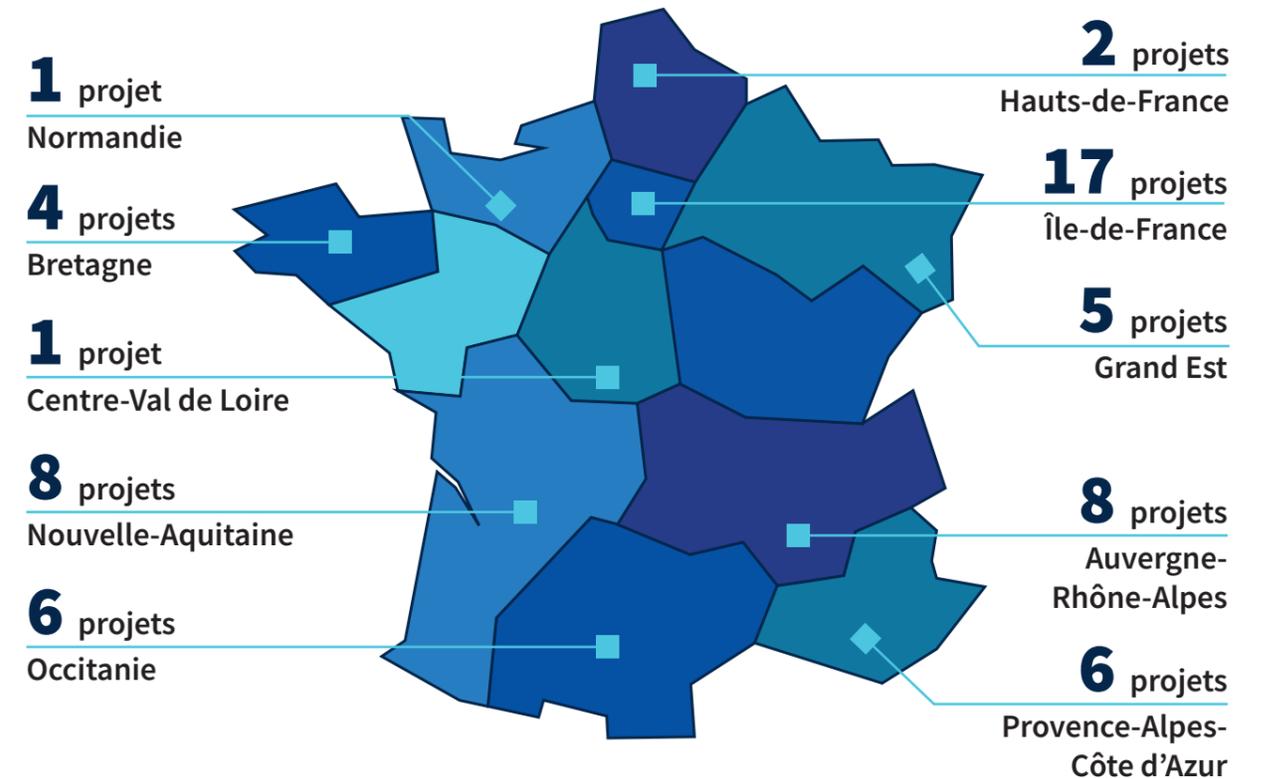
de projets clôturés ont bénéficié d'un accompagnement SATT.

LES PROJETS SÉLECTIONNÉS EN 2022

Répartition par domaine technologique



Répartition des projets par région



BILAN DES PROJETS ACCOMPAGNÉS EN 2022

58 projets innovants ont été financés

10 millions d'euros ont été investis

x5 Le budget a été multiplié par 5 par rapport à 2017

*issus de l'enquête Prématuration 2022 "Que sont-ils devenus ?" menée par CNRS Innovation entre septembre 2022 et décembre 2022 auprès de 146 porteurs de projets clôturés.



DIGITAL & SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

BUNKA

Porteur de projet
Nicolas BAUMARD

Domaine d'application
Communication et média

Implantation
Île-de-France

Laboratoire
Institut Jean-Nicod (CNRS / École Normale Supérieure PSL)

Début de projet
2^{ème} trimestre 2022

Moteur d'exploration qui permet à l'internaute d'avoir une vision globale d'un sujet en un clic

PROBLÉMATIQUE

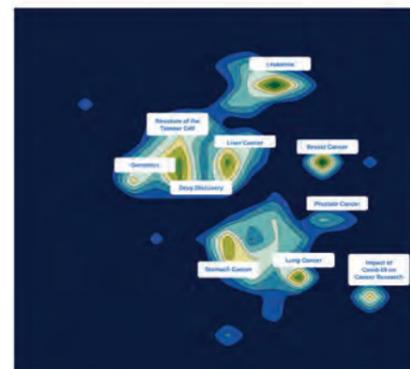
Les moteurs de recherche et les plateformes en ligne constituent un outil indispensable pour naviguer sur internet et jouent un rôle essentiel comme intermédiaire entre les individus et le contenu d'internet. La conséquence est qu'un petit nombre d'entreprises mondiales et d'algorithmes façonnent de manière disproportionnée l'accès à l'information. Par ailleurs, ces entreprises cherchent le plus souvent à capter l'attention des utilisateurs, monétiser leurs données personnelles et influencer leurs comportements plutôt qu'à promouvoir la circulation d'information de grande qualité épistémique.

Les conséquences négatives de cette situation est qu'au niveau individuel, l'utilisateur n'a pas nécessairement accès à l'information la plus représentative et la plus fiable mais plutôt à l'information la plus créatrice d'attention. Au niveau collectif, cette économie de l'attention favorise la diffusion de fausses informations, la polarisation des débats et les bulles informationnelles, ce qui pose un problème aux démocraties modernes.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

BUNKA est un projet d'architecture logicielle portant principalement sur un moteur de recherche basée sur la recherche récente en sciences cognitives (importance de l'intelligence collective et de la visualisation) et en sciences computationnelles (traitement automatique du langage, apprentissage machine).

Ce moteur de recherche s'appuie sur le Web 2.0 (Twitter, Reddit, Wikipedia, etc.) pour permettre aux utilisateurs d'avoir une vision plus globale, plus transparente et plus diverse du contenu de l'internet afin de mieux évaluer la qualité épistémique de l'information. Pour cela, nous nous appuyons sur le développement récent du Traitement Automatique du Langage et de l'Apprentissage Machine qui permet d'ajouter une couche d'agrégation alimentée par le web participatif aux informations agrégées par les moteurs de recherche standards et aux réseaux sociaux.



Visualisation des thèmes importants sur le cancer à partir de 5000 articles publiés sur PubMed du 27 septembre au 5 octobre 2022.
Crédit : Institut Jean- Nicod

ECOTEXT

Porteur de projet
Alexandre DELANOE

Domaine d'application
Data

Implantation
Île-de-France

Laboratoire
Institut des systèmes complexes de Paris Île de France (CNRS)

Début de projet
4^{ème} trimestre 2022

Vers un éco-système numérique avec GarganText

PROBLÉMATIQUE

Nous n'avons jamais eu accès, et aussi facilement, à autant d'informations. Ainsi, les organisations de toute nature commencent à reconnaître ce potentiel économique encore inexploité des données textuelles qu'elles soient d'origine interne comme des comptes-rendus de réunion, des rapports, des devis ou qu'elles soient d'origine externe comme les bases de données de publications scientifiques, de presse, de brevets, ou issues des médias sociaux. Les informations extraites de ces sources de données textuelles sont précieuses pour toute une série d'applications et pour une prise de décision éclairée. Mais l'accélération de la croissance de cette masse textuelle conduit à un phénomène de surcharge informationnelle et se pose la question de la coordination de l'action collective face à cette surcharge d'information.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE



Le projet GarganText a pour ambition de transformer en profondeur notre rapport à la connaissance. À partir de toutes traces textuelles numériques le protocole GarganText permet l'établissement de l'infrastructure organisationnelle capable de faire naître de nouveaux éco-systèmes numériques résilients, à la fois apprenants et décentralisés autour d'un environnement de travail collaboratif avec la cartographie des connaissances en son coeur.

EcoText apporte ainsi une solution concrète implémentée de A à Z au CNRS avec une alternative à la stratégie classique de la fracturation des connaissances dans des spécialisations toujours plus fines. Elle permet alors d'éviter une réaction de sur-spécialisation du travail cognitif responsable d'un manque de résilience structurel des organisations face aux risques.

GRAMEX

Porteur de projet
Claire GARDENT

Domaine d'application
**Education
& entertainment**

Implantation
Grand Est

Laboratoire
**Laboratoire Lorrain de
Recherche en Informatique
et ses Applications (CNRS /
INRIA / Université de Lorraine)**

Début de projet
2^{ème} trimestre 2022

**GramEx : Un environnement
numérique pour l'apprentissage
de la grammaire**

PROBLÉMATIQUE

Si la maîtrise de l'orthographe est un facteur clé pour la réussite sociale et professionnelle, les logiciels existants et les méthodes d'apprentissage classiques montrent certaines limites tant pour les élèves (quantité limitée d'exercices disponibles, exercices déconnectés des activités scolaires) que pour les enseignants (temps de conception des exercices, parcours d'apprentissage fixes ou dynamiques échappant au contrôle de l'enseignant, licences et normes fermées entravant l'échange des exercices créés).

En s'appuyant sur des techniques de Traitement Automatique des Langues (TAL), les scientifiques ont développé une approche qui permet de générer semi-automatiquement un nombre illimité d'exercices, de choisir le texte à partir duquel ces exercices sont créés et de spécifier des parcours d'apprentissage adaptés au niveau lexical et grammatical de l'apprenant.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

GramEx est un environnement numérique pour l'apprentissage de la grammaire d'une langue destiné aux enseignants et aux apprenants. Il permet aux enseignants de générer semi-automatiquement des exercices de grammaire et de suivre les progrès des élèves en temps réel (*reporting* permettant de cibler les profils d'apprentissage des élèves). Il permet aux apprenants de réaliser des exercices en ligne, et d'avoir un retour en temps réel sur leurs progrès et difficultés au moyen d'une correction automatique et d'un tableau de bord résumant l'historique de travail.

Le projet participera à une plus grande égalité des chances en offrant un environnement numérique permettant de toucher un large public pour l'apprentissage de la grammaire.

IAPLB

Porteur de projet
Valerio STERZI

Domaine d'application
Sciences Humaines et Sociales

Implantation
**Nouvelle
Aquitaine**

Laboratoire
**Bordeaux School of Economics
(CNRS / Université de Bordeaux)**

Date de création
4^{ème} trimestre 2022

**L'intelligence artificielle au
service de la prédiction des
litiges des brevets**

PROBLÉMATIQUE

Dans l'économie moderne de la connaissance qui caractérise le XXI^e siècle, l'innovation repose de plus en plus sur les brevets. Le nombre de brevets accordés dans le monde a plus que doublé pour atteindre près de 1,4 million en 2017, contre 510 000 en 2000, selon l'OMPI.

Si les brevets constituent un facteur d'incitation important pour l'innovation, ils peuvent aussi freiner la recherche si les entreprises qui désirent investir pour mettre sur le marché un nouveau produit rencontrent des difficultés à identifier les brevets existants pouvant poser un obstacle à rentabiliser leur investissement. De plus, le domaine de l'innovation comporte de nombreuses inventions proches les unes des autres au niveau technologique. Cette proximité engendre une possible interdépendance qui pose un risque pour l'innovateur de ne pas identifier qui est le propriétaire d'une technologie.

Les conséquences sont potentiellement désastreuses pour l'entreprise innovante qui doit alors dépenser beaucoup d'argent afin de défendre son brevet et/ou de payer des redevances imprévues.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Une analyse automatisée faciliterait le suivi en temps réel de l'activité des concurrents et l'identification de technologies déjà protégées par les brevets.

Le projet vise à mettre au point des modèles de scoring et de prédiction de litiges qui intègrent des indicateurs variés, construit sur l'analyse de divers éléments dans le texte des brevets et sur les comportements des titulaires de brevets.

Ces modèles de prédiction pourront être proposés aux entreprises de tous secteurs innovants en vue d'une utilisation avant la mise sur le marché d'un nouveau produit (étude de liberté d'exploitation) ou d'une surveillance régulière, afin de suivre notamment les brevets achetés par des entités de type « troll de brevets ». Ce phénomène opportuniste, consistant à utiliser la concession de licence et le litige de brevets dont elles ont fait l'acquisition comme unique activité économique, tend à s'intensifier et constitue un véritable risque pour la stabilité financière des entreprises innovantes.

IDEM

Porteur de projet
Maria GURRADO

Domaine d'application
Sciences Humaines et Sociales

Implantation
Île-de-France

Laboratoire
**Institut de recherche et d'histoire
des textes (CNRS)**

Date de création
1^{er} trimestre 2022

**Identification du ductus
de l'écriture médiévale**

PROBLÉMATIQUE

Les connaissances et les savoir-faire liés à l'artisanat traditionnel, ainsi que leur sauvegarde en vue de la transmission intergénérationnelle, sont reconnus par l'UNESCO comme l'un des cinq domaines d'intérêt du patrimoine culturel immatériel. Le projet IDEM a pour objectif la conception d'un numériseur répondant au besoin de sauvegarde, étude et valorisation des techniques d'écriture manuelle et plus généralement des métiers d'arts à motricité fine. Applications possibles aux secteurs de l'industrie (cobotique), des musées et des artistes (galeries sensorielles / expositions pédagogiques / protection du droit d'auteur), de la médecine (simulateur de pratiques suture), etc.



Illustration d'une captation d'une gestualité individuelle fine
Crédit : Institut de recherche et d'histoire des textes

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

L'équipe élabore un numériseur gestuel non invasif, transportable et précis permettant de restituer en 3D et 4D la dynamique du geste graphique.

Conçu en premier lieu à des fins de protection et conservation des techniques d'écriture, son utilisation pourra s'étendre à d'autres techniques (broderie, couture, etc.). Il s'agit de capturer la gestualité individuelle (aérienne et dans la matière) et de la transcrire en données qui permettront ensuite sa reproduction à l'identique.

Le dispositif sera transportable pour être déplacé, monté et démonté facilement partout où l'on voudrait capter la dynamique du geste et observer son évolution.

I-SAFE

Porteur de projet
Stéphane LEJEUNES

Domaine d'application
Industrie & production

Implantation
**Provence Alpes
Côte d'Azur**

Laboratoire
**Laboratoire de Mécanique
et d'Acoustique (CNRS /
Aix-Marseille Université /
Ecole Centrale de Marseille)**

Début de projet
3^{ème} trimestre 2023

**Isogeometric Space-time Analysis
For Engineering**

PROBLÉMATIQUE

La problématique associée à ce projet est la simulation numérique en mécanique au sens large. En effet, les outils de calculs actuels sont, majoritairement, basés sur une vision séparée du temps et de l'espace : les équations à résoudre sont traitées par des schémas semi-discrets (volumes-finis, éléments-finis) qui peuvent dans certains cas poser des problèmes de stabilité et/ou de précision voire de convergence. De plus, ces schémas se prêtent assez mal au calcul haute performance par le fait que la parallélisation des calculs ne concerne que le domaine en espace, et pour le domaine en temps on est contraint à avancer de manière séquentielle.

Les méthodes espaces-temps proposent un changement de paradigme en considérant le temps comme une variable espace en utilisant des principes variationnels adaptés, et qui sont utilisés conjointement avec l'analyse isogéométrique. Ce cadre permet de développer de nouveaux schémas numériques offrant la possibilité de palier aux problèmes de méthodes existantes.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Ce projet propose une architecture logicielle modulaire et agile intégrant le paradigme espace-temps. Cette architecture logicielle a été pensée et construite dans l'idée de simplifier le développement de modèles multi-champs et multi-grilles (cas des problèmes multiphysiques) avec une séparation claire entre représentation de la géométrie et représentation des champs inconnus. Ceci permet de réutiliser un maximum de codes pour développer de nouvelles fonctionnalités, par exemple lorsqu'on souhaite coupler des problèmes entre eux et ainsi d'économiser un temps précieux de développement.

Le paradigme espace-temps permettra d'avoir un lien plus direct entre description physique et implémentation numérique et également de développer du parallélisme espace/temps, en rupture donc vers les approches d'éléments finis et d'analyse isogéométrique.

PAIRCODE

Porteur de projet
Marc ANTONINI

Domaine d'application
Data

Implantation
**Provence Alpes
Côte d'Azur**

Laboratoire
**Laboratoire
d'Informatique, Signaux
et Systèmes de Sophia
Antipolis (CNRS /
Université Côte d'Azur)**

Début de projet
1^{er} trimestre 2023

**Archivage des données numériques
dans l'ADN synthétique**

PROBLÉMATIQUE



Visualisation schématique de stockage de données sur ADN synthétiques
Crédit : image libre de droits

Le projet PAIRCODE développe une solution de stockage des données numériques dites 'froides' (rarement consultées) dans l'ADN synthétique en réponse à la croissance exponentielle des données et aux limitations des systèmes actuels (HDD, bande magnétique). Cette solution innovante s'appuie sur une technologie d'encodage brevetée (brevet CNRS) qui profite des propriétés biologiques de la molécule d'ADN pour assurer une capacité de stockage qui est un milliard de fois plus grande que celle des disques durs à volume égal et une fiabilité pendant des centaines d'années tout en permettant une maîtrise du coût de la synthèse moléculaire.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

PAIRCODE ambitionne de devenir un leader mondial dans le domaine de l'archivage de données numériques sur ADN synthétique. Le projet développe des outils informatiques bio-inspirés et propose une plateforme spécifique (incluant logiciels et services) pour encoder et stocker des données numériques dans l'ADN, offrant une solution d'archivage plus écologique que celle proposée par les centres de données traditionnels.

La technologie s'appuie sur un workflow de stockage qui comprend l'encodage des données dans une séquence 4-aire, l'écriture de la séquence dans l'ADN (synthèse), le stockage, la lecture de l'ADN stocké (séquençage) et le décodage des données dans leur forme originale.



BIOTECH / MEDTECH

ALBATOR

Porteur de projet
Raphaël TRIPIER

Domaine d'application
Thérapeutique

Implantation
Bretagne

Laboratoire
**Laboratoire de Chimie,
Electrochimie moléculaires
et Chimie analytique (CNRS /
UBO)**

Date de création
3^{ème} trimestre 2022

**Albumin Azamacrocyclic
Targeting for Oncology
and Radiotherapy**

PROBLÉMATIQUE

Le projet vise le développement d'un nouveau radiopharmaceutique, construit autour d'un chélate multifonctionnel, dédié aussi bien au diagnostic qu'à la thérapie du cancer.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Les scientifiques ont développé un agent chélatant spécifique de radionucléides, tels que le cuivre et le palladium, ils y ont greffé des groupes fonctionnels particuliers, permettant un double ciblage des cellules cancéreuses. Ils ont fait la preuve de concept in-vitro que cet agent était un chélatant exceptionnel du Palladium, pour des applications en thérapie, et la preuve de concept in-vivo que le radiopharmaceutique était capable de vectoriser le cuivre pour des applications en diagnostic.

L'objectif de la prématurité est d'optimiser le radiopharmaceutique, afin qu'il puisse disposer d'un système de relargage du radiochélate dans les cellules cancéreuses plus efficace et de faire la preuve de concept in-vivo du radiopharmaceutique optimisé pour des applications diagnostic et thérapeutique. A terme, ce projet devrait donner lieu à la production d'un radiopharmaceutique, de type théranostique, qui permettrait la thérapie ou le suivi diagnostic des patients selon le radionucléide qu'il contient.

BIOECP

Porteur de projet
Abdelkader ZEBDA

Domaine d'application
**Dispositif / Instruments /
Capteur**

Implantation
**Auvergne Rhône
Alpes**

Laboratoire
**Laboratoire Recherche
Translationnelle et
Innovation en Médecine et
Complexité (CNRS / UGA)**

Début de projet
2^{ème} trimestre 2023

**Biocapteur enzymatique
portable auto-calibré**

PROBLÉMATIQUE

Les biocapteurs portables sont des dispositifs destinés à surveiller la concentration des biomarqueurs tels que le lactate et le glucose dans des fluides corporels comme les sueurs, la salive ou les larmes. Ces dispositifs pourraient, dans l'avenir, révolutionner les soins de santé personnalisés et la télémédecine. Aujourd'hui ces dispositifs utilisent principalement une approche électrochimique pour la détection de ces biomarqueurs. Bien que très prometteurs ces dispositifs souffrent d'une durée de vie très limitée (quelques heures/ semaines) dû principalement à leur dérive dans le temps et ceci freine leur développement commercial.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Biocep permet au biocapteur de s'auto-calibrer et cela sans intervention extérieure. La nouveauté principale consiste dans l'utilisation d'un réseau de micro-biocapteurs dont le ratio des réponses électrochimiques varie en fonction de la concentration du biomarqueur et cela indépendamment de la dérive dans le temps des biocapteurs. Ceci permet de s'affranchir du problème de la perte de sensibilité des biocapteurs électrochimiques et par conséquent permettra d'augmenter leur durée de vie. Une telle approche permettra le développement de biocapteurs qui pourront être intégrés dans des dispositifs portables de types montres intelligentes et smartphones.

CCMAB

Porteur de projet
Hassana HSEIN

Domaine d'application
Thérapeutique

Implantation
**Nouvelle
Aquitaine**

Laboratoire
**Institut de mécanique et d'ingénierie
de Bordeaux / Université de Bordeaux**
Laboratoire partenaire : **Laboratoire de
Microbiologie Fondamentale et Pathogé-
nicité (CNRS / Université de Bordeaux)**

Date de création
2^{ème} trimestre 2023

Définition des paramètres
de procédés de mise
en forme de nouvelles
molécules biologiques
d'intérêt thérapeutique

PROBLÉMATIQUE

Le développement d'une formulation et d'une forme pharmaceutique adaptées pour l'administration de biomolécules au niveau de leurs sites d'action présente toujours des défis. Ces défis sont principalement liés à la stabilité de ces biomolécules et à l'accessibilité du site d'action. Pour relever cette problématique, les deux équipes développent une nouvelle stratégie d'administration des biomolécules.

Pour apporter une preuve de concept de l'utilité de cette nouvelle technologie de mise en forme de biomédicaments, les deux équipes travaillent sur une pathologie infectieuse superficielle des muqueuses due à un champignon micromycète. Cette pathologie a été choisie car elle résulte pour une part importante d'un désordre immunopathologique.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Les objectifs du projet consistent à développer de nouvelles formulations galéniques de biomolécules médiateurs de l'immunité adaptative pour leur utilisation en tant que biomédicaments et d'en démontrer l'utilité. Les paramètres permettant de stabiliser la structure et les propriétés physico-chimiques des biomolécules au cours du procédé de mise en forme ont été établis. L'activité des biomolécules à la fin du procédé de mise en forme est parfaitement conservée ce qui permet d'envisager de transférer cette nouvelle technologie à d'autres biomolécules ayant des spécificités et des fonctions différentes dans l'immunité adaptative. Une autre voie de développement consiste à faire varier les propriétés physico-chimiques de la mise en forme finale des biomédicaments de façon à pouvoir les utiliser dans différents compartiments physiologiques pour traiter différentes pathologies.

Le projet développera les mises en forme adaptées pour la délivrance des biomolécules au niveau du site infectieux de façon à moduler la réponse inflammatoire de l'hôte.

CERES

Porteur de projet
**Delphine
CHAN-SENG**

Domaine d'application
Medtech

Implantation
Grand Est

Laboratoire
**Institut Charles Sadron
(CNRS)**

Début de projet
1^{er} trimestre 2022

Contrôleur de composition
pour le greffage de peptides
sur des polymères

PROBLÉMATIQUE

Face au vieillissement de la population, il est important de développer de nouvelles solutions thérapeutiques pour soigner les pathologies chroniques dont elle souffre le plus souvent. Cette nécessité s'accompagne par une demande de thérapies ciblées sans effets secondaires.

Dans l'arsenal des outils thérapeutiques, les médicaments peptidiques présentent un grand intérêt par la variété de leurs propriétés biologiques résultant de la séquence des acides aminés. Les peptides peuvent éventuellement être couplés, notamment de manière covalente, à des polymères synthétiques afin d'améliorer leurs propriétés physico-chimiques, et ainsi leur biodisponibilité et leur vectorisation.

De cette façon, l'enchaînement des acides aminés et le greffage du peptide obtenu à des polymères synthétiques régissent l'application finale visée.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Dans le cadre du projet CERES, un « contrôleur de composition » sera mis au point afin de produire des polymères en peigne avec des greffons de peptides dont la structure pourra être parfaitement contrôlée et adaptée aux besoins de l'application visée : revêtements antibactériens pour des dispositifs médicaux, systèmes de délivrance de principes actifs, etc.

Ainsi, ce projet permettra de mettre à disposition une approche innovante et semi-automatisée pour synthétiser des polymères peptidiques à façon pouvant apporter des solutions à la médecine personnalisée.

COLON

Porteur de projet
Tony LEFEVRE

Domaine d'application
Diagnostic

Implantation
Hauts-de-France

Laboratoire
**Université de Glycobiologie
Structurale et Fonctionnelle
(CNRS / Université de Lille)**

Début de projet
3^{ème} trimestre 2022

Développement d'un test de
dépistage du cancer colorectal,
basé sur l'analyse protéomique des
vésicules extracellulaires fécales

PROBLÉMATIQUE

Le projet a trait au diagnostic du cancer colorectal. Le cancer colorectal est la deuxième cause de décès par cancer chez l'homme et la troisième chez la femme, et représente environ 10% des mortalités par cancer dans le monde. Le taux de survie de ce cancer à 5 ans est de 14% lorsqu'il n'est pas diagnostiqué au stade précoce. Le test diagnostic actuellement utilisé pour le dépistage de ce cancer consiste à détecter la présence d'hémoglobine humaine dans les selles des patients. Il n'est cependant pas totalement satisfaisant en termes de spécificité et sensibilité. Il ne permet pas de détecter les lésions précancéreuses et est caractérisé par un fort taux de faux positifs, induisant la nécessité de réaliser des coloscopies de contrôle, examen invasif et coûteux.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Les scientifiques développent un test de diagnostic précoce du cancer colorectal, basé sur l'analyse par spectrométrie de masse, d'une combinaison de protéines glycosylées contenues dans les vésicules extracellulaires produites par le colon et le rectum. Ils proposent que cette signature spécifique apparaisse très tôt dans le processus de cancérogénèse, et ont fait la preuve de concept de la technologie sur l'animal et un petit échantillon de patients. L'objectif de la prématurité est de poursuivre la preuve de concept de la fiabilité du test diagnostic sur une cohorte de patients à grande échelle, afin de proposer un test diagnostic permettant de détecter les lésions cancéreuses au stade précoce et de limiter le recours aux coloscopies de contrôle, inutilement pratiquées en cas de faux positifs.

CORSYNAT

Porteur de projet
Mourad EL HABIRI

Domaine d'application
Thérapeutique

Implantation
Grand Est

Laboratoire
**Laboratoire d'Innovation
Moléculaire et Applications (CNRS /
Université de Strasbourg / Université
de Haute-Alsace) en collaboration
avec les laboratoires Centre
d'infection et d'immunité de Lille
et BioEcoAgro.**

Début de projet
2^{ème} trimestre 2022

Candidat médicament
contre le SARS-CoV2

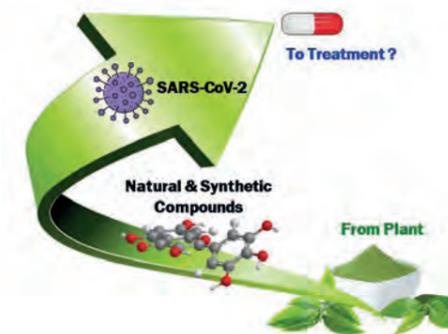
PROBLÉMATIQUE

L'émergence du coronavirus SARS-COV-2, à l'origine de la pandémie de COVID-19, a mis en évidence le manque de médicaments disponibles contre les coronavirus. Les scientifiques ont identifié une famille de molécules d'origine naturelle, dotées d'une activité antivirale in-vitro contre le SARS-CoV-2.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

L'objectif du projet est de poursuivre la purification et l'identification de molécules d'origine naturelle à partir de la même plante, et de synthétiser des analogues structuraux, dans le but de sélectionner les candidats-médicaments les plus efficaces, en évaluant leur activité antivirale in-vitro. L'activité antivirale sera évaluée sur divers variants du SARS-CoV-2 et sur le virus MERS-CoV. Des études pharmacocinétiques permettront de sélectionner les molécules qui seront ensuite testées sur des cellules primaires d'épithélium bronchique.

À terme, ce projet devrait permettre de proposer une nouvelle stratégie thérapeutique pour le traitement de la Covid-19 et / ou d'autres pathologies virales à fort risque d'émergence.



Développement de candidats-médicaments d'origine naturelle pour contrer les coronavirus
Crédit : LIMA

DEEPOEIL^{TEL}

Porteur de projet
Rostom KACHOURI

Domaine d'application
Dispositif / Instruments / Capteur

Implantation
Île-de-France

Laboratoire
Laboratoire d'Informatique Gaspard-Monge (CNRS / Université Gustave Eiffel)

Date de création
3^{ème} trimestre 2023

Vers le déploiement de réseaux de Télé-médecine pour les pathologies de l'œil : Plateforme télé-ophtalmologique

DRIVER

Porteur de projet
Hadrien COURTECUISE

Domaine d'application
Medtech

Implantation
Grand Est

Laboratoire
Laboratoire des sciences de l'Ingénieur, de l'Informatique et de l'Imagerie (CNRS / Université de Strasbourg)

Début de projet
2^{ème} trimestre 2022

Needle robotic steering using inverse finite element simulations for radiofrequency ablation

PROBLÉMATIQUE

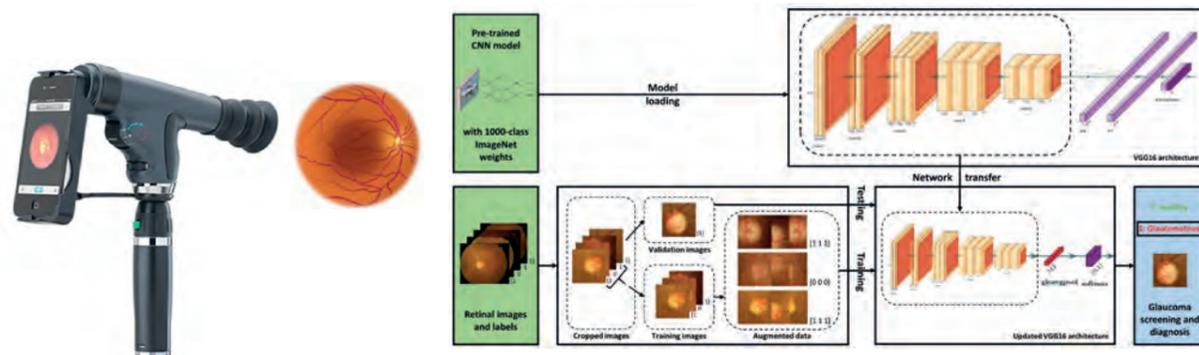
L'OMS estime à 1,5 milliard le nombre de personnes atteintes de déficiences visuelles dans le monde. En France, près de 1,7 million de personnes sont atteintes d'un trouble de la vision, causant une perte progressive de l'acuité visuelle. Ces déficiences sont en grande partie causées par les pathologies oculaires, rendant indispensable le dépistage et l'aide au diagnostic précoces de ces maladies.

Nécessitant souvent des équipements relativement « lourds », coûteux et disponibles uniquement dans des centres d'ophtalmologie, la prise d'un rendez-vous et des consultations périodiques préventives sont de plus en plus difficiles, notamment dans les zones dites de désert médical. Ce qui met en péril le diagnostic précoce des pathologies oculaires.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

L'innovation du projet DeepOeil^{TEL} réside dans la conception et le développement d'une plateforme mobile basée Smartphone et IA-DL (Intelligence Artificielle et Deep Learning). Cette plateforme assurera la capture à grande échelle d'images Fond d'œil (FO) pour la création de bases de données publiques d'images. Ensuite, elle assurera le dépistage et l'aide au diagnostic précoces de pathologies oculaires avec des méthodes d'apprentissage impliquant le Deep Learning.

Plusieurs champs applicatifs de cette plateforme sont envisageables. Le déploiement sur des sites pilotes dans le cadre de réseaux de Télé-ophtalmologie au sein des services d'ophtalmologie dans des hôpitaux de Paris et en région parisienne représente le principal objectif du projet DeepOeil^{TEL}.



DeepOeilTel_OPHTALMOSCOPE PANOPTIC™ Crédit : Welchallyn | DeepOeilTel_Image fundus Crédit : LIGM
DeepOeilTel_Deep learning for glaucoma screening Crédit : LIGM

PROBLÉMATIQUE

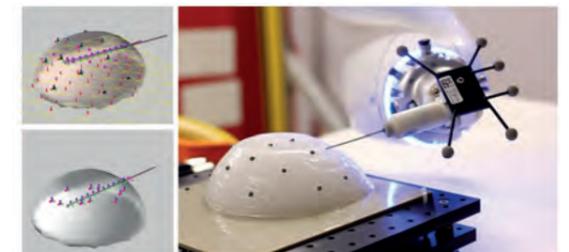
La problématique associée à ce projet est la simulation numérique en mécanique au sens large. En effet, les outils de calculs actuels sont, majoritairement, basés sur une vision séparée du temps et de l'espace : Les équations à résoudre sont traitées par des schémas semi-discrets (volumes-finis, éléments-finis) qui peuvent dans certains cas poser des problèmes de stabilité et / ou de précision voire de convergence. De plus, ces schémas se prêtent assez mal au calcul haute performance par le fait que la parallélisation des calculs ne concerne que le domaine en espace, et pour le domaine en temps on est contraint à avancer de manière séquentielle. Les méthodes espaces-temps proposent un changement de paradigme en considérant le temps comme une variable espace en utilisant des principes variationnels adaptés, et qui sont utilisés conjointement avec l'analyse isogéométrique.

Ce cadre permet de développer de nouveaux schémas numériques offrant la possibilité de palier aux problèmes de méthodes existantes. Malgré les avantages associés, des difficultés subsistent pour les procédures à l'aiguille, empêchant leur utilisation pour les traitements quotidiens. En effet, les tissus mous et les aiguilles ont tendance à se déformer lors de l'insertion d'une manière qui ne peut être décrite avec les approches géométriques standards. Ces déformations posent des difficultés importantes pour automatiser le procédé et atteindre la précision souhaitée.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

L'objectif du projet DRIVER est de développer un système révolutionnaire pour le contrôle d'aiguille de robots médicaux interagissant avec les tissus mous. Cette solution ciblera avec précision les lésions cancéreuses du foie tout en compensant activement les mouvements physiologiques en temps réel sous guidage fluoroscopique.

L'originalité de l'approche est de développer des modèles, basés sur des simulations par éléments finis inverses, permettant de corriger et de prédire la déformation des structures (aiguille, tissus, ou le robot lui-même) et d'adapter le comportement du robot pour atteindre un objectif.



Simulation de pilotage d'aiguille de robot médical interagissant avec les tissus mous pour des applications d'ablation par radiofréquence de tumeurs profondes.
Crédit : Laboratoire des sciences de l'Ingénieur, de l'Informatique et de l'Imagerie

EASY SCREEN

Porteur de projet
Jochen LANG

Domaine d'application
Diagnostic

Implantation
Nouvelle Aquitaine

Laboratoire
Chimie et Biologie des Membranes et des Nanoobjets, Institut des Sciences Moléculaires, Laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système et Laboratoire de Chimie des Polymères Organiques (CNRS / Institut Polytechnique de Bordeaux / Université de Bordeaux)

Début de projet
4^{ème} trimestre 2022

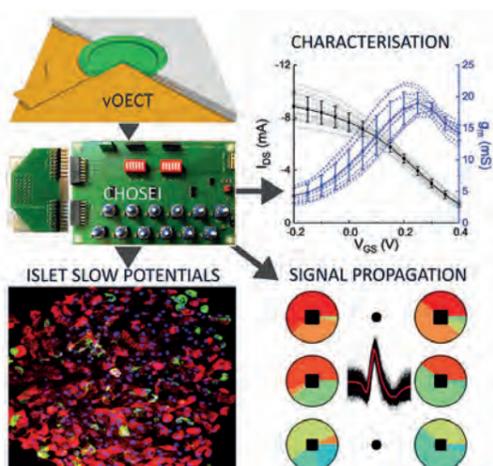
Nanostructured ion-selective OECTs for easy screening of specific ion fluxes in cells and micro-organs

PROBLÉMATIQUE

Les flux des canaux ioniques (spécifiques pour un ion donné) de la membrane cellulaire forment la base de l'activité cérébrale, du rythme cardiaque ou de la régulation de l'homéostasie par la sécrétion d'insuline. Leur dysfonctionnement est la cause de nombreuses maladies.

Les techniques classiques d'analyse de ces flux ioniques membranaires nécessitent souvent une haute technicité et ne se prêtent pas au criblage. Afin de pallier ces difficultés, nous développons une technologie adaptable plus facile à mettre en œuvre et grand public. Elle consiste à utiliser des transistors électrochimiques organiques (OECT) spécifiques et capables de détecter et discriminer des ions spécifiques (e.g. sodium, potassium, zinc). En outre, ces OECTs ou capteurs pourront être développés pour de l'analyse, du criblage de médicaments, ou du diagnostic cellulaire.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE



Conception d'un dispositif d'électrophysiologie capable d'enregistrer des courants ioniques spécifiques de cellules/micro-organs à court et à long termes (heures, semaines). Parmi les flux ioniques ciblés, seront analysés le sodium (Na⁺) et le potassium (K⁺), et contrôlée en particulier la libération de zinc (Zn²⁺), ce dernier étant un indicateur de la sécrétion d'insuline par le pancréas en réponse à une augmentation du taux de sucre dans le sang. La nature non destructive de cette nouvelle technologie, sans sonde ni gène (contrairement à d'autres moyens) devrait permettre un suivi à long terme sans biais génétique ou chimique, même sur des échantillons humains.

Pour ce faire des polymères conducteurs sensibles sont élaborés et structurés via un partenariat avec des chimistes du LCPO (Dr E. Cloutet) et de l'ISM (Pr. A. Kuhn), puis intégrés dans les dispositifs OECTs par des électroniciens de l'IMS (Dr. M. Abbas et Dr D. Thuau), toutes les études électro-physiologiques étant ensuite réalisées dans l'équipe du Pr. J. Lang.

Recording of pancreatic islets by organoelectrochemical transistors. UPPER LEFT: view of an OECT and tunable recording board (CHOSEI). UPPER RIGHT: Physical characterization of OECTs. LOWER LEFT: pancreatic islet stained for insulin (red) and glucagon (green), nuclei in blue. LOWER RIGHT: mean action potential and propagation of signals (circular diagrams).

Crédit : Dr J. Lang

FLOWERS

Porteur de projet
Sébastien THIBAudeau

Domaine d'application
Chimie / papier / textile

Implantation
Nouvelle Aquitaine

Laboratoire
Institut de chimie des milieux et matériaux de Poitiers (CNRS / Université de Poitiers)

Début de projet
4^{ème} trimestre 2022

Fonctionnalisation tardive de composés pharmaceutiques exploitant l'activation superacide en conditions de flux

PROBLÉMATIQUE

Bien que la synthèse chimique soit essentielle au développement de technologies émergentes, le développement de nouvelles réactions transférables à l'industrie pharmaceutique reste modeste (deux réactions représentent plus de 50% de toutes celles utilisées dans la découverte de médicaments). Néanmoins au cours de la dernière décennie, certaines méthodes de synthèse innovantes (Organocatalyse, Activation de liaisons C-H, Photocatalyse) ont offert de nouvelles solutions permettant de transformer la découverte de médicaments.

Parmi ces méthodes, l'activation superélectrophile en conditions superacides, initiée par le prix Nobel de chimie 1994 G. Olah, a transformé le domaine d'une curiosité scientifique à un domaine émergent de la chimie organique. La très forte acidité du milieu (plus d'un milliard de fois plus acide que l'acide sulfurique pur) permet de métamorphoser la réactivité des composés organiques. Cependant, malgré un potentiel synthétique évident, son exploitation reste peu répandue du fait des nombreux verrous à surmonter.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Le développement de la chimie superacide en condition de flux offre une alternative inégalée dans le domaine de l'activation chimique notamment pour la découverte de nouvelles stratégies de fonctionnalisation tardive de composés bioactifs. C'est l'un des verrous majeurs de l'industrie pharmaceutique ! L'activation superacide en conditions de flux offre ainsi une approche synthétique rapide, polyvalente et rationnelle pour apporter des modifications inédites sur des molécules à haute valeur ajoutée.

S'appuyant sur un premier prototype, développé dans le cadre d'une étroite collaboration entre les laboratoires IC2MP et PHENIX (CNRS/Sorbonne Université), le transfert de la chimie superacide en conditions de flux pour fonctionnaliser sélectivement des molécules bioactives d'intérêt sera validée, ouvrant de nouvelles perspectives de valorisation.



Crédit : IC2MP

LECTI-RESIST

Porteur de projet
Ludger JOHANNES

Domaine d'application
Biologie (R&D)

Implantation
Île-de-France

Laboratoire
**Chimie et Biologie de la Cellule
(CNRS / INSERM / Institut Curie / PSL)**

Date de création
3^{ème} trimestre 2023

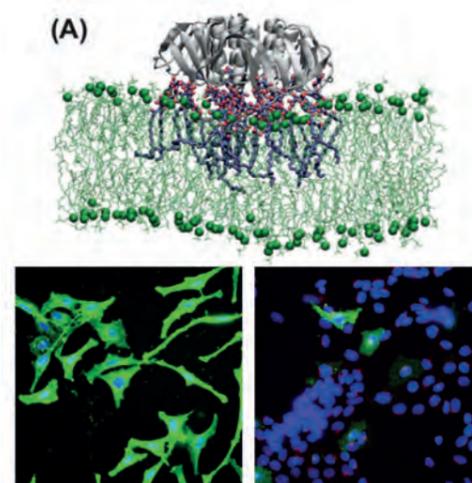
**Lectibodies to target
resistant cells in cancer
therapy « Lecti-Resist »**

PROBLÉMATIQUE

L'administration ciblée par anticorps de composés thérapeutiques aux cellules tumorales est devenue l'un des domaines de recherche et de développement les plus dynamiques dans le domaine de la thérapie du cancer. Les glycosphingolipides (GSL) sont un groupe de lipides exprimés sur la membrane des cellules, et les patients cancéreux présentent notamment des profils d'expression de ces GSL sur leurs cellules tumorales modifiés par rapport aux tissus sains. Dans une récente classification des marqueurs de cancer par le National Cancer Institute des Etats-Unis, 4 sur 75 étaient des GSL. Pourtant, les GSL ne sont que rarement exploitées pour le ciblage des tumeurs du fait qu'il est difficile à obtenir des anticorps anti-GSL, ce qui souligne la nécessité d'approches plus puissantes, précises et accessibles, pour cibler spécifiquement les GSL sur les cellules cancéreuses.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

L'objectif de ce projet est de développer une nouvelle classe de produits - les lectibodies - pour le ciblage de composés thérapeutiques aux GSL spécifiques du cancer. Ces lectibodies sont basés sur une protéine naturelle de liaison aux GSL, STxB. L'équipe pourra s'appuyer sur une technologie brevetée pour isoler les lectibodies pour une thérapie ciblée et personnalisée. Ces lectibodies seront produits par synthèse chimique, ce qui permettra la production de ces molécules à un coût réduit. L'équipe se concentrera particulièrement sur le développement de lectibodies ciblant spécifiquement des cellules cancéreuses souches, qui sont des acteurs clés dans la régulation de la progression du cancer et dont il a été démontré qu'ils contribuent à la résistance aux thérapeutiques. Ce programme permettra ainsi de standardiser un pipeline pour le développement de lectibodies qui facilitera leur chemin vers la clinique.



En haut : STxB se liant à un GSL (adapté de Pezeshkian et al, Soft Matter, 2016) En bas : Variante de lectibody (en vert) se liant spécifiquement avec leur GSL sur 2 types de cellules différentes (équipe Johannes, UMR3666)
Crédit : Chimie et Biologie de la Cellule

NASALTIS 3D

Porteur de projet
**Frédéric MALLEIN
GUERIN**

Domaine d'application
Medtech

Implantation
**Auvergne
Rhône Alpes**

Laboratoire
**Laboratoire de Biologie Tissulaire
et Ingénierie Thérapeutique
(CNRS / Université Claude Bernard)**

Date de création
4^{ème} trimestre 2022

**Reconstruction du cartilage
nasal par ingénierie
tissulaire et impression 3D**

PROBLÉMATIQUE

L'homme est le seul animal à disposer d'un appendice nasal cartilagineux externe et notre nez participe de notre identité, Cléopâtre et Cyrano en témoignent tout comme les blessés de la face de toutes les guerres.

Contrairement à l'os, le cartilage ne se régénère pas et il est donc impossible d'insérer une matrice résorbable pour « occuper le terrain » en attendant une reconstruction. Pourtant, les demandes de remplacement des défauts de cartilage nasal après un accident (blessure ou réaction à une chirurgie plastique) ou une maladie (cancer, maladie congénitale, ...) ne cessent de croître. Il est possible de prélever du cartilage sur le patient pour le réimplanter mais outre la douleur infligée au patient, les risques de morbidité et d'infection au niveau du site donneur constituent de sérieuses limites.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Le projet vise à construire une maquette de cartilage nasal aux dimensions anatomiques humaines par ingénierie tissulaire et fabrication additive. La fabrication additive autorise une reconstruction personnalisée. L'ingénierie tissulaire assure la bonne tolérance de l'implant par l'organisme.

Plusieurs matériaux seront testés pour l'impression 3D. La géométrie de la maquette sera optimisée en tenant compte des caractéristiques mécaniques du cartilage nasal humain afin de reproduire au mieux l'apparence du nez et sa souplesse.

Enfin, cette prothèse doit dépasser le caractère esthétique et permettre au patient de respirer normalement. Idéalement, elle doit être simple à installer pour que l'opération soit acquise le plus largement possible et ne soit pas réservée à quelques hôpitaux spécialisés.



Maquette de cartilage nasal réimplantée
Crédit : F Mallein Gerin

NEUROREALITY

Porteurs de projet
**Jérémie MATTOU
& Emmanuel MABY**

Domaine d'application
**Dispositif / Instruments /
Capteur**

Implantation
**Auvergne
Rhône Alpes**

Laboratoire
**Centre de Recherche en Neuro-
sciences de Lyon (CNRS / INSERM /
Université Claude Bernard)**

Date de création
1^{er} trimestre 2023

Intégrer EEG et réalité virtuelle pour aider à expliquer, évaluer et prendre en charge les troubles de l'attention

PROBLÉMATIQUE

En psychiatrie et dans les troubles du neurodéveloppement notamment, un enjeu majeur est celui d'une médecine de précision, quantitative, personnalisée, s'appuyant sur des mesures objectives, physiologiques qui permettent de caractériser au mieux l'état d'un patient, de proposer le traitement le plus adapté et de suivre son évolution voire de la prédire. L'initiative du NIMH aux Etats-Unis, baptisée RDoC, appelle depuis quelques années à un changement de paradigme : prendre comme point de départ la physiopathologie plutôt que la clinique pour définir une nosologie des troubles mentaux ; une démarche indispensable pour efficacement évaluer, quantifier, pronostiquer et prescrire. Et pour laquelle il faut des outils accessibles et fiables, permettant d'identifier et d'exploiter des neuromarqueurs.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Le projet NeuroReality vise à relever ce défi d'un dispositif innovant, viable en dehors des laboratoires. De manière particulièrement originale, cet outil couplera la dernière génération de systèmes EEG portables et bon marché (technologie sans fil, capteurs secs préamplifiés) avec la dernière génération de casques de réalité virtuelle (RV) permettant une immersion dans un riche environnement contrôlé, tout en fournissant de précieuses données comportementales telle que l'orientation du regard.

Ce dispositif est conçu pour un premier cas d'usage : la psychoéducation, l'évaluation voire l'entraînement de l'attention visuelle chez l'enfant. Mais au-delà de cette première application, il constituera un outil unique pour l'identification puis la rapide validation, en situation réelle, de nouveaux neuromarqueurs et de leurs applications en santé.



Preuve de concept actuelle, couplant EEG et RV, dans l'utilisation de marqueurs cérébraux de l'attention en temps-réel pour le contrôle d'une interface cerveau-machine (exemple du jeu de puissance 4).
Crédit : Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon

NOUVEAUX ANTI-INFLAMMATOIRES

Porteur de projet
**Jean-Philippe
HERBEUVAL**

Domaine d'application
Thérapeutique

Implantation
Île-de-France

Laboratoire
**Laboratoire de
chimie et biochimie
pharmacologiques et
toxicologiques (CNRS /
Université Paris Cité)**

Début de projet
1^{er} trimestre 2023

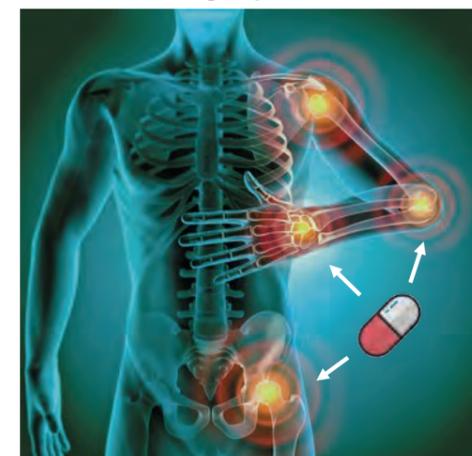
Nouvelle classe d'anti-inflammatoires à large spectre

PROBLÉMATIQUE

Les maladies inflammatoires chroniques de type auto-immunes, telles que la polyarthrite rhumatoïde ou virales sont en constante augmentation depuis plus de 30 ans. La polyarthrite rhumatoïde est une maladie inflammatoire chronique parmi les plus répandues affectant les articulations et s'avérant handicapante pour les patients. Les anti-inflammatoires existants tels que les anti-inflammatoires non stéroïdiens ou les corticostéroïdes présentent une efficacité limitée dans le temps et peuvent être à l'origine d'effets secondaires importants. Les traitements à base d'anticorps sont très coûteux, et présentent un manque de confort pour le patient, devant être administrés par voie parentérale. Le développement de nouveaux anti-inflammatoires répond à un besoin médical urgent.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Nouvelle classe d'anti-inflammatoires large spectre



Crédit : Laboratoire de chimie et biochimie pharmacologiques et toxicologiques

Les inventeurs ont identifié une nouvelle cible thérapeutique d'intérêt à visée anti-inflammatoire à large spectre, ainsi qu'une petite molécule capable d'inhiber cette cible. Ils ont montré que cette molécule inhibait la production de plusieurs cytokines inflammatoires par les cellules de l'immunité, et qu'elle avait également un effet thérapeutique sur un modèle animal d'arthrite rhumatoïde, en ralentissant la progression de la maladie. Ces travaux démontrent le fort potentiel thérapeutique de cette nouvelle cible et les scientifiques prévoient de synthétiser des analogues de cet inhibiteur, dotés d'un meilleur index thérapeutique.

Les applications potentielles de la technologie sont larges puisqu'elles incluent le traitement de l'inflammation associée aux infections virales aiguës ou chroniques (grippe, coronavirus) ainsi que le traitement des maladies auto-immunes telles que la polyarthrite rhumatoïde, le psoriasis ou la sclérodémie.

OBADEX

Porteur de projet
Christian DANI

Domaine d'application
Thérapeutique

Implantation
**Provence Alpes
Côte d'Azur**

Laboratoire
**Institut de Biologie Valrose
(CNRS / Université
Côte d'Azur)**

Début de projet
3^{ème} trimestre 2021

**Thérapie tissulaire de l'obésité
et des maladies métaboliques
associées**

OPTO CAS9

Porteur de projet
Bertrand DUCOS

Domaine d'application
Biologie (R&D)

Implantation
Île-de-France

Laboratoire
**Laboratoire de Physique
de l'ENS (CNRS / École
normale supérieure /
PSL Sorbonne Université /
Université Paris Cité)**

Début de projet
1^{er} trimestre 2022

Cas9 photo-activable

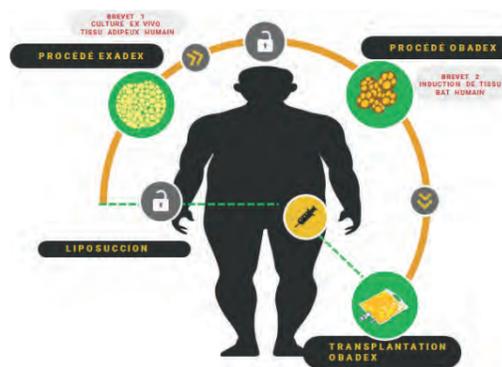
PROBLÉMATIQUE

Les désordres métaboliques, comme la stéatose hépatique non-alcoolique et le diabète de type II, sont responsables de plusieurs millions de morts chaque année car aucune solution thérapeutique ne permet actuellement de répondre à ce besoin médical. C'est l'accumulation des graisses dans le tissu adipeux blanc abondant chez les personnes obèses qui est à l'origine de ces désordres métaboliques. Au contraire du tissu adipeux blanc, le tissu adipeux brun / beige brûle les graisses, les sucres et sécrète des adipokines qui jouent un rôle régulateur positif sur le métabolisme. Une approche thérapeutique innovante vise alors à activer le tissu adipeux brun / beige pour stimuler la dépense énergétique et corriger les désordres métaboliques. Cependant, il existe un frein majeur à la thérapie qui cible le tissu adipeux brun / beige et qui est sa quasi absence chez le patient obèse.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Le procédé ExAdEx, développé et breveté précédemment, apporte la solution à ce frein thérapeutique. Il permet en effet la culture ex vivo de tissu adipeux blanc humain, tout en conservant sur le long terme sa structure 3D, sa fonctionnalité et sa vascularisation. Le procédé ObAdEx est le produit thérapeutique de la technologie ExAdEx car il permet la conversion ex vivo du tissu adipeux blanc prélevé chez le patient obèse en tissu adipeux brun / beige. Le projet ObAdEx lève donc le verrou de la source de tissu adipeux brun / beige chez l'homme.

À l'interface entre la recherche académique et les applications thérapeutiques et industrielles, les laboratoires iBV, Restore et la start-up ExAdEx-Innov s'impliquent conjointement pour proposer la première biothérapie pour lutter contre l'obésité et les maladies métaboliques par la greffe autologue ou allogénique du produit ObAdEx.



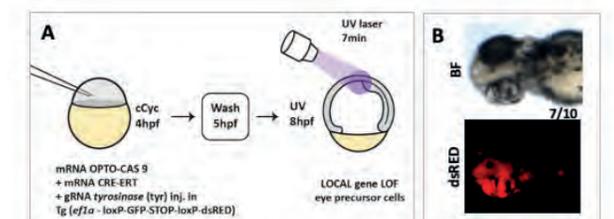
Crédit : Institut de Biologie Valrose

PROBLÉMATIQUE

Dans un organisme pluricellulaire, l'apparition de pathologies sévères ou chroniques est souvent liée à un dérèglement de la coordination fonctionnelle des cellules et des réseaux de gènes s'y afférant. Comprendre leur régulation complexe in vivo permettra d'identifier et corriger les dysfonctionnements conduisant aux situations physiopathologiques. Pour cela, nous avons développé un contrôleur de l'expression génétique in vivo. C'est un système pour invalider ou moduler l'activité de gènes dans un organisme vivant à l'échelle d'une seule cellule, sans altérer le génome des cellules voisines. Ce système concerne une protéine chimérique et ses utilisations, en particulier des méthodes pour le contrôle spatio-temporel de l'activité et / ou l'expression d'une endonucléase guidée par des ARN, dans un organisme vivant. Basées sur l'utilisation de ligands photo-activables, ces méthodes permettent de modifier rapidement et précisément le génome d'une ou plusieurs cellules d'un organisme, et d'en suivre l'évolution.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Méthode optogénétique pour contrôler précisément et rapidement, à la fois dans l'espace et le temps, l'activité d'une endonucléase de type Cas9 in vivo, non intégrée au génome. L'équipe a généré une protéine de fusion qui associe une endonucléase et un récepteur hormonal, reliés par un peptide de liaison optimisé et contenant une séquence de translocation vers le noyau des cellules pour y cibler l'activité de l'endonucléase. Cette protéine inactive dans les cellules, peut être activée rapidement par la lumière en utilisant un inducteur photosensible dit cagé, car possédant un groupement chimique photo-labile bloquant son activité. L'inducteur cagé (un ligand spécifique du récepteur hormonal des œstrogènes ou des glucocorticoïdes) est activé après une courte illumination (< 5 min.) à la longueur d'onde spécifique de décaage. L'inducteur cagé a la capacité de pénétrer passivement les cellules en culture ou l'organisme entier en raison de sa structure stéroïdienne.



Dépigmentation ciblée d'un seul des deux yeux du poisson après KO local du gène de la tyrosinase. Crédit : Laboratoire de Physique de l'ENS

PEPIA

Porteur de projet
Gabriel KROUK

Domaine d'application
Biologie (R&D)

Implantation
Occitanie

Laboratoire
**Institut des Sciences des Plantes
de Montpellier (CNRS / INRAE /
Université de Montpellier)**

Début de projet
1^{er} trimestre 2023

**Design de PEPTIDES
synthétiques par IA à vocations
biotechnologiques**

PROBLÉMATIQUE

Un des grands enjeux de la biologie moderne est de pouvoir contrôler les fonctions du vivant pour à la fois comprendre, améliorer, et soigner. L'évolution a fait émerger les peptides comme des molécules signalétiques de premier ordre dans le contrôle de fonctions biologiques. A titre d'exemple, les molécules actives des champignons les plus dangereux, des venins de serpents, de guêpes, ou certaines hormones humaines telles que l'ocytocine sont des peptides. Les peptides sont des petits assemblages de quelques (<100) acides aminés ayant des propriétés biologiques encore peu connues mais porteuses de grandes promesses.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Logiciel de design automatique de peptides régulateurs de protéines cibles. L'IA nommée PeTriBERT, permet aujourd'hui le design de protéines de synthèses ayant une conformation 3D désirée. Le projet vise à contraindre cette IA à dessiner des peptides ayant une affinité pour une protéine particulière et à vérifier l'activité biologique de ces peptides.



Séquence de conformations de protéines synthétiques dessinées par l'IA nommée PeTriBERT.
Crédit : Institut des Sciences des Plantes

PHENUX

Porteur de projet
Olivier SIRI

Domaine d'application
Diagnostic

Implantation
**Provence Alpes
Côte d'Azur**

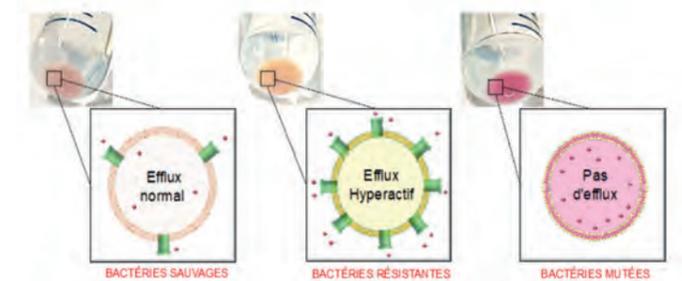
Laboratoire
**Centre Interdisciplinaire de
Nanosciences de Marseille (CNRS /
Aix-Marseille Université)**

Date de création
2^{ème} trimestre 2022

**Composés de diagnostic
pour détecter la résistance
aux médicaments médiée
par les pompes à efflux
dans les bactéries à Gram
négatif**

PROBLÉMATIQUE

Détecter la résistance aux antibiotiques est une préoccupation majeure des soignants pour adapter le traitement des patients. Parmi les mécanismes de résistance, les systèmes d'efflux ne sont pas pris en compte, alors qu'ils contribuent à rendre les bactéries multi-résistantes et particulièrement difficiles à traiter.



Visualisation du test colorimétrique de résistances bactériennes aux antibiotiques
Crédit : Centre Interdisciplinaire de Nanoscience de Marseille

En pratique générale, les techniques de diagnostic pour identifier ce type de résistance impliquent beaucoup de temps, de coûts et des configurations instrumentales sophistiquées.

Malgré la caractérisation d'un nombre croissant de pompes, les conséquences cliniques de la résistance par efflux sont mal connues du fait de nouvelles variables d'expression et du manque de marqueurs spécifiques pour les détecter en routine. Il existe ainsi une réelle demande d'un outil de diagnostic rapide et facile à mettre en œuvre pour la détection des systèmes d'efflux.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Notre équipe a développé une nouvelle classe de molécules, capable de différencier les bactéries ayant une activité d'efflux hyperactive, donc potentiellement multi-résistantes aux antibiotiques, de celles ayant une activité d'efflux normale ou inexistante (chez les bactéries à Gram positif telles que le Staphylocoque).

Ces composés colorent en effet les cellules bactériennes en fonction de leur activité d'efflux. Notre technologie est particulièrement puissante car la procédure d'utilisation est simple et ne nécessite pas de matériel sophistiqué. Les travaux en cours visent à adapter ce test diagnostique aux bactéries à Gram négatif qui sont extrêmement fréquentes parmi les bactéries multi-résistantes.

QUANTIM

Porteurs de projet
Sylvain FAURE et Florent BESSON

Domaine d'application
Medtech

Implantation
Île-de-France

Laboratoire
Laboratoire de Mathématiques d'Orsay (CNRS / Université Paris-Saclay) Laboratoire d'imagerie biomédicale Multimodale Paris Saclay (CNRS / CEA / INSERM / Université Paris-Saclay)

Début de projet
2^{ème} trimestre 2022

Quantification en imagerie multimodale

RELIEF

Porteur de projet
Ruxandra GREF

Domaine d'application
Thérapeutique

Implantation
Île-de-France

Laboratoire
L'Institut des Sciences Moléculaires d'Orsay (CNRS / Université Paris-Saclay)

Début de projet
4^{ème} trimestre 2022

Système à effet antalgique de longue durée

PROBLÉMATIQUE

L'imagerie moléculaire TEP (Tomographie par Emission de Positons), accessible en soins courants depuis le début des années 2000, est devenue un outil d'imagerie incontournable pour diagnostiquer et suivre l'évolution de nombreuses maladies. L'examen consiste à injecter au patient un radiomarqueur permettant d'imager une fonction biologique d'intérêt et à le faire s'allonger dans la machine TEP le temps de faire les clichés. Ce dispositif est aujourd'hui couramment utilisé pour suivre l'évolution des cancers car il rend les cellules cancéreuses très « lumineuses » et permet ainsi de localiser les tumeurs.

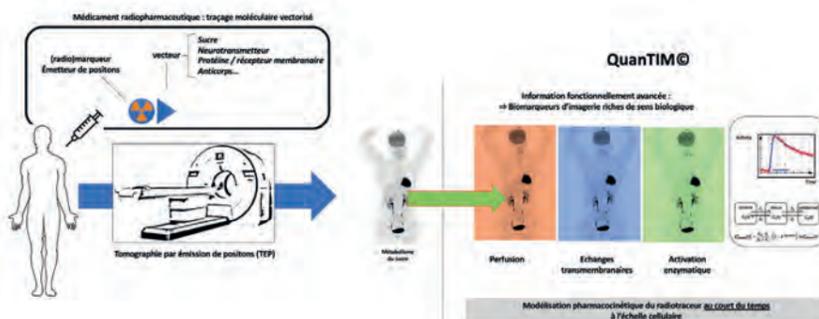
Actuellement aucun logiciel ne permet, en pratique clinique, la caractérisation multiparamétrique avancée des cancers en se basant sur des modèles biologiques élaborés. En effet, les coûts en temps de calcul et le manque de robustesse des méthodes mathématiques ont cantonnés ces développements au monde de la recherche et à de petites zones d'intérêt de quelques centaines de voxels (équivalent 3D du pixel - voxel = « volumetric pixel »).

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Le projet Quantim vise à optimiser des méthodes d'identification de paramètres des modèles biologiques considérés, tant d'un point de vue mathématique qu'informatique. Le choix des méthodes numériques et leur implémentation ultra-optimisée permet d'envisager d'obtenir des cartes 3D multiparamétriques en un temps raisonnable, quelques minutes, sur un laptop et pour des données TEP corps entier (plusieurs millions de voxels). En oncologie par exemple, de telles cartes permettront une meilleure compréhension de l'évolution des tumeurs compte tenu des traitements reçus par le patient mais également de visualiser un éventuel impact de ces traitements dans d'autres parties du corps. Afin de rendre rapidement accessible cette technologie,

Quantim propose dans un premier temps le développement d'un Plug-in pour le logiciel d'imagerie Osirix, largement répandu au sein de la communauté des médecins nucléaires et radiologues.

Cette innovation est stimulée par l'arrivée des machines TEP corps entier sur le marché mondial et par la mise au point de nouveaux radiomarqueurs capables d'imager de nouvelles fonctions biologiques.



Crédit : Quantim

PROBLÉMATIQUE

Dans le monde, plus de 100 millions de personnes souffrent de douleurs chroniques liées à de nombreuses pathologies. La douleur est l'un des symptômes les plus difficiles à supporter pour les patients et pour lequel de nouvelles solutions efficaces sont nécessaires. Il n'existe actuellement aucun antalgique de niveau 3 sans effets secondaires importants, notamment le risque de dépendance. De plus, la durée d'action de ces molécules est limitée et nécessite des administrations répétées.

Par conséquent, il existe un réel besoin de développer un traitement antalgique efficace et durable, tout en évitant les effets secondaires néfastes.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Pour répondre à la problématique des traitements antalgiques, les chercheurs ont mis au point une solution innovante, simple et efficace pour obtenir un effet antalgique sur plus de 48 heures, avec le moins d'effet secondaire. Cette technologie repose sur l'incorporation de l'un des antalgiques les plus puissants au monde, dans un système de type cage.



Crédit : L'Institut des Sciences Moléculaires d'Orsay

Ces cages solubilisent spontanément cette molécule, la protègent de la dégradation et lui assurent une libération prolongée. Cette formulation est basée sur la chimie verte.

RNALIT

Porteur de projet
Josef HAMACEK

Domaine d'application
Thérapeutique

Implantation
Centre Val de Loire

Laboratoire
Centre de biophysique moléculaire (CNRS)

Début de projet
1^{er} trimestre 2023

Nouveaux lipides ionisables thérapeutiques pour la délivrance d'ARNm sous forme de nanoparticules lipidiques

SCORE « MITOLEUK »

Porteur de projet
Julie MONDET

Domaine d'application
Biologie (R&D)

Implantation
Auvergne Rhône Alpes

Laboratoire
Institut pour l'avancée des biosciences (IAB) - LA TRONCHE (CNRS / INSERM / Université Grenoble Alpes)

Début de projet
3^{ème} trimestre 2022

Un nouveau marqueur pronostique dans la leucémie aigüe myéloïde

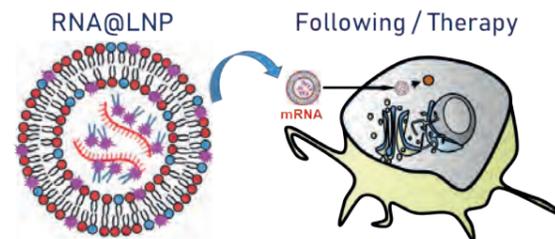
PROBLÉMATIQUE

La crise du Covid19 a ouvert une nouvelle piste pour la vaccination, l'ARN messager (ARNm). Les vaccins à ARNm approuvés contre le Covid19, comme ceux de BioNtech-Pfizer ou Moderna, consistent à injecter dans l'organisme des molécules d'ARNm synthétisées en laboratoire, encapsulées dans des nanoparticules lipidiques.

Malgré leur efficacité très élevée, ces vaccins souffrent de la faible stabilité des ARNm et se dégradent très rapidement. Ils nécessitent des conditions de stockage drastiques avec des températures inférieures à -70°C, soulevant ainsi des défis de transport et de logistique. De plus, leur biodistribution est difficile à évaluer.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Le projet RNALIT vise à synthétiser des lipides ionisables plus stables pour la protection et la délivrance d'ARNm sous forme de nanoparticules lipidiques (LNP). Les nouveaux lipides seront également dotés de fluorescence intrinsèque qui permettront à la fois la thérapie ARNm et le suivi des médicaments dans l'organisme par imagerie multimodale (PET, IRM). Ces LNPs pourront être utilisés pour le traitement des maladies monogéniques, infectieuses, cancers ou encore pour la régénération tissulaire.



Crédit : Centre de biophysique moléculaire

PROBLÉMATIQUE

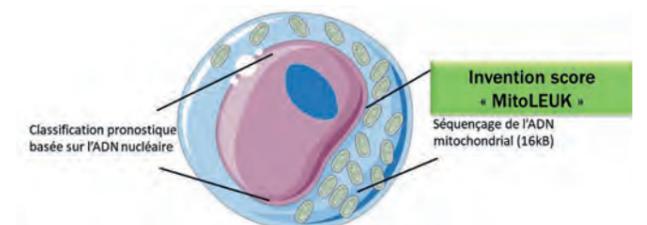
Les leucémies aigües myéloïdes (LAM) sont des proliférations malignes incontrôlées de progéniteurs myéloïdes immatures appelés cellules leucémiques, bloqués à un stade précoce de différenciation s'accumulant dans la moelle osseuse.

Malgré les avancées thérapeutiques, leur pronostic reste très péjoratif. La classification pronostique est réalisée au diagnostic pour chaque patient atteint de LAM et permet de définir une stratégie thérapeutique adaptée (i.e. chimiothérapie intensive suivie d'une greffe allogénique chez les patients de pronostic défavorable). Actuellement, les facteurs pronostiques utilisent l'âge, le taux de globules blancs et la classification pronostique internationale de l'European LeukemiaNet alliant un séquençage haut débit large et un caryotype. Toutefois, cette classification pronostique reste néanmoins améliorable.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

L'invention consiste en un nouveau score pronostique basé sur le séquençage de l'ADN Mitochondrial permettant de définir 3 groupes pronostiques : favorable, intermédiaire et défavorable.

Le score MitoLEUK permet une stratification pronostique améliorée par rapport au score pronostique habituel avec une meilleure stratification des patients de pronostic favorable (80% de survie à 5 ans versus 60% avec l'ELN dans ce sous-groupe) et montre son intérêt indépendamment des facteurs pronostiques habituels (âge, nombre de globules blancs, ELN, greffe). Le score MitoLEUK se présente comme une solution technique simple et peu coûteuse. Le projet de prématurité vise à consolider les résultats du score MitoLEUK comme un outil pronostique innovant dans LAM et à étendre son utilisation à d'autres cancers.



Biomarqueur pronostic des leucémies aigües myéloïdes (LAM)
Crédit : Institut pour l'avancée des biosciences

TRANSFECT-PEP

Porteur de projet
Eric VIVES

Domaine d'application
Thérapeutique

Implantation
Occitanie

Laboratoire
**Physiologie et médecine
expérimentale du cœur et des
muscles (CNRS / INSERM /
Université de Montpellier)**

Début de projet
4^{ème} trimestre 2022

**Transfection cellulaire d'ARNm
par un peptide pour le
développement d'outils alternatifs
en Immunothérapie des cancers**

PROBLÉMATIQUE

Le projet a trait au domaine émergent de la vaccination à ARN (Acide ribonuléique), une technologie de rupture qui vient de faire ses preuves dans la vaccination contre le Coronavirus (Covid-19), et qui présente un énorme potentiel dans la prévention des maladies infectieuses et des cancers. La vectorisation des ARNs est réalisée au sein de particules lipidiques vaccinales délicates à formuler et à conserver.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Les inventeurs proposent une nouvelle solution pour vectoriser l'ARN, basée sur l'utilisation alternative d'un peptide court, et souhaitent évaluer le potentiel de ce peptide à vectoriser divers ARNs présentant un potentiel en vaccination anticancéreuse.

Les scientifiques ont fait un début de preuve de concept de la capacité du peptide vecteur à vectoriser un ARN modèle, et ont montré que les nanoparticules obtenues étaient dotées d'une excellente stabilité et d'un taux de transfection élevé. L'enjeu du projet est d'évaluer la capacité du peptide à transfecter des ARNs codant pour des antigènes tumoraux ou pour des molécules immunomodulatrices, en vue d'applications vaccinales en oncologie. Ces études seront réalisées sur le petit animal. Les applications potentielles de cette technologie sont larges, et incluent la vaccination contre des cancers aussi divers que le mélanome, le carcinome pulmonaire, le cancer de la prostate, etc...

TUMOSTEO3D

Porteur de projet
Mickael BECHELANY

Domaine d'application
Medtech

Implantation
Occitanie

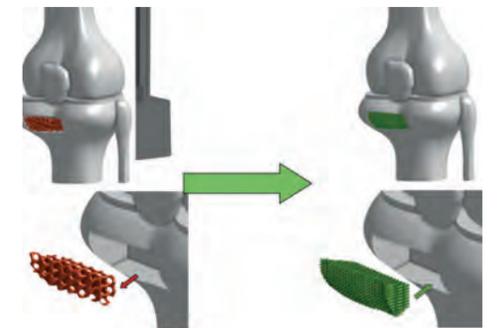
Laboratoire
**Institut Européen des
Membranes (CNRS / Ecole
nationale supérieure de
chimie de Montpellier /
Université de Montpellier)**

Début de projet
2^{ème} trimestre 2022

**Réparation tissulaire par impression
3D couplée à la délivrance locale de
médicaments pour un traitement
durable des ostéoclastomes**

PROBLÉMATIQUE

Les matériaux de comblement osseux se sont imposés comme une véritable alternative à l'autogreffe par les chirurgiens orthopédiques car ils répondent aux besoins de procédures mini-invasives et ambulatoires. En 2018, à l'échelle mondiale, plus d'un million de patients ont souffert de tumeurs osseuses qui provoquent de fortes douleurs et une morbidité des patients. Il faut alors opérer, retirer la tumeur et souvent combler la cavité osseuse. Pour ce faire on peut réaliser une autogreffe avec tous les risques associés ou utiliser des matériaux de comblement.



Fabrication de scaffold 3D personnalisé
par fabrication additive.
Crédit : Institut Européen des Membranes

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

TUMOSTEO3D vise de nouveaux implants 3D biodégradables, biomimétiques qui améliorent la prise en charge des patients. Ils répondent en effet au double défi d'améliorer la régénération osseuse et d'inhiber la prolifération des cellules cancéreuses. La synthèse par impression 3D de ces nouveaux biomatériaux à base de biopolymères permet d'adapter la forme au besoin du patient.

En choisissant les charges mélangées au polymère, l'objectif est de stimuler la formation osseuse et inhiber la prolifération des cellules de GCTB (giant cell tumor of bone). La bioefficacité des biomatériaux sera validée in vivo dans un modèle de fémur de rat au niveau de la formation osseuse et de l'inhibition de la croissance tumorale.

Ce projet transdisciplinaire est possible grâce à une collaboration forte avec l'IRCM (INSERM Université) et le CHU de Montpellier.

ViroID

Porteur de projet
Fabien MONTEL

Domaine d'application
Diagnostic

Implantation
**Auvergne
Rhône Alpes**

Laboratoire
**Laboratoire de Physique
de l'ENS de Lyon (CNRS /
École normale supérieure
de Lyon)**

Début de projet
1^{er} trimestre 2023

**Identification et quantification
de particules virales par nanopore**

PROBLÉMATIQUE

Actuellement, la détection rapide et précise des virus, qui est essentielle pour obtenir des informations sur les processus d'infections virales, reste un objectif à atteindre en clinique et en recherche fondamentale.

Les tests disponibles commercialement ne répondent pas entièrement aux spécifications requises dans plusieurs domaines d'application tels que la recherche fondamentale qui peut se concentrer sur les différentes étapes du cycle du virus, et le diagnostic clinique (suivi en direct des taux de virus).

Pour l'instant, un compromis doit être fait entre des techniques rapides, peu précises et trop spécifiques donc incapables de détecter plusieurs types viraux (test antigénique) et des techniques onéreuses, plus longues (qPCR, ELISA) qui nécessitent des étapes intermédiaires complexes.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

À travers ce projet, l'objectif est de proposer un dispositif médical tout-en-un de détection des particules virales qui soit précis et universel, c'est-à-dire capable d'identifier une large gamme de particules virales directement depuis un échantillon biologique et de mesurer la concentration associée.

Les caractéristiques du dispositif étant : une analyse courte, précise et une faible limite de détection.

VISSI

Porteur de projet
**Guillaume
THOMANN**

Domaine d'application
**Dispositif / Instruments /
capteur**

Implantation
**Auvergne
Rhône Alpes**

Laboratoire
**Sciences pour la Conception,
l'Optimisation et la Production
de Grenoble (CNRS /
Université Grenoble Alpes)**

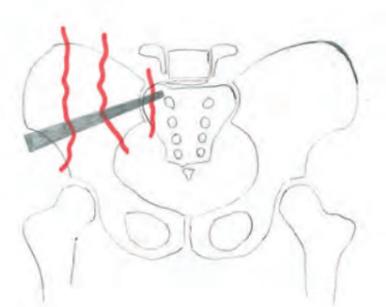
Date de création
4^{ème} trimestre 2022

**Vis optimisées pour les os
ostéoporotiques du bassin**

PROBLÉMATIQUE

La fracture du bassin est complexe à traiter chez les patients ostéoporotiques et plus le patient est âgé plus le risque d'immobilisation post opératoire et de mortalité dans l'année qui suit augmente. À ce jour pour réparer un bassin fracturé le chirurgien reconstruit numériquement le squelette sur la base des images de scanner.

En manipulant la maquette numérique virtuelle et sur la base du diagnostic de la fracture (gravité), il choisit l'implant au mieux selon l'anatomie et l'âge du patient. Cependant, l'expérience montre que les implants commerciaux actuels ne répondent pas aux besoins des patients âgés présentant une fracture du sacrum ou de l'os iliaque, car leur très faible densité osseuse n'empêche pas un déplacement ultérieur de l'implant. Qui plus est, comme l'os ne se reconstruit que très lentement, voire pas du tout, l'implant est destiné à rester en place jusqu'à la fin de vie du patient.



Zones de rupture du bassin chez les personnes ostéoporotiques et positionnement de l'implant

Crédit : Sciences pour la Conception, l'Optimisation et la Production de Grenoble

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Ce projet vise donc à explorer l'influence de diverses caractéristiques de vis (forme, dimension, matériau, profils de filets, etc.) afin d'identifier une gamme d'optimum et permettre aux praticiens d'adapter les implants aux cas de ces personnes ostéoporotiques.

La synergie entre les chercheurs en biomécanique et les praticiens hospitaliers permet d'enrichir les retours d'expérience et d'accélérer le développement. Les essais seront menés sur un banc à développer pendant le projet (reproduction des caractéristiques de l'os) puis sur matériel biologique.

À terme l'équipe espère permettre aux patients de retrouver une activité minimale à domicile, quels que soient leur âge et la perte de densité osseuse.

VITAE

Porteur de projet
Sylvie LORTHOIS

Domaine d'application
Medtech

Implantation
Occitanie

Laboratoire
**Institut Mécanique des Fluides
de Toulouse (CNRS / Université
de Toulouse - Sabatier / Institut
National polytechnique de
Toulouse)**

Date de création
3^{ème} trimestre 2022

VirTual BrAin PErfusion

PROBLÉMATIQUE

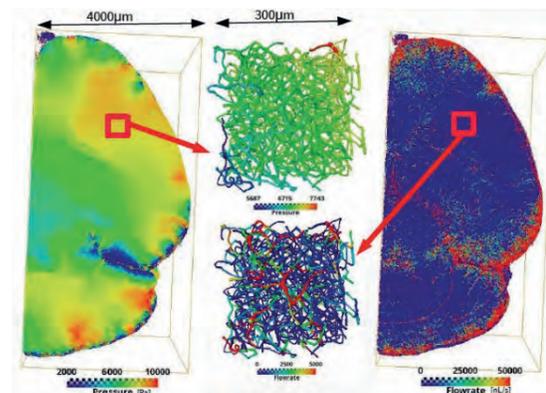
Le système vasculaire cérébral est le réseau logistique assurant et régulant l'apport d'oxygène et de nutriments aux neurones. Très gourmand en énergie, le cerveau est extrêmement vulnérable aux interruptions soudaines de l'apport d'oxygène et de nutriments, ainsi qu'à l'hypoperfusion cérébrale chronique, qui entraîne une neuro-dégénérescence progressive et un déclin cognitif. En outre, on sait maintenant que le débit sanguin cérébral diminue avant l'accumulation de déchets neurotoxiques et avant tout déficit cognitif mesurable, ouvrant la voie au développement de nouvelles stratégies thérapeutiques ciblant ces mécanismes vasculaires.

Toutefois, leurs interactions avec le vieillissement et les processus neurodégénératifs sont loin d'être compris. Il manque aussi des biomarqueurs permettant de suivre leur évolution et de démontrer les effets des médicaments.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

L'objectif du programme de prématuration est de poursuivre le développement d'un logiciel de calcul haute-performance (HPC), multi-échelle et prédictif des écoulements sanguins et des échanges avec les tissus, dont la structure est pensée pour le traitement des réseaux vasculaires. Ce logiciel a déjà permis de mieux comprendre l'implication de la circulation cérébrale dans le développement de pathologies du cerveau, telle que la maladie d'Alzheimer. Mais son utilisation nécessite des compétences avancées, généralement non disponibles par les utilisateurs du domaine.

La solution retenue est de faire évoluer ce logiciel en service web « Software as a Service » (SaaS), interactif, facile d'utilisation, fiable et performant, pour les besoins de la recherche biomédicale.



Preuve de concept pour la simulation de l'écoulement sanguin à l'échelle du cerveau chez le rongeur, à partir de données anatomiques hautement résolues
Crédit : Kirst et al. Cell 2020



ENVIRONNEMENT

ALIGN

Porteurs de projet
**Nicolas MANO et
Philippe POULIN**

Domaine d'application
Chimie / papier / textile

Implantation
**Nouvelle
Aquitaine**

Laboratoire
**Centre de Recherche Paul Pascal
(CNRS / Université de Bordeaux)**

Date de création
1^{er} trimestre 2023

**Agents de formulation
biosourcés à base de lignine**

PROBLÉMATIQUE

Les agents dits de formulation sont utilisés dans diverses applications, des peintures à la cosmétique en passant par l'agroalimentaire, les encres et les ciments. Ces agents ont différentes fonctions selon leur nature chimique. Ils permettent de stabiliser des particules par leur caractère amphiphile dû à la présence de parties hydrophobes et hydrophiles. Ce caractère amphiphile explique la capacité de certains agents à s'adsorber à des interfaces solides de particules, ou liquides d'émulsion eau/huile ou huile/eau. Ils peuvent aussi contribuer à la modification des propriétés rhéologiques, et au mouillage des formulations. Il existe une multitude de molécules synthétiques, pétrosourcées, actuellement disponibles pour ces applications.

Les agents de formulation conçus par synthèse organique à partir de composés pétrosourcés sont généralement efficaces. Mais il existe actuellement une forte demande pour valoriser d'autres composants de la biomasse en essayant de minimiser les transformations chimiques, et de valoriser des matériaux moins coûteux et disponibles en plus grande quantité.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Ce projet propose de développer des agents de formulation biosourcés à base de lignine via un traitement enzymatique en milieu aqueux, recyclant et valorisant ainsi la lignine qui est actuellement un déchet de l'industrie papetière.

KTIRIO

Porteur de projet
**Christophe
PRUD'HOMME**

Domaine d'application
Construction / bâtiments

Implantation
Grand Est

Laboratoire
**Institut de Recherche
Mathématique Avancée
(CNRS / Université de Strasbourg)**

Date de création
2^{ème} trimestre 2022

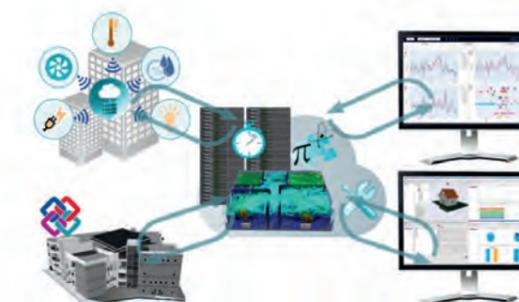
**Plateforme de services pour
la Simulation Énergétique
Dynamique (SED) des
bâtiments**

PROBLÉMATIQUE

Les bouleversements climatiques et les tensions sur les approvisionnements en matières premières, notamment l'énergie ont conduit à une prise de conscience des pouvoirs publics et des consommateurs. Il nous faut apprendre à réduire nos factures énergétiques (été comme hiver) et ainsi notre impact écologique. Les bureaux d'études et architectes modélisent les bâtiments et choisissent les matériaux de construction pour concevoir des bâtiments économes. On voit les offres de domotique se multiplier pour optimiser les consignes de chauffage ou climatisation, fermer les volets... Cependant la modélisation doit prendre en compte le bâtiment dans son ensemble et ce sont des calculs complexes et lourds.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Ktirio est une plateforme cloud qui permet, grâce à des algorithmes nouveaux, de répondre à ces défis de réduction des temps de calcul et d'ouvrir à l'utilisateur final une interface simplifiée pour gérer ses équipements selon des préconisations en temps réel. Grâce à un réseau de capteurs déployés à l'intérieur du bâtiment et à la réalisation d'un jumeau numérique de ce dernier (BIM) elle permet d'évaluer précisément les performances énergétiques des bâtiments existants, d'identifier les gisements d'économie d'énergie (anomalies et pistes d'amélioration), de comparer et évaluer des stratégies de rénovation et/ou de gestion énergétiques et d'assurer le pilotage optimal des bâtiments



Plateforme cloud Ktirio de services pour la Simulation Énergétique Dynamique des bâtiments
Crédit : Institut de Recherche Mathématique Avancée

NEOFOR ZNO

Porteur de projet
Stéphane DANIELE

Domaine d'application
Construction / bâtiments

Implantation
**Auvergne
Rhône Alpes**

Laboratoire
**Catalyse Polymérisation
Procédés et Matériaux (CNRS /
EC SPE Lyon / Université Claude
Bernard) avec la collaboration
de la société Neoformula /
Cap Trading**

Début de projet
2^{ème} trimestre 2022

**Elaboration de formulations
à base de nanoparticules
de ZnO pour revêtements
photocatalytiques**

PROBLÉMATIQUE

La pollution, les fumées, les particules en suspension dans l'air encrassent les peintures et diminuent le délai entre 2 ravalements. Des peintures auto nettoyantes qui ont été développées contiennent des particules catalytiques qui réagissent sous les UV pour dégrader les molécules organiques des dépôts. La majeure partie de ces particules catalytiques sont à base d'oxyde de titane et présentent l'inconvénient d'entraîner un blanchiment des peintures au fil du temps. De plus l'innocuité de ce matériau est de plus en plus remise en cause.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Le projet vise à substituer ces suspensions par une suspension d'oxyde de zinc stable dans l'eau (ne conduisant pas à une agrégation au fil du temps, ayant donc une meilleure durée de vie) et non toxique. La chimie de fabrication est également plus simple et évite toute manipulation de poudre pour la sécurité des opérateurs. Les premiers essais en laboratoire montrent une efficacité catalytique supérieure à celle de l'oxyde de titane sans blanchiment c'est pourquoi la société Neoformula s'est associée à ce projet. La capacité passera à une production de 10L en veillant à ne pas détériorer les propriétés de la suspension lors de la formulation des peintures. Dans un second temps des essais d'application en vraie grandeur seront menés pour valider l'intérêt de la formulation.



Différence entre les surfaces traitées et non traitées
Crédit : Neoformula Groupe Sapiens

NOUVEL ODORANT DU OUD

Porteur de projet
Nicolas BALDOVINI

Domaine d'application
Cosmétique

Implantation
**Provence Alpes
Côte d'Azur**

Laboratoire
**Institut de chimie de Nice
(CNRS / Université de Nice)**

Début de projet
1^{er} trimestre 2023

**Proposer un nouvel
ingrédient parfumant
issu du bois de oud**

PROBLÉMATIQUE

Le oud est un bois précieux issu d'arbres de la famille des Aquilaria, originaires du Sud-est asiatique. Il résulte d'une infection de l'arbre par certains champignons, qui transforment le bois sain (clair et inodore) en une matière résineuse, sombre et odorante. Son prix très élevé est dû à la raréfaction de la ressource naturelle, du fait de la surexploitation des Aquilaria pour la production du oud. Pour satisfaire la demande, ces arbres sont aussi cultivés et leur infection est déclenchée artificiellement.

Toutefois, la qualité olfactive des échantillons de bois sauvage reste généralement bien meilleure, et l'huile de oud constitue la matière première naturelle la plus chère de la parfumerie fine. Elle possède une odeur boisée incomparable qui en fait un ingrédient très apprécié pour la formulation de parfums haut de gamme, sans qu'il existe encore de substitut synthétique.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE



Huiles de oud (en haut) ; bois de oud (matière première)
mesure par olfactométrie (bas à gauche)
Crédit : N Baldovini

Le projet vise à développer une technologie de fabrication d'une nouvelle molécule odorante qui a été identifiée dans l'huile de oud sauvage. Par la puissance et la qualité de son odeur boisée, cette substance présente un potentiel de développement remarquable en tant qu'ingrédient en parfumerie fine. La synthèse de quantités multigrammes permettra de déterminer plus précisément les propriétés olfactives de cette molécule, grâce à son évaluation par des experts parfumeurs. Son analyse toxicologique sera menée en parallèle afin de mieux cerner son applicabilité en tant qu'ingrédient dans les formulations cosmétiques.

Plusieurs voies de synthèse seront ensuite explorées pour une préparation industrielle et un comparatif de ces méthodes permettra d'identifier leurs avantages et inconvénients, ainsi que leur coût global pour un passage à une production à plus grande échelle.

PAINTBIO

Porteur de projet
Lionel MARCON

Domaine d'application
Matériaux / revêtements

Implantation
Occitanie

Laboratoire
**Laboratoire de Biodiversité et
Biotechnologies Microbiennes
(CNRS / Sorbonne université)**

Date de création
4^{ème} trimestre 2022

**Développement de
nouvelles peintures
autopolisantes antifouling
écoresponsables**

PROBLÉMATIQUE

L'encrassement biologique ou « biofouling » correspond à la colonisation indésirable d'organismes marins (bactéries, algues, crustacés, mollusques) sur toute surface immergée. Dans le cadre de la navigation commerciale ou de plaisance, ce phénomène pose des problèmes économiques et écologiques importants (e.g. corrosion accélérée des coques, surconsommation en carburant, dispersion d'espèces exotiques ou pathogènes). Afin de lutter contre les biofouling, l'utilisation de peintures autopolisantes composées de biocides incorporés dans une matrice polymère s'est avérée être une excellente solution pour traiter les structures concernées. Cependant, les produits biocides actuellement utilisés dans les peintures commerciales sont toxiques et bioaccumulables. Pour préserver l'environnement et la santé humaine, il est donc urgent de développer de nouvelles molécules antifouling non toxiques, en accord avec une législation de plus en plus restrictive concernant l'usage des molécules autorisées.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Une stratégie innovante et écoresponsable contre l'encrassement biologique consiste à employer des composés naturels à activité « quorum quenching » ciblant un mécanisme clé de la communication interbactérienne, le quorum sensing. Cette approche permettra de s'attaquer aux premières étapes du mécanisme responsables de la formation de biofilms sans affecter la viabilité cellulaire et ainsi, de s'affranchir de l'utilisation des biocides usuels.

Dans le cadre du projet PAINTBIO, ces inhibiteurs seront incorporés dans une formulation de peinture autopolisante vouée à cibler spécifiquement le biofilm pionnier. L'efficacité antifouling de cette nouvelle génération de peinture sera testée à l'aide de souches bactériennes modèles marines représentatives de l'environnement marin et dans des aquariums d'eau de mer à circulation ouverte. Cette évaluation sera complétée par une étude toxicologique sur organismes fixés et sur la biodiversité planctonique en comparaison avec les peintures autopolisantes commerciales.



Coque d'un yacht avec une forte croissance de balanes et d'algues.
Crédit : Tone4751

PUR-O-SEO

Porteur de projet
Lyderic BOCQUET

Domaine d'application
Environnement

Implantation
Île-de-France

Laboratoire
**Laboratoire de Physique
de l'Ecole normale supérieure (CNRS / Ecole normale
supérieure-PSL / Sorbonne
Université / Université Paris
Cité)**

Date de création
3^{ème} trimestre 2022

Purification de l'eau par électro-osmose : un procédé novateur s'appuyant sur des membranes nanoporeuses

PROBLÉMATIQUE

L'accès à l'eau potable constitue dès à présent un enjeu majeur de nos sociétés modernes. Les sources de contamination de l'eau varient en nature et origines, et l'accès à l'eau constitue une problématique sociétale urgente. Nous connaissons désormais en Europe des pénuries dès le printemps et l'idée de recycler l'eau et boire « nos eaux usées » n'est déjà plus une chimère. À l'échelle mondiale 1 personne sur 3 n'a pas accès à une eau salubre et chaque jour, plus de 800 enfants de moins de cinq ans meurent d'une diarrhée causée par une eau insalubre (données OXFAM). Les infrastructures actuelles pour le traitement de l'eau sont généralement lourdes et peu modulables, et l'accès local et décentralisé (déconnecté du réseau électrique) est alors encore très limité malgré une forte demande, notamment dans les pays émergents.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Ce projet de prématurité vise le développement d'un nouveau type de procédé basé sur un concept de rupture ; l'électro-osmose à travers des membranes nanofluidiques composites. Une telle stratégie de filtration est capable de dépolluer des eaux courantes, industrielles et agricoles et pourrait être transposée pour des procédés de désalinisation à taille réduite. Cette technologie s'inscrit dans une démarche environnementale et pourrait être mise à profit de régions en voie de développement sous forme d'unités délocalisées car elle demande peu d'énergie en comparaison avec l'osmose inverse, et peut se coupler directement à un panneau photovoltaïque.

L'objectif principal de ce projet est la réalisation d'un semi-pilote de filtration capable de purifier plusieurs litres d'eau par jour. Un tel démonstrateur confirmera le potentiel applicatif de cette technologie qui a d'ores et déjà été brevetée par le CNRS.

TERRANEON

Porteur de projet
Jean-Daniel KANT

Domaine d'application
Environnement

Implantation
Île-de-France

Laboratoire
LIP6 (CNRS / Sorbonne Université)

Début de projet
1^{er} trimestre 2023

Logiciel d'Aide à la Décision pour réduire l'impact des activités humaines sur le climat et la biodiversité

ZEAU

Porteur de projet
Valentin VALTCHEV

Domaine d'application
Chimie / papier / textile

Implantation
Normandie

Laboratoire
Laboratoire Catalyse et Spectrochimie (CNRS / ENSI Caen / Université Caen Normandie)

Date de création
1^{er} trimestre 2023

Zeolite-induced drinkable water production from air humidity

PROBLÉMATIQUE

La responsabilité des activités humaines sur le changement climatique et les atteintes à l'environnement ne sont plus à démontrer : nous sommes entrés dans l'anthropocène. Les conséquences sont de plus en plus observables, certaines parties du monde vivent déjà les tempêtes ou les vagues de froid à -60°C. Face à la crise environnementale, comment identifier les décisions et politiques publiques conciliant acceptabilité sociale, prospérité économique, et viabilité de l'écosystème terre ?

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE



TerraNeon : comprendre l'impact de l'Homme sur le système Terre
Crédit : LIP6

TerraNeon est une plateforme d'aide à décision visant à réduire l'impact des activités humaines sur le système Terre. Elle propose une approche radicalement innovante, s'appuyant sur une méthode systémique intégrale, et sur l'intelligence artificielle collective : la simulation multi-agents. L'outil sera explicable, contrairement aux autres outils d'IA, facilitant la confiance des utilisateurs.

La méthode est systémique, intégrant les activités économiques, sociales, ainsi que le climat et la biodiversité. De plus, sera développé un module de simulation immersive afin que les utilisateurs puissent « vivre » au plus proche la société simulée et découvrir les effets de leurs décisions.

Cette approche se veut également interactive et participative afin que les solutions, construites collectivement (décideurs, citoyens), puissent être adoptées par le plus grand nombre.

PROBLÉMATIQUE

On estime qu'environ 10% des ressources en eau douce sont situées dans l'atmosphère et pourraient fournir jusqu'à 50 000 km³ d'eau potable. Cette ressource, théoriquement inépuisable, pourrait être utilisée pour faire face à la pénurie d'eau potable dans certaines parties de la Terre. Mais pour cela il est nécessaire d'avoir une technologie qui permettrait d'extraire sélectivement les vapeurs d'eau de l'air et de les condenser en liquide, le tout sans utiliser d'équipement complexe, coûteux et énergivore.

À ce jour, les générateurs d'eau à partir de l'humidité utilisent des technologies de climatisation pour générer de l'eau. La consommation d'énergie varie entre 650 et 850 Wh (électricité)/kg (eau), ce qui est jugé particulièrement coûteux. Il existe des tentatives pour réduire le coût de l'énergie en utilisant l'énergie solaire, mais à l'heure actuelle aucune solution n'est viable. De plus, les cycles adsorption/libération d'eau sont trop sensibles aux conditions géographiques (humidité, lumière, température) ce qui rend l'équation très complexe.

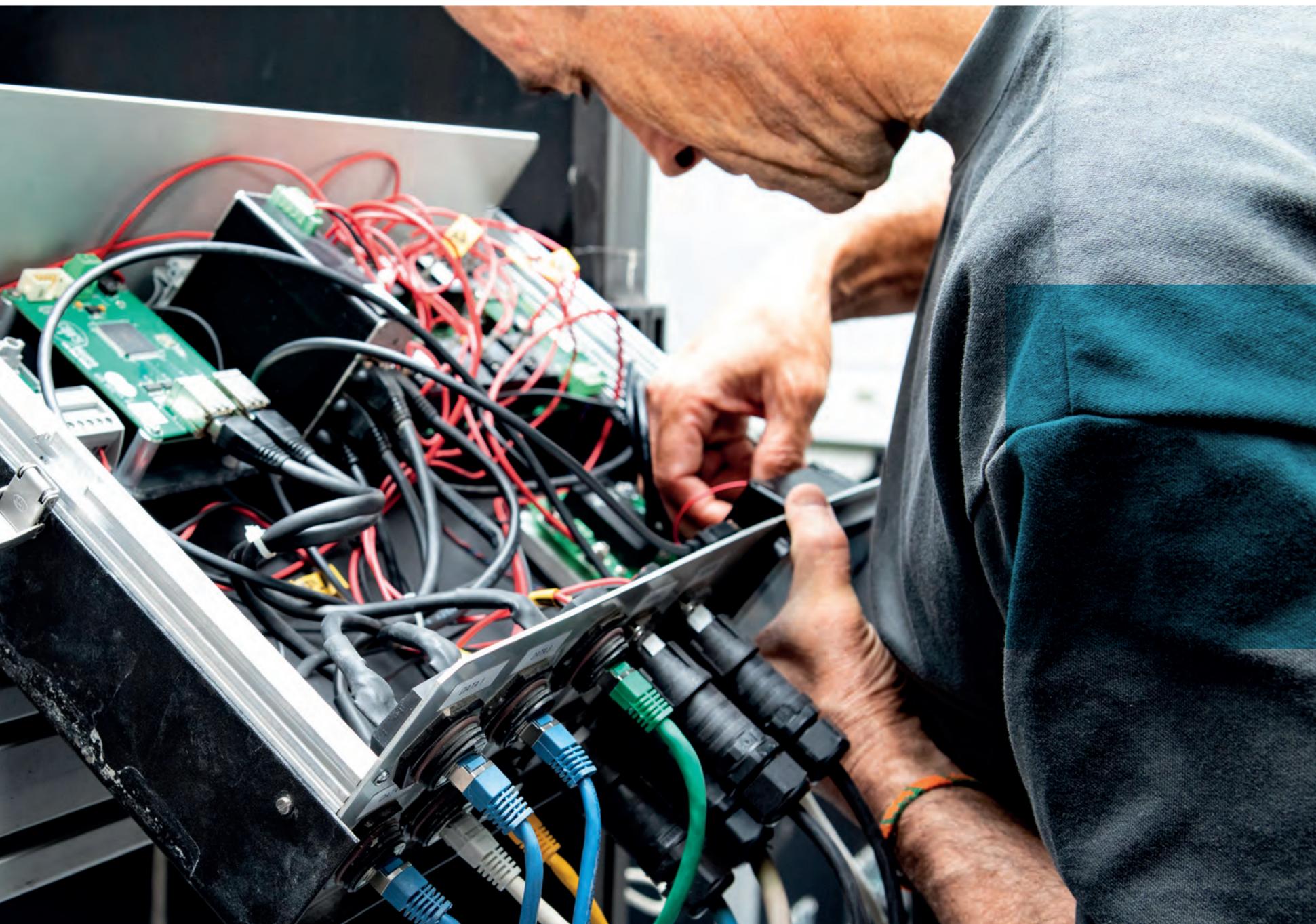
SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Les zéolithes sont des aluminosilicates microporeux cristallins, à l'heure actuelle plus de 250 types de structures différents sont connus, avec des tailles de pores pouvant varier de 0,3 à 0,7 nm et des compositions différentes.

Afin de faire face à ce défi, un type particulier de zéolithe sera développé. La composition et la structure seront choisis/modifiés et mis en forme afin de capter et relarguer l'eau à partir de l'humidité de l'air dans des conditions difficiles.



Procédé de transformation du CO₂ en eau
Crédit : image libre de droit



INSTRUMENTATION ÉLECTRONIQUE

3D COMPOSART

Porteur de projet
Maxime HARNOIS

Domaine d'application
**Dispositif / Instruments /
Capteur**

Implantation
Bretagne

Laboratoire
**Institut d'électronique
et des technologies
du numérique (CNRS /
Université de Rennes1 /
Centrale SUPELEC / Nantes
Université)**

Date de création
4^{ème} trimestre 2022

**Electronique 3D intégrée à la
surface ou au cœur de matériaux
composites**

PROBLÉMATIQUE

L'ajout de fonctions électroniques à la surface ou au cœur des objets de la vie quotidienne a pour objectif de leur offrir une valeur ajoutée additionnelle (communication, capteurs, interface homme-machine...) en plus de leurs fonctions principales (d'esthétisme, d'ergonomie). Répondre à ce type de problématiques permettra aux industriels de l'électronique d'accroître leur compétitivité en commercialisant des produits plus innovants. De nouveaux procédés technologiques de rupture doivent toutefois être développés. L'un des enjeux actuels est d'intégrer cette électronique directement à la surface, voire dans les matériaux constituant l'objet, quelle que soit sa nature ou sa forme.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Une nouvelle invention, à l'origine du projet 3D_CompoSMART, développée récemment par l'Institut d'électronique et des technologies du numérique et dénommée "électronique infusée" permet d'intégrer des fonctions électroniques complexes (capteurs, circuits électroniques...) directement à la surface et/ou au cœur de matériaux fibreux tels que des composites (e.g., fibres de verre dans une matrice époxy). Dans ce projet, deux applications nécessitant l'utilisation de composites sont choisies pour démontrer les potentialités de notre technologie. D'une part, la réalisation de PCB 3D (Printed Circuit Board en 3 dimensions) prouvera la possibilité de transférer de l'électronique en surface d'une carte électronique non-plane et d'autre part l'instrumentation du cœur d'un matériau composite (capteurs intégrés) afin d'en surveiller son intégrité structurelle.

De plus, la versatilité de cette technologie permettra à plus long terme d'envisager un large spectre applicatif dans des domaines nécessitant l'emploi de substrats fibreux tels que les textiles.



Composite instrumenté fabriqué au sein de la
plateforme NanoRennes de l'IETR
Crédit : photothèque CNRS

ACUIFA

Porteur de projet
**Manuela
CERBELAUD**

Domaine d'application
Matériaux / revêtements

Implantation
Nouvelle Aquitaine

Laboratoire
**Institut de Recherche sur les
Céramiques (CNRS / Université de
Limoges)**

Date de création
1^{er} trimestre 2023

**Assemblage colloïdal pour
l'impression en Fabrication
Additive**

PROBLÉMATIQUE

Comparée à l'impression 3D polymère ou métal, la fabrication additive céramique n'a pas atteint à date le même niveau de maturité technologique, même si elle permet la création d'outils et de pièces complexes à des coûts plus faibles et des délais plus courts en comparaison avec des techniques classiques telles que le pressage isostatique à chaud, l'extrusion ou encore le moulage.

Les procédés conventionnels de fabrication additive nécessitent l'emploi d'additifs organiques majoritairement issus de la pétrochimie (plastifiants, liants...) permettant certes la mise en forme 3D mais qui imposent ensuite une étape de déliantage avant le frittage des pièces. Ce déliantage, qui permet d'éliminer les matières organiques lors du traitement thermique, allonge la durée de fabrication, entraîne un surcoût énergétique et peut potentiellement induire un endommagement de la pièce.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Le projet vise à développer une technologie de fabrication additive par assemblage colloïdal dans un dispositif microfluidique. L'assemblage dans le dispositif microfluidique permet l'usage de solutions fluides, sans additifs organiques et donc sans déliantage. Différentes configurations seront testées pour explorer les potentialités de la technologie en termes de matériau, géométrie et définition de pièce voire la production de pièces composites.

Selon le cabinet d'études IDTechEx (2021) le marché de la fabrication additive céramique devrait représenter une valeur de 400M\$ d'ici 2032, soit 7 fois plus que sa valeur actuelle, porté par de plus en plus d'acteurs qui misent sur cette technologie. Les prévisions sont donc optimistes même si la technologie est encore jeune.



Exemple d'une pièce céramique produite
sans déliantage
Crédit : IRCER

CEISCAT

Porteur de projet
Jean-Jacques GREFFET

Domaine d'application
Dispositif / Instruments / Capteur

Implantation
Île-de-France

Laboratoire
Laboratoire Charles Fabry (CNRS / Institut d'optique graduate school / Université Paris-Saclay)

Date de création
4^{ème} trimestre 2022

**Cavity Enhanced
interferential Scattering**

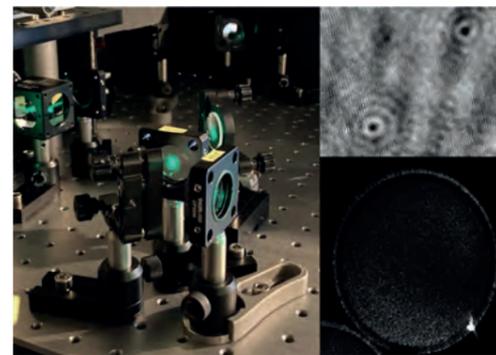
PROBLÉMATIQUE

Les anticorps monoclonaux et les protéines recombinantes sont des particules de quelques nanomètres de plus en plus utilisées comme médicaments. Ils requièrent des méthodes de caractérisation poussées lors des étapes de R&D puis de contrôle qualité de production. Ces nanoparticules sont trop petites pour être imagées avec les microscopes commercialisés et sont actuellement analysées par des méthodes physico-chimiques indirectes mesurant des grandeurs d'ensemble et nécessitant des marqueurs spécifiques.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

L'objectif du projet CEISCAT est de réaliser une démonstration expérimentale d'un microscope interférométrique permettant de passer de la mesure d'ensemble à l'imagerie de nanoparticules uniques de 3 nm de diamètre sans marquage fluorescent. Le principe de cette innovation repose sur l'utilisation d'une cavité résonante qui permet d'exalter de deux ordres de grandeur l'éclairage des nanoparticules et de rediriger la lumière diffusée dans un angle solide très faible.

Ces deux propriétés peuvent être combinées pour améliorer de trois ordres de grandeur le rapport signal sur bruit mesuré, facteur limitant dans ce domaine. Le fait de pouvoir imager individuellement les anticorps permettra de mesurer leur concentration, leur taille, leur affinité à une cible et caractériser leur état d'agrégation.



Technique de détection de nanoparticule. (de gauche à droite et de haut en bas, montage optique, image des particules, image dans le plan de Fourier).
Crédit : M. Greffet, Laboratoire Charles Fabry

GIFAD-HP

Porteur de projet
Hocine KHEMLICHE

Domaine d'application
Dispositif / Instruments / Capteur

Implantation
Île-de-France

Laboratoire
Institut des Sciences Moléculaires d'Orsay (CNRS / Université Paris-Saclay)

Date de création
3^{ème} trimestre 2022

**Système d'imagerie
universel pour surfaces
et couches minces**

PROBLÉMATIQUE

Les matériaux en couches minces, outre de contribuer à réduire la quantité de matière utilisée, montrent des propriétés remarquables exploitées dans la majorité des dispositifs équipant les objets du quotidien (smartphones, ordinateurs, lasers ou encore cellules solaires de nouvelles générations). Les performances de ces dispositifs, souvent basés sur un empilement de couches minces de matériaux différents, dépendent fortement de la qualité cristalline de ces couches, de leur épaisseur, de la densité de défauts mais également de la qualité de l'interface entre elles. Un des enjeux technologiques consiste à contrôler, pendant la croissance, tous ces paramètres de manière sensible, discriminante et non destructive et ce quelles que soient la méthode de dépôt et la nature (organique/inorganique) du matériau. Les outils disponibles permettant ce contrôle en temps réel, principalement la diffraction d'électrons de haute énergie (RHEED) ou l'ellipsométrie, ne répondent pas totalement à ces besoins.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Le projet GIFAD-HP a pour objectif de développer un prototype d'un système d'imagerie universel de la structure de surface des matériaux, ultra-sensible et non destructif, compatible avec tous les types de matériaux et tous les modes de dépôt de couches minces, capable d'opérer en temps réel pendant leur croissance.

L'originalité de ce système d'imagerie, basée sur une géométrie à double pompage différentiel, repose sur l'exploitation de la diffraction d'atomes d'hélium sur la couche en cours de croissance. Cette percée technologique permet de déterminer la réactivité d'une surface dans un environnement où règnent des pressions allant jusqu'à 10-2 mbar, ce qui la rend compatible avec la majorité des machines de dépôt de couches minces. La preuve de concept sera apportée sur l'analyse en temps réel d'un dépôt de couches minces par pulvérisation plasma magnétron dans sa version fortes impulsions (HiPIMS). A terme, cette innovation pourrait déboucher sur un système de contrôle de croissance intégré dans des machines de dépôt dédiées.



Dépôt de couches minces par pulvérisation plasma magnétron.
Crédit : ISMO (A. Mukherjee)

IR²MM

Porteur de projet
Maxim ZHADOBOV

Domaine d'application
Dispositif / Instruments / Capteur

Implantation
Bretagne

Laboratoire
Institut d'Electronique et des Technologies du Numérique (CNRS / CentraleSupélec / Nantes Université/ Université Rennes 1)

Début de projet
4^{ème} trimestre 2022

Infrared imaging for characterization of radiation performances of low-power millimeter-wave wireless devices

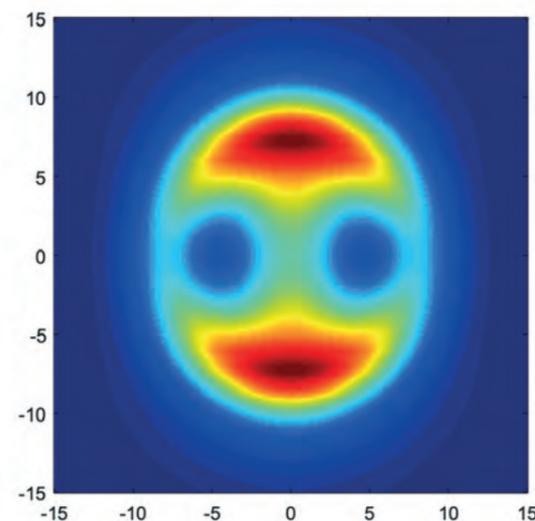
PROBLÉMATIQUE

Le besoin continu de communications mobiles hautes performances conduit à un développement rapide des réseaux mobiles cellulaires hétérogènes de nouvelle génération. De toute évidence, le spectre hyperfréquence conventionnel ne peut pas répondre à cette demande croissante de débits de données plus élevés. Ainsi, l'industrie du sans-fil est propulsée vers un spectre sous-utilisé au-dessus de 10 GHz, y compris les bandes d'ondes millimétriques (mmW). En particulier, mmW 5G/6G fournira une latence ultra-faible (≈ 1 ms) et des débits de données ultra-élevés (plusieurs Go/s). En France, il a été identifié comme secteur prioritaire dans le cadre des stratégies d'accélération du PIA4. La poussée systématique et continue vers les communications mobiles émergentes 5G/6G se traduira par un besoin urgent de techniques de mesure pour la caractérisation des performances de rayonnement des mmW des appareils émergents sans fil.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Actuellement, il existe un fort besoin de techniques de mesure à mmW émergentes pour la 5G/xG notamment en champ proche. Le développement de nouvelles approches pour la caractérisation des performances de rayonnement mmW est important pour anticiper le déploiement massif à venir des dispositifs d'mmW émergents sans fil.

La solution proposée repose sur le développement d'un démonstrateur d'une nouvelle technique thermo-électromagnétique pour la caractérisation rapide à large bande des performances de rayonnement des dispositifs sans fil 5G/xG à mmW (diagramme de rayonnement, densité de puissance, directivité, etc.) en champ proche ainsi qu'en champ lointain et avec une résolution spatiale submillimétrique.



Distribution de densité de puissance à 60 GHz reconstruite à partir de mesures infrarouges
Crédit : Institut d'Electronique et des Technologies du Numérique

MATRISCOPE

Porteur de projet
Alexandre AUBRY

Domaine d'application
Dispositif / Instruments / Capteur

Implantation
Île-de-France

Laboratoire
Institut Langevin (CNRS / ESPCI Paris / PSL / Sorbonne Université / Université Paris Cité)

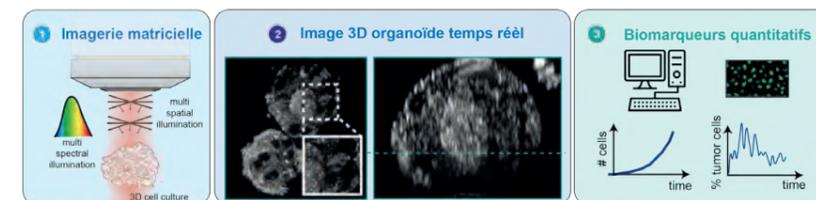
Début de projet
1^{er} trimestre 2023

Microscope Matriciel Multi-Spectral

PROBLÉMATIQUE

Ces dernières années, la culture d'organoïdes issus de cellules souches constitue une avancée majeure pour la recherche thérapeutique en biologie et en médecine. Les organoïdes permettent d'étudier la croissance, l'homéostasie et la régénération des tissus et de contribuer ainsi à la médecine personnalisée et au développement de médicaments. Afin d'obtenir les informations nécessaires, telles que la structure morphologique, le fonctionnement des cellules et leur métabolisme, il est nécessaire de contrôler en temps réel le processus de culture des organoïdes. La microscopie optique est un choix simple et pratique permettant de réaliser une observation non-invasive et dynamique des cellules. Bien qu'il existe actuellement une large gamme de microscopes dédiée à l'imagerie optique, aucun ne répond simultanément aux contraintes indispensables pour assurer le monitoring de culture d'organoïdes.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE



- 1) L'imagerie matricielle multi-spectrale consiste à illuminer un échantillon d'organoïdes à l'aide d'un ensemble d'ondes incidentes à différentes longueurs d'onde et stocker l'ensemble des champs lumineux rétro-diffusés par l'échantillon dans une matrice de réflexion.
- 2) Une fois acquise, un ensemble d'algorithmes intelligents lui sont appliqués afin d'extraire une image 3D haute résolution d'un grand volume d'organoïdes.
- 3) La cartographie d'un ensemble de bio-marqueurs est réalisée pour caractériser la croissance, le fonctionnement et le métabolisme des organoïdes.

Crédit : Institut Langevin

Le projet MATRISCOPE propose une solution complète et optimale à l'imagerie des tissus biologiques, ce qui constitue un changement de paradigme radical en imagerie optique. L'objectif de projet est de développer un microscope matriciel multi-spectral non-invasif permettant de réaliser une image de réflectivité 3D in-vivo d'une grande variété de tissus avec des performances inégalées en termes de résolution, champ de vision et profondeur de pénétration. L'originalité réside dans la mesure et le traitement numérique intelligent d'une grande quantité de données fournissant une tomographie d'un ensemble de nouveaux biomarqueurs quantitatifs inédits pour les spécialistes.

METACHAOS

Porteur de projet
Philipp DEL HOUGNE

Domaine d'application
Dispositif / Instruments / Capteur

Implantation
Bretagne

Laboratoire
Institut d'électronique et des technologies du numérique RENNES (CNRS / Université Rennes 1 / Centrale Supélec / Nantes Université)

Début de projet
1^{er} trimestre 2023

Processeur d'onde basé sur le chaos ondulatoire meta-programmable

METALO

Porteurs de projet
**Christophe LETHIEN
Pascal ROUSSEL**

Domaine d'application
Énergie

Implantation
Hauts-de-France

Laboratoire
Institut d'électronique, de microélectronique et de nanotechnologie (CNRS / Université de Lille, Université Polytechnique Hauts-de-France)

Début de projet
3^{ème} trimestre 2022

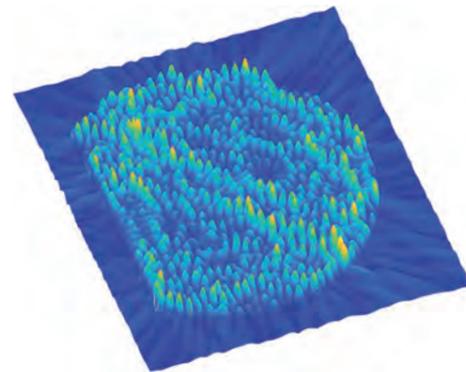
Micro-condensateur Métal / Isolant / Métal ultra rapide et haute tension pour l'électronique embarquée

PROBLÉMATIQUE

Le traitement de signaux dans leur domaine natif permet la réalisation d'opérations mathématiques à la vitesse de la lumière et sans consommation significative d'énergie avant un éventuel passage par un convertisseur analogique-numérique. La base d'un tel processeur d'onde est un système de matière sculptée. À ce jour, ces systèmes restent très vulnérables et manquent de flexibilité.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

En prenant un système programmable de diffusion aléatoire comme point de départ, ce projet s'affranchira des deux limitations en même temps. L'objectif du projet est de développer des prototypes qui seront compatibles avec des besoins industriels de processeurs d'ondes, afin d'augmenter le niveau de maturité de concepts développés précédemment dans un contexte académique.



Chaos ondulatoire dans une cavité chaotique paramétrisée pour servir comme processeur d'onde
Philipp del Hougne (CNRS, IETR - Univ Rennes)

PROBLÉMATIQUE

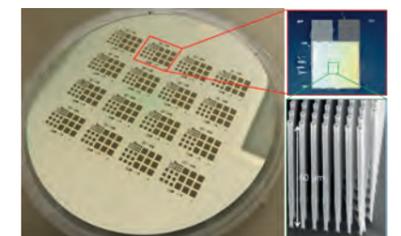
La miniaturisation des composants électroniques est au centre de nos problématiques actuelles pour répondre à des besoins dans de nombreuses applications sociétales comme l'e-santé, le contrôle environnemental, les capteurs oubliés, l'Internet des objets ou la téléphonie mobile (5G, 6G). Dans ce contexte, l'autonomie énergétique d'objets communicants nomades (smartphones, objets connectés miniaturisés (IoT, capteurs oubliés...), micro-drones mimant l'insecte) est un gros point faible freinant leurs développements et les nombreuses applications qui en découlent.

Pour des objets connectés de plus en plus petits et diversifiés, la course aux millimètres carrés disponibles est lancée avec un besoin de miniaturisation qui se traduit par une augmentation des densités d'intégration pour faire face aux limitations actuelles des circuits en technologie planaire. L'intégration de micro-sources d'énergie performantes pose donc le problème crucial de leur encombrement surfacique au regard des performances de stockage attendues.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Les micro-condensateurs tout solide Métal / Isolant / Métal (MIM) en technologie silicium sont des éléments essentiels des circuits intégrés. Ils opèrent dans des applications de filtrage, de découplage ou de stockage d'énergie.

Ces micro-condensateurs MIM 3D ont pour but de répondre instantanément aux pics de courant du circuit électrique auxquels ils sont connectés. Ils permettent donc de réduire les variations de la tension d'alimentation et fournissent ainsi (très rapidement) la quantité de courant nécessaire pour maintenir la tension constante. Couplé à une batterie Li-ion dans un smartphone ou à une micro-batterie Li-ion au sein d'un objet connecté miniaturisé, un gain de 30 % en durée de vie de la (micro) batterie est attendu. Le projet METALO a donc pour but de fabriquer des micro-condensateurs 3D intégrant un empilement Métal / Isolant / Métal dont le dépôt « suit la forme » d'un squelette 3D de grande surface développée.



Micro-condensateurs MIM 3D intégrés sur Silicium.

Focus sur un composant MIM. Vue en coupe du tronc de l'architecture 3D hiérarchique à base de micro-piliers usinés dans le silicium.

Crédit : F. Marlec / K. Robert et C. Lethien

SYNCLOCK

THMAT

 Porteur de projet
Haralampos STRATIGOPOULOS

 Domaine d'application
Telecom

 Implantation
Île-de-France

 Laboratoire
LIP6 (CNRS / Sorbonne Université)

 Début de projet
1^{er} trimestre 2023

Conception anti-piratage des émetteurs-récepteurs Radio
 Fréquence basée sur le verrouillage de synchronisation

 Porteur de projet
Jean-Luc GARDEN

 Domaine d'application
Dispositif / Instruments / Capteur

 Implantation
Auvergne Rhône Alpes

 Laboratoire
Institut Néel (CNRS)

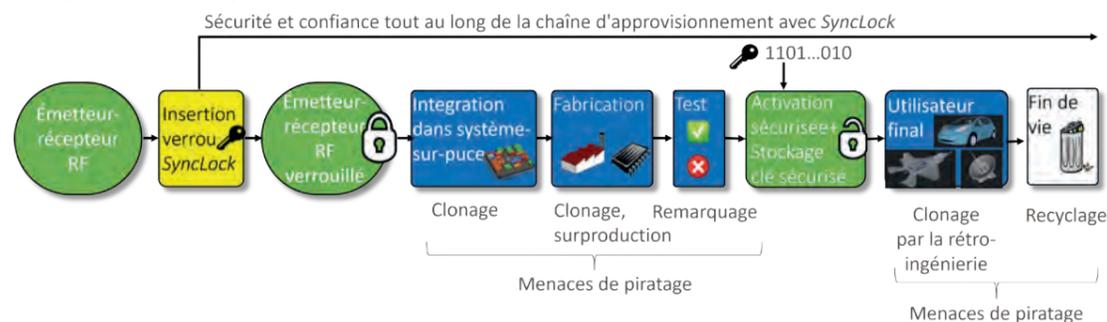
 Date de création
2^{ème} trimestre 2022

THERMOMATRIX

PROBLÉMATIQUE

Dans les années 1980s, une société de microélectronique possédait tout le savoir-faire pour concevoir une puce électronique de bout en bout. Aujourd'hui les circuits intégrés (CI) sont devenus très complexes et la grande majorité des sociétés fait appel à des tiers : une société achète certains blocs plus spécialisés afin de construire un système-sur-puce et la plupart des sociétés sont « fabless » et envoient leur CI à une fonderie offshore pour la fabrication. L'une des conséquences de cette chaîne d'approvisionnement massivement mondialisée est qu'un CI peut facilement faire l'objet de piratage. Il existe plusieurs menaces de piratage : clonage, rétro-ingénierie, surproduction, marquage, recyclage et utilisation non-autorisée. Le piratage est une préoccupation majeure pour : l'industrie (perte de la propriété intellectuelle, revenus et valeur de marque), les gouvernements (puces contrefaites utilisées dans des infrastructures critiques telles que la défense) et la société (les puces contrefaites ont une qualité inférieure).

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE



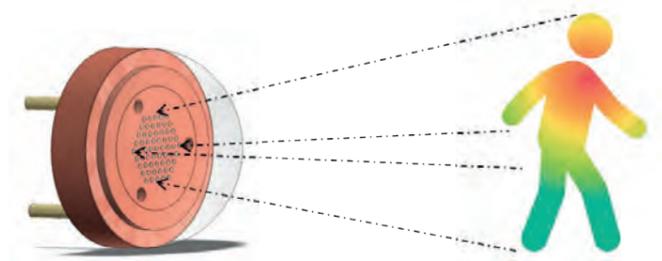
Le projet concerne une technologie de sécurisation anti-piratage des émetteurs-récepteurs Radio Fréquence. Ce CI est indispensable dans les objets connectés permettant la communication sans fil. Il est omniprésent, jouant un rôle essentiel dans de nombreuses applications. Il est donc très fréquemment une cible d'attaque. La solution apportée est basée sur le principe de verrouillage qui transforme le CI en un CI fonctionnellement équivalent dont la fonctionnalité dépend d'une clé secrète correcte. Le verrou agit sur les bits du préambule des trames transmises par l'émetteur, de sorte que si une clé invalide est utilisée, l'émetteur ne se synchronise pas avec le récepteur et donc la communication est coupée. Cette technologie présente plusieurs avantages pour son adoption par l'industrie : la performance prévue est retenue avec la clé secrète, le coût de mise en œuvre est minimal (complexité, surface, consommation, etc.), elle est compatible avec toutes les architectures d'émetteur-récepteur RF, et résiste à toutes les contre-attaques connues.

PROBLÉMATIQUE

Les caméras de détection thermique de rayonnement infra-rouge commercialement disponibles manquent généralement de sensibilité. Les plus sensibles sont basées sur des matrices de microbolomètres refroidies à l'hélium liquide pour abaisser le bruit thermique. Elles sont très chères et généralement fragiles. A ce jour, il n'existe pas de caméra de détection thermique de rayonnement infra-rouge qui soit sensible, qui fonctionne à la température ambiante et qui permette à la fois de suivre des variations de température rapides (e.g. 100 Hz) d'un objet rayonnant.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Le projet vise à réaliser une preuve de concept d'une nouvelle caméra de détection thermique infra-rouge, basée sur des matériaux thermoélectriques performants, à très haute sensibilité, rapide, et simple d'utilisation. Elle sera obtenue grâce à la mise au point d'un nouveau procédé de micro-fabrication de pixels montés en matrice sur un support en polymère.



Un prototype de caméra de détection thermique de rayonnement infrarouge à haute sensibilité non refroidie sera obtenu par des techniques de microfabrication.
 Crédit : Institut Néel

La caméra thermique aura un rapport signal sur bruit inégalé dans le domaine puisque le bruit de phonons sera équivalent au bruit Johnson à température ambiante. Sa robustesse sera élevée, et son coût de fabrication sera inférieur à celui de la concurrence. Cette nouvelle caméra se positionne en concurrence directe des caméras micro bolométriques issues de la filière du silicium et de ses dérivés.

TITANIC

Porteur de projet
**Hilton BARBOSA
DE AGUIAR**

Domaine d'application
**Dispositif / Instruments /
Capteur**

Implantation
Île-de-France

Laboratoire
**Laboratoire Kastler (CNRS
/ Collège de France / ENS-
PSL / Sorbonne Université)**

Début de projet
2^{ème} trimestre 2023

**Time of flight programmable
specTrometer for RAmaN
mlCrospectroscopy**

PROBLÉMATIQUE

L'analyse histopathologique est indispensable dans la caractérisation de la plupart des tumeurs ainsi que de nombreuses pathologies. Cependant, la procédure reste relativement inefficace, engendrant un véritable goulot d'étranglement dans les délais de diagnostic, et son coût élevé limite son expansion dans les environnements défavorisés tels que les pays en voie de développement. Un décodeur optique de composition chimique pour l'évaluation des pathologies pourrait être une alternative pertinente, mais actuellement non disponible : les développements technologiques actuels utilisent des méthodes pour accélérer l'imagerie, mais sont encore trop chers pour être largement accessibles. Le but serait de disposer d'un dispositif de caractérisation chimique universel avec des capacités d'imagerie qui soit abordable, rapide et fiable.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

La microscopie Raman Comprimée permet d'imager et de caractériser la composition chimique d'un matériau sans recours à des agents de marquage exogènes. Elle reste néanmoins inaccessible pour des échantillons fluorescents comme la plupart des échantillons biologiques.

Le projet TITANIC a pour objectif de développer un prototype d'un système Raman Comprimé pour l'imagerie Raman d'échantillons à fluorescence intrinsèque. La percée technologique à la base de ce projet permettra une imagerie Raman à grande vitesse d'échantillons biologiques, en séparant le signal Raman et le signal de fluorescence de l'échantillon, avec une résolution spatiale élevée et à un prix considérablement inférieur à celui des microscopes Raman cohérents existants.

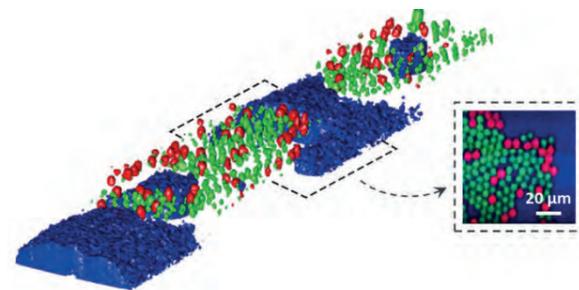


Image d'identification chimique de microbilles de polystyrène (6 µm, rouge) et PMMA (5 µm, vert) immergées dans l'eau obtenue par Raman Comprimé. Crédit : LKB

TOPOPIX

Porteur de projet
Etienne BRASSELET

Domaine d'application
**Dispositif / Instruments /
Capteur**

Implantation
**Nouvelle
Aquitaine**

Laboratoire
**Laboratoire ondes et
matière d'Aquitaine (CNRS /
Université de Bordeaux)**

Début de projet
1^{er} trimestre 2023

**Afficheur multistable à cristaux
liquides**

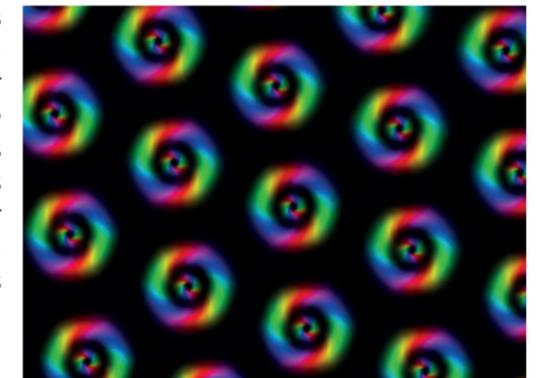
PROBLÉMATIQUE

Le développement de nouvelles fonctionnalités de matériaux est un enjeu majeur pour le stockage et le traitement de l'information et pour l'énergie. Les propriétés topologiques de la lumière dite « structurée » sont aujourd'hui au cœur de nouveaux développements conceptuels et à vocation applicatives pour répondre aux besoins de génération, traitement et stockage de l'information grâce à la lumière. Le déploiement des propriétés topologiques de matériaux pour piloter les propriétés topologiques de la lumière ne reste cependant qu'une option essentiellement cantonnée à la recherche fondamentale. Les cristaux liquides, qui représentent à la fois un cas prototypique de matière molle et de matériaux haute performances pour l'optique, représentent une opportunité que ce projet vise à exploiter.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Usuellement, les dispositifs à cristaux liquides sont pixélisés et activés par voie électrique, l'application d'une tension électrique étant nécessaire à maintenir un état donné pour la distribution des pixels. Le projet TOPOPIX propose une approche alternative, basée sur les propriétés topologiques structurales des cristaux liquides chiraux : les pixels proposés ne nécessitent pas de maintenir une tension électrique pour rester allumés et permettent ainsi un gain en consommation d'énergie et en portabilité. L'état de chaque pixel induit sous champ électrique sera mémorisé dans le volume du pixel.

L'objectif du programme de prématuration est la réalisation d'un démonstrateur d'un afficheur à cristaux liquides pixélisé, adressable électriquement, permettant l'affichage à la demande de caractères alphanumériques qui resteront mémorisés une fois éteint le champ électrique leur ayant donné naissance.



Structure périodique mémorisée dans un film de cristal liquide observé au microscope optique polarisant. Crédit : "M. Rafayelyan et E. Brasselet, Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine (UMR5798)

TURBOCOOL

Porteur de projet
Denis MARION

Domaine d'application
**Dispositif / Instruments /
Capteur**

Implantation
**Nouvelle
Aquitaine**

Laboratoire
**Centre lasers intenses
et applications (CNRS / CEA /
Université de Bordeaux)**

Date de création
2^{ème} trimestre 2022

Turbulent optics cooling

PROBLÉMATIQUE

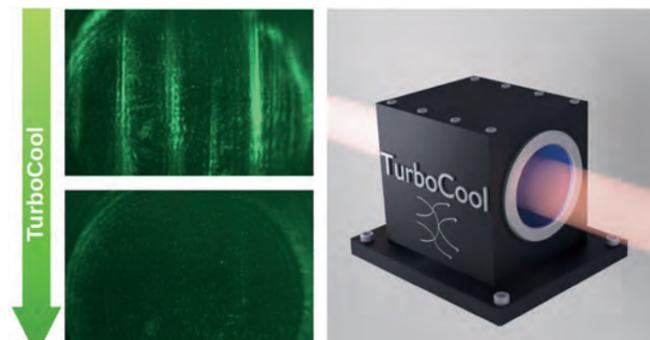
L'optique à haute puissance moyenne constitue un domaine de recherche et d'utilisation industrielle extrêmement actif. La spécificité des lasers impulsions de haute puissance est la concentration extrême de l'énergie, dans l'espace et dans le temps qu'ils rendent possible. Cette densité de puissance ne peut, à ce jour, être dépassée que par les réactions nucléaires, aux problématiques évidentes, et elle est indispensable pour créer des particules subatomiques très énergétiques et des rayonnements extrêmes aux applications nombreuses : imagerie industrielle, irradiation des matériaux pour l'industrie électronique, spatial et défense, énergie, activation de matériaux.

Un des principaux défis à relever pour accéder à ces nouvelles puissances laser est la gestion des charges thermiques critiques des matériaux optiques des chaînes laser, sans laquelle on risque l'endommagement irréversible du matériau et la dégradation de la pureté optique du faisceau.

SOLUTION / PRODUIT / TECHNOLOGIE

Le projet vise à développer une technologie de refroidissement innovante pour les amplificateurs laser à très haute puissance. L'invention consiste à plonger les optiques dans un liquide transparent en régime turbulent.

À une température clairement identifiée, les perturbations optiques dues aux turbulences disparaissent, permettant ainsi de profiter d'un refroidissement des matériaux fortement accru grâce au régime turbulent tout en conservant une qualité optique indispensable aux lasers de puissance.



Gauche : disparition des turbulences optiques néfastes via la technologie TurboCool.
Droite : illustration prévisionnelle du prototype d'amplificateur laser.
Crédit : Centre lasers intenses et applications

Photo de couverture :

Dispositif microfluidique à la base de la technologie des capsules cellulaires, permettant l'encapsulation de cellules souches, qui pourront ensuite être transformées en neurones pour soigner des maladies neuro-dégénératives. Ces capsules cellulaires sont l'objet des recherches menées par Pierre Nassoy, lauréat de la médaille de l'Innovation du CNRS 2022.

© Frédérique PLAS / CNRS Images

Directeur de la publication :

Antoine Petit

Mai 2023



CNRS

3, rue Michel-Ange

75794 Paris Cedex 16

01 44 96 40 00

www.cnrs.fr