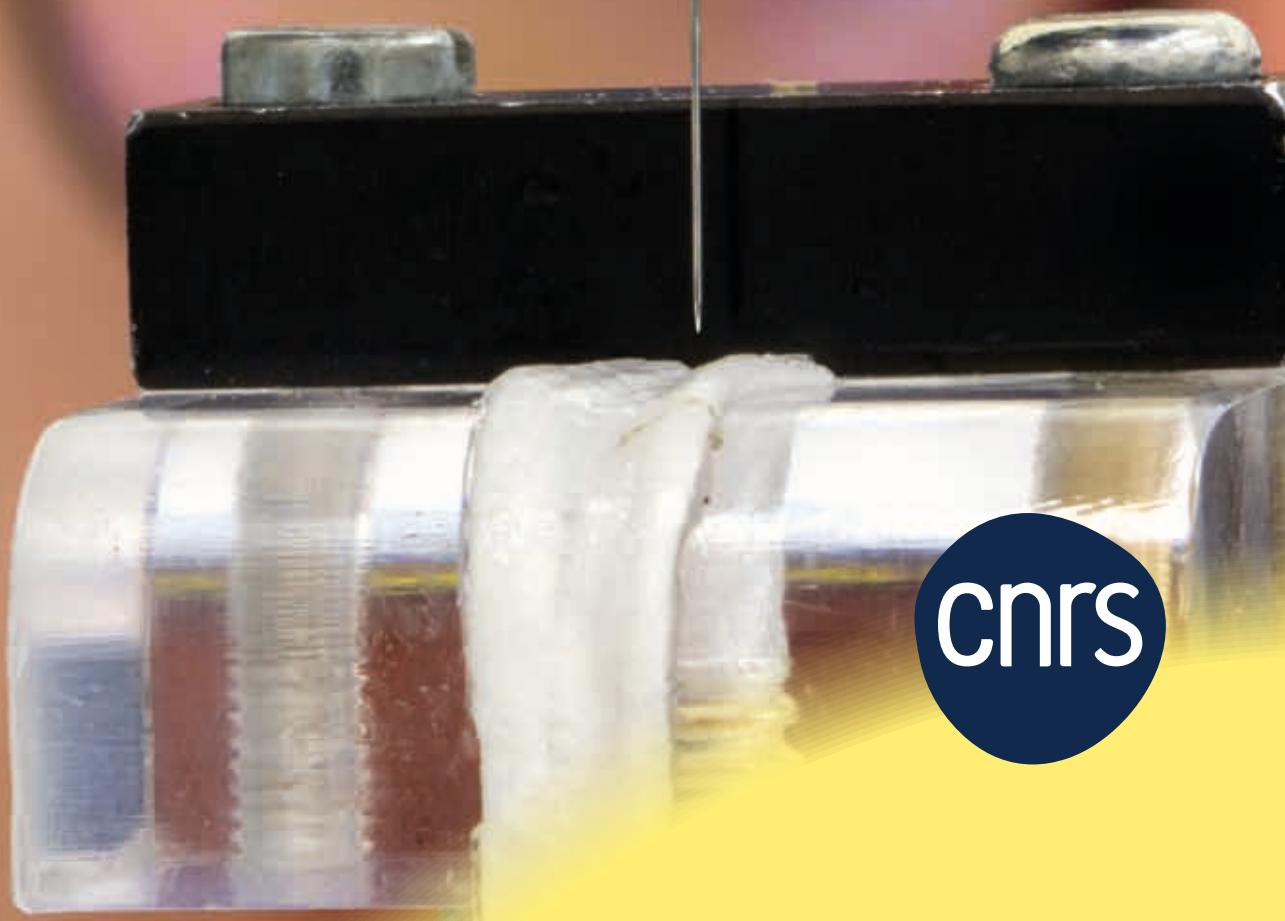


# Programme de Prématuration

Bilan et projets 2023



cnrs

Test de perçage d'un vaisseau synthétique. Après sa préparation, découpe et mise à plat, le vaisseau synthétique est percé avec une aiguille. Différents lots de vaisseaux biologiques de compositions différentes sont ainsi soumis à des tests de perçage. Ces tests sont effectués dans le cadre du programme de prématuruation VENUS.

Ce programme a pour objectif de réaliser des vaisseaux synthétiques de petit calibre pour l'apprentissage de la microchirurgie vasculaire, nerveuse et lymphatique, à partir de substituts synthétiques biomimétiques plutôt que de modèles animaux. Trois équipes de recherches françaises (LTBI - Lyon, ICube-Strasbourg et LMGC-Montpellier) ont travaillé de concert pour fabriquer des vaisseaux composites, les tester fonctionnellement et mécaniquement, afin de leur conférer des propriétés au plus proche des tissus biologiques.

© Christophe HARGOUES / LMGC / CNRS Images

*Toutes les images de cette publication sont utilisées pour mettre en valeur les recherches et les innovations issues des laboratoires sous tutelles du CNRS. Elles n'illustrent pas les projets présentés.*

**Direction de la publication**

Antoine Petit

**Direction de la rédaction**

Jean-Luc Mouillet

Mehdi Gmar

**Coordination de projet**

Pauline Normand, Jonathan Rangapanaike, Miranda Delmotte,  
Caroline Greverie

**Contributeurs**

Emeline Chastres, Cédric Dusart, Violette Hiegel, Bertille Houadjeto-Koffi,  
Olga Khalidova, Corinne Monnier, Benjamin Morlon, Stéphane Mottola,  
Cédric Nana Watat, Gilles Poidessous, Armando Reano, Nahed Sakly

**Secrétariat de rédaction**

Geoffroy Dannon

**Recherche iconographique**

Alice Delachapelle

Toutes les images sont issues de la médiathèque du CNRS  
<https://images.cnrs.fr/>

**Conception graphique,  
mise en page (sur la base de la charte graphique du CNRS)**

Alice Delachapelle

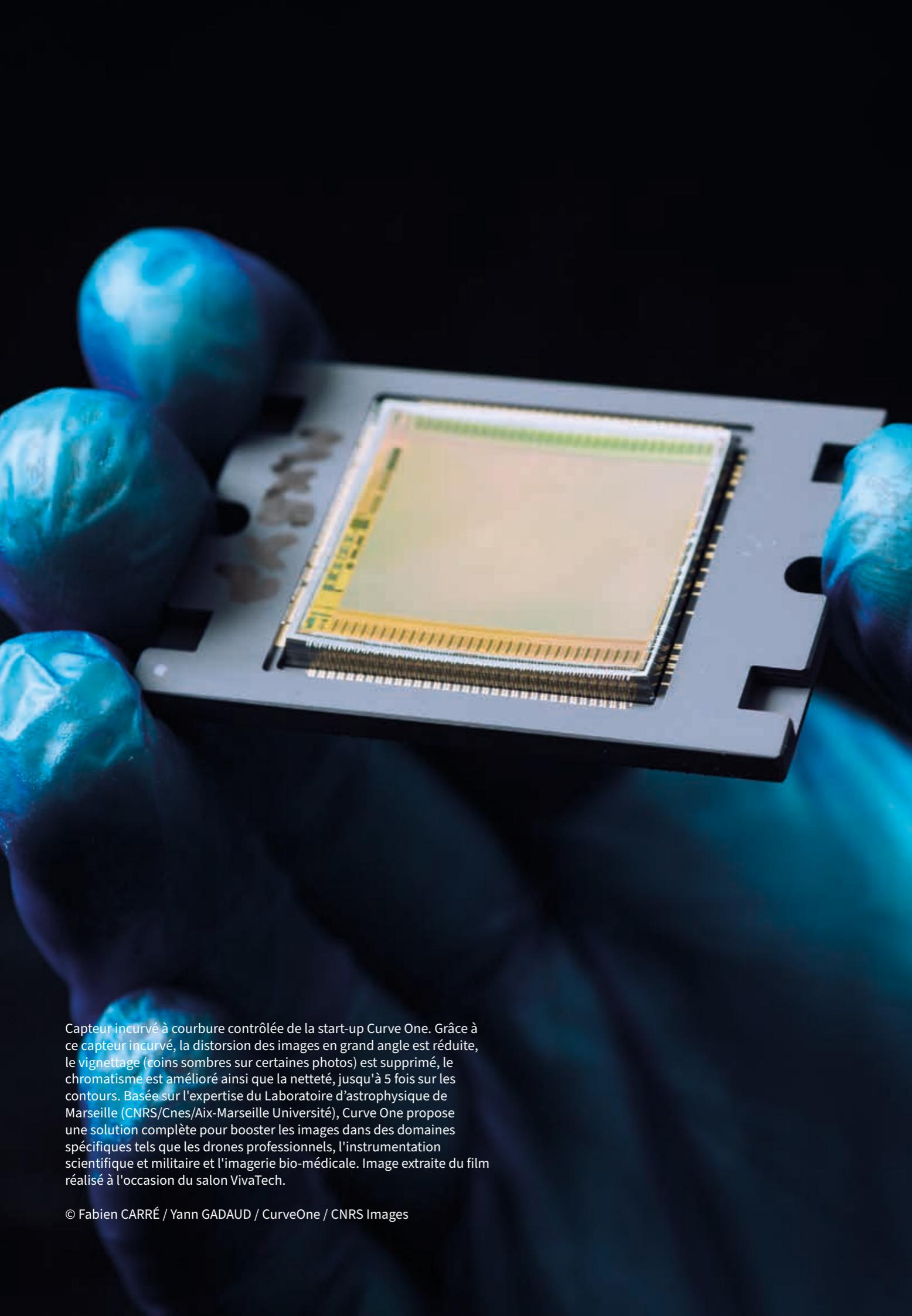
<https://alicedelachapelle.com>

**Impression**

CNRS Ifsem

# Programme de Prématuruation

## Bilan et projets 2023



Capteur incurvé à courbure contrôlée de la start-up Curve One. Grâce à ce capteur incurvé, la distorsion des images en grand angle est réduite, le vignettage (coins sombres sur certaines photos) est supprimé, le chromatisme est amélioré ainsi que la netteté, jusqu'à 5 fois sur les contours. Basée sur l'expertise du Laboratoire d'astrophysique de Marseille (CNRS/Cnes/Aix-Marseille Université), Curve One propose une solution complète pour booster les images dans des domaines spécifiques tels que les drones professionnels, l'instrumentation scientifique et militaire et l'imagerie bio-médicale. Image extraite du film réalisé à l'occasion du salon VivaTech.

© Fabien CARRÉ / Yann GADAUD / CurveOne / CNRS Images

## Introduction

Le programme de prématuration du CNRS	6
Bilan du programme de prématuration	8
L'appel à projet Prématuration-Maturation	10

## Digital / Sciences Humaines et Sociales (SHS)

Cubiculum Musicae	Centre Val de Loire	15
IA-AnEVi	Hauts de France	16
MODE-FLI	Hauts de France	17
NumDiag	Occitanie	18
Park on time	Hauts de France	20
RECO+	Ile de France - Japon	21
Phigi	Bourgogne Franche Comté	23

## Biotech / Medtech

AIM-RAD	Grand Est	27
BioDiamant	Ile de France	28
Changing-HD	Ile de France	29
CHICOCHIC	Pays de Loire	30
DDMC	Ile de France	31
DiagRCC	Nouvelle Aquitaine	32
DosiStick	Grand Est	33
Drop2Bubble	Grand Est	34
EVTest	Occitanie	36
I-Probe	Ile de France	37
Inhibiteurs de l'interaction entre les récepteurs de la dopamine et du glutamate pour traiter l'addiction et la dépression	Ile de France	38

Magnéto	Auvergne Rhône Alpes	39
Mitoscore	Auvergne Rhône Alpes	40
Neuraline	Auvergne Rhône Alpes	41
PCHIT	Occitanie	42
Phycoplus	Provence Alpes Côte d'Azur	43
POC_WNV	Occitanie	44
Projet IOGA	Auvergne Rhône Alpes	45

PRoVE	Grand Est	46
RNAUTR	Ile de France	47
Selector	Ile de France	48
SITHYP	Pays de Loire	49
STOPKIN	Ile de France	51
SUPRALINK	Nouvelle Aquitaine	52
Tetracaps	Grand Est	53
TOCSin	Occitanie	54
UVC-Diamond	Ile de France	55

## Environnement / Énergie

CADEPLA	Normandie	59
CARADET	Provence Alpes Côte d'Azur	60
DEMETER	Ile de France	61
DT21	Auvergne Rhône Alpes	62
H2*CAAC	Bretagne	63
HolHy	Nouvelle Aquitaine	64
LowCost-HighLum	Bretagne	65
OXYCAT	Bretagne	66
PEPAL	Grand Est	67
PHOTOBIOOLAC	Provence Alpes Côte d'Azur	69
STOCKY	Grand Est	70
SYRUP	Nouvelle Aquitaine	71
TRIP2	Grand Est	72

AIMFREE	Occitanie	77
CLAMPS	Occitanie	78
H-Fire	Ile de France	79
INOFTEQ	Ile de France	80
PaNaMa	Auvergne Rhône Alpes	82
SOCRATES	Grand Est	83
SWIRLED	Ile de France	85

**BILAN 2023**

# Le programme de Prématuration du CNRS

Le programme de prématuration du CNRS a pour objectif de financer et accompagner les projets de recherche porteurs d'innovations les plus prometteuses au sein des 1 100 laboratoires dont le CNRS assure une tutelle.

Pour tout personnel de recherche présent 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, le porteur de projet bénéficie 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 programme de prématuration, créé en 2014, permet de financer et d'accompagner les projets de recherche porteurs d'innovations prometteuses. C'est la première étape du processus de transfert d'une technologie vers le marché, une mission pleinement investie par le CNRS. En 2023, l'organisme a ainsi investi 10 millions d'euros dans le programme pour financer près de 60 projets. **

**Jean-Luc Mouillet,**

Directeur général délégué à l'innovation du CNRS

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

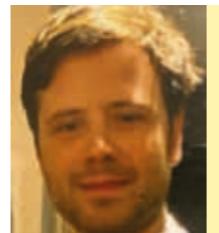
- **L'analyse** du potentiel de protection de la technologie ;
- **La bonne qualification** des domaines d'application de la technologie ;
- **L'identification** des éléments clés relatifs à la stratégie de valorisation ;
- **La motivation** du porteur de projet ;
- **Les conclusions** d'une audition 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.

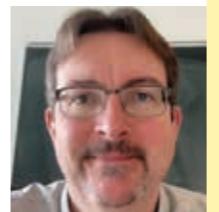
**Les équipes de CNRS innovation délivrent un accompagnement personnalisé aux lauréats en tenant compte de la feuille de route du projet et des objectifs à atteindre en fin de prématuration**

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

## Ils ont bénéficié d'un accompagnement en prématuration



« Après avoir développé et testé sur des données patients notre moteur de calcul, il restait pour Quantim à créer une interface utilisateur accessible aux médecins nucléaires. Grâce à la prématuration CNRS, nous sommes passés d'une preuve de concept (TRL 3) à un outil opérationnel (TRL7) en 1 an à peine. Il est aujourd'hui testé dans des centres hospitaliers. Complété par le programme RISE, nous avons eu un accès précieux à un écosystème Deeptech déterminant pour notre cheminement entrepreneurial ! »



**Florent Besson et Sylvain Faure,**  
porteurs du projet Quantim  
Laboratoire « BioMaps (Inserm/CEA/CNRS/Université Paris-Saclay) et Laboratoire de Mathématiques d'Orsay (CNRS/Université Paris-Saclay)



« La prématuration CNRS a été un tremplin pour le projet. La souplesse du système et la réactivité des interlocuteurs ont permis d'être immédiatement efficaces. Nous sommes maintenant engagés dans un programme de maturation par Aliénor Transfert. Aujourd'hui, la société ACTIV-H valorise ses innovations et propose ses services de R&D dans le domaine de la diversification chimique aux acteurs industriels de la santé (pharma, agro, biotech). »

**Sébastien Thibaudeau**  
porteur du projet Activ-H

Institut de Chimie des Milieux et Matériaux de Poitiers (CNRS/Université de Poitiers)



« Depuis plusieurs années le soutien, les conseils et l'expertise de CNRS Innovation et ses chargés d'affaires, en particulier de Jean Marc Schmittbiel, nous ont permis de réussir des opérations de valorisation très ambitieuses et en rupture technologique. Nous avons pu valoriser nos idées innovantes dans le domaine des nanosciences et maintenant dans le spatial, soit les deux infinis. L'innovation est une aventure qui ne se réussit pas seul et j'ai la chance de pouvoir compter sur les talents de CNRS Innovation. »

**Jacques Gierak, médaille de l'innovation du CNRS 2023**

Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies, C2N (CNRS/Université Paris-Saclay)



« La prématuration CNRS a été un pilier dans le développement de notre projet de microscopie de super-résolution sur deux ans. Grâce à ce financement, nous avons mis au point une solution pour la microscopie en 3 couleurs, en sélectionnant le tampon Eternity-PLUS, technologie transférée à la société Idylle, qui la commercialise depuis fin 2023. Toute cette dynamique a favorisé une collaboration avec la société Bruker, avec de l'acquisition d'un microscope unique. Ce soutien financier et ses partenariats stratégiques ont été déterminants ! »

**Karine Monnier**  
porteuse du projet Green dSTORM

Institut NeuroMyoGène - Laboratoire Physiopathologie et Génétique du Neurone et du Muscle (CNRS/Inserm/Université Claude Bernard Lyon 1)

# Bilan du programme **de Prématuration**

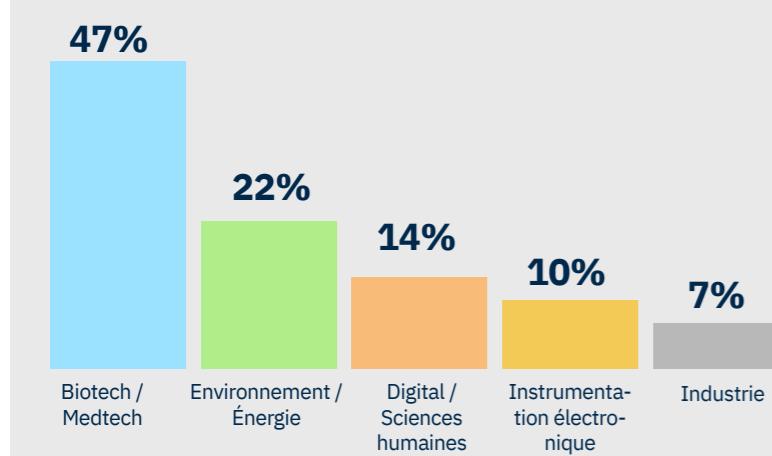
Depuis la création du programme de prématuration du CNRS, le programme a financé et accompagné

**377** Projets entre 2014 et 2023 pour un montant alloué de **48M€**



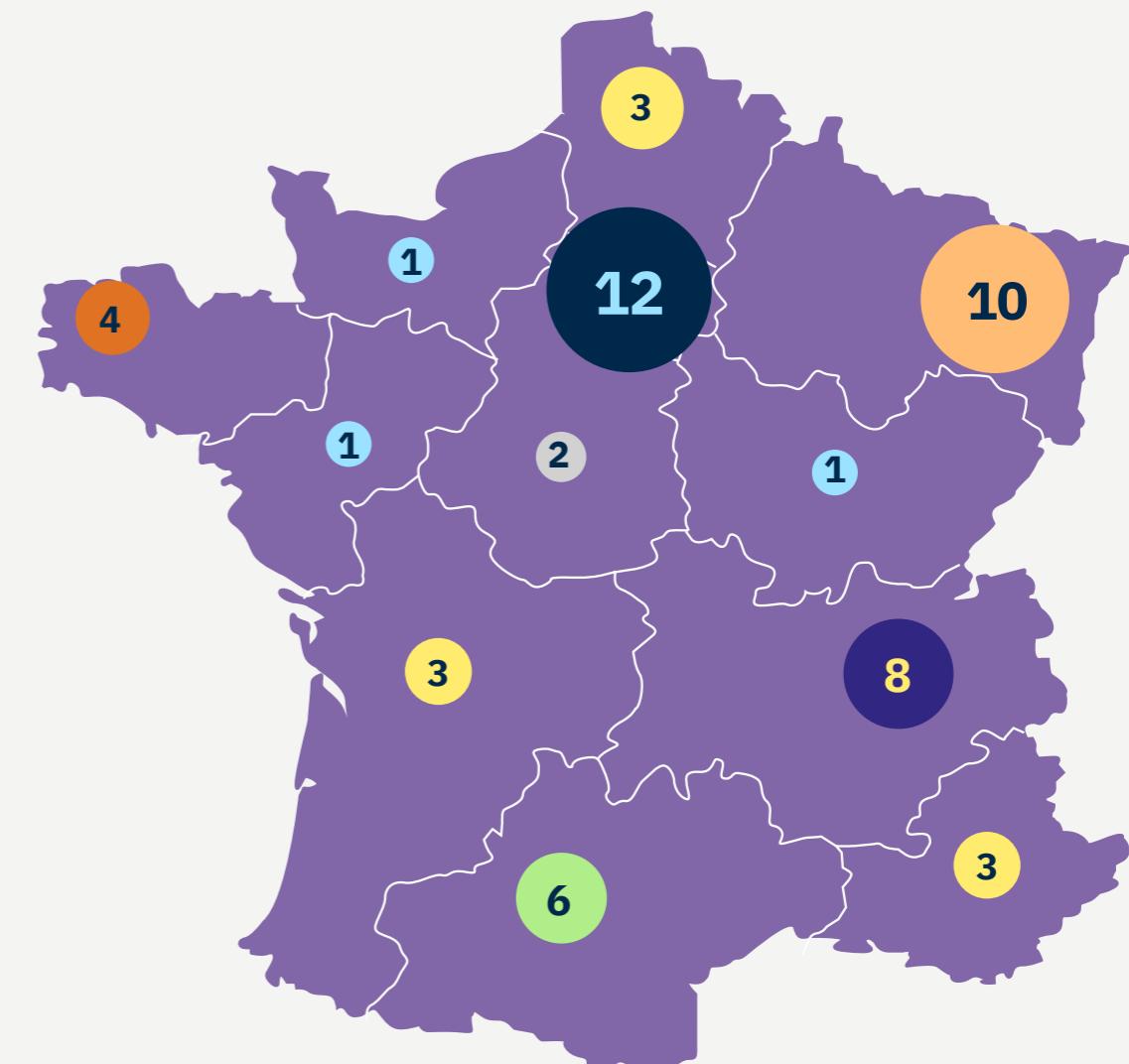
# Les projets sélectionnés en 2023

## Répartition par domaine technologique



Feuille d'or obtenue par dépôt physique en phase vapeur (PVD en anglais). La start-up Daumet exploite un nouvel alliage d'or et de tungstène, SpinD Gold, issu des recherches de l'Unité mixte de physique CNRS/Thales.  
© Cyril FRESILLON / Daumet / CNRS Images

## Répartition des projets par région en 2023



# Bilan des projets accompagnés en 2023



# L'appel à projets Prématuration-Maturation

Dans le cadre de France 2030, L'État consacre 275 millions d'euros pour financer des projets de prématuration et maturation des résultats issus de la recherche. Ces projets en lien avec les stratégies nationales d'accélération contribueront à l'atteinte des objectifs économiques et de souveraineté fixés pour la France.

Cet appel à projet « Prématuration - Maturation », piloté par des consortiums réunissant les établissements de recherche, les organismes nationaux de recherche et les SATT a pour volonté de renforcer l'émergence de technologies et de solutions innovantes. 10 consortiums impliquant le CNRS ont été sélectionnés, dont 4 en tant que coordinateur et 6 en tant que partenaire.

<b>BATMAT</b>	<b>CACTUS</b>	<b>CIRCLE</b>	<b>QUANTXIUM</b>
<b>Batteries V2</b>	<b>Décarbonation de l'industrie</b>	<b>Recyclage et réincorporation des matériaux</b>	<b>Technologies Quantiques</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Composants nécessaires à la fabrication des cellules des batteries</li> <li>• Nouvelles électrochimies de batteries</li> <li>• Procédés de fabrication et de reconditionnement des batteries</li> <li>• Systèmes et packs batteries innovants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction des émissions énergétiques</li> <li>• Décarbonation des procédés</li> <li>• Efficacité énergétique</li> <li>• Captage, transport, stockage et valorisation du CO2 (CCVS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement de solutions innovantes permettant d'améliorer la collecte, affiner et optimiser les procédés de tri et démantèlement :</li> <li>• Plastiques et élastomères</li> <li>• Textiles</li> <li>• Papiers / cartons</li> <li>• Métaux stratégiques</li> <li>• Composites</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capteurs quantiques</li> <li>• Calculateurs quantiques</li> </ul>
<b>BIOSCALE</b>	<b>CATRIEM</b>	<b>COMBIO</b>	<b>COMS@N</b>
Produits biosourcés et biotechnologies industrielles - carburants durables	Maladies infectieuses émergentes	Biothérapie et bioproduction de thérapie innovantes	Santé du numérique
<b>H2DEC</b>	<b>ICCARE</b>	<b>Pour plus d'informations ou postuler :</b> <a href="mailto:contact.premat-mat@cnrsinnovation.fr">contact.premat-mat@cnrsinnovation.fr</a>	
Hydrogène décarbonné	Industries culturelles et créatives	<small>* Ce financement bénéficie d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre de France 2030</small>	



# Programme Prématuration

## Pourquoi ?

**Candidatez au programme de prématuration du CNRS pour financer et accompagner les premières étapes du transfert de votre technologie vers le marché !**



## Comment candidater ?

**Sur le site internet de CNRS Innovation**

<https://www.cnrsinnovation.com/premat-mat/>

Pour toute question : [premat-mat@cnrsinnovation.fr](mailto:premat-mat@cnrsinnovation.fr)



# Digital sciences humaines et sociales

Simulation d'une carte brownienne, modèle de géométrie aléatoire. L'unification de la physique quantique et de la relativité générale reste l'un des grands défis de la science contemporaine. Elle semble demander, a minima, de disposer de bons concepts mathématiques de "géométrie aléatoire", une notion pourtant redoutablement difficile à formaliser. Les cartes browniennes en sont un modèle mathématique simplifié dans le cas d'un espace-temps qui n'aurait que deux dimensions. Elles peuvent être approchées par des objets discrets, les "cartes combinatoires", qui permettent d'en étudier les propriétés mathématiques mais aussi de les simuler. Les cartes combinatoires se sont révélées être des objets fascinants à l'interface entre mathématiques, physique, et informatique, et l'étude de leurs propriétés intrinsèques dépasse largement le cadre de la géométrie aléatoire.



Prototype de clarinette testé en salle semi-anéchoïque, version optimisée de deux précédents prototypes. La taille et l'emplacement des trous ont été pensés pour faciliter le placement des doigts tout en optimisant la justesse des notes. Au Laboratoire de mécanique et d'acoustique (LMA), de nouveaux instruments de musique sont conçus en collaboration avec Buffet Crampon et testés in vivo (par un musicien) et in vitro (par bouche artificielle). Le but est de proposer une méthodologie de conception basée sur l'acoustique, en complément de l'héritage de plusieurs siècles de conception empirique. Les instruments ainsi créés ne sont pas commercialisables en l'état, servant à valider ou infirmer les théories des chercheurs.

© Cyril FRESILLON / LMA / CNRS Images

# Cubiculum Musicae

## Enchanter les patrimoines

Porteur de projet  
Camilla CAVICCHI



Région  
Centre Val de Loire



Centre d'études supérieures de la Renaissance (CNRS / Université de Tours)



Début de projet  
2<sup>ème</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Culture



## Problématique

Comment permettre la découverte d'un patrimoine musical inédit dans des lieux comme les gares, les aéroports ou des aires d'autoroutes ? Comment fonder cette découverte sur un lien entre le lieu ciblé et le site dont la musique dit à distance, une part de l'identité ? Il s'agit bien pour le Cubiculum de comprendre un patrimoine qui est souvent réduit à une bande-son. Il s'agit par la même occasion de favoriser un tourisme culturel qui sort des lieux massivement visités. De même, le Cubiculum qui est installé sur le site apporte une dimension essentielle à un monument en invitant les visiteurs à une découverte audiovisuelle dans un espace réservé. Redistribuer le flux des visiteurs, animer des lieux souvent dépourvus de culture, enrichir le patrimoine de sites exceptionnels et leur conférer une identité sonore spécifique sont les ambitions premières portées par le Cubiculum.

## Solution / produit / technologie

Le Cubiculum consiste en un espace clos à l'intérieur duquel le visiteur est initié à une œuvre musicale en lien avec le site qu'il découvre. Sur base d'une recherche originale, au moyen d'un montage audiovisuel élaboré, le message musical est livré pédagogiquement et émotionnellement. Sans se limiter à une bande-son ou à une immersion sans lien avéré avec le site, cette séquence s'ancre dans la mémoire des visiteurs qui parcourent le site avec une dimension supplémentaire. L'objectif du Cubiculum est d'offrir un dispositif double, qui sera installé dans un site et dans un lieu connecté. Il répondra à des exigences de soutenabilité, de sécurité, de reproductibilité pour son extension à d'autres lieux qui portent des messages musicaux à découvrir. Les défis seront musicologiques (le contenu audiovisuel), technologiques (un dispositif sonore adapté) et conceptuels (un design attractif).

# IA-AnEVI

## IA pour une Analyse des Explorations Visuelles en contexte naturel



Porteur de projet  
Yann COELLO



Région  
Hauts de France



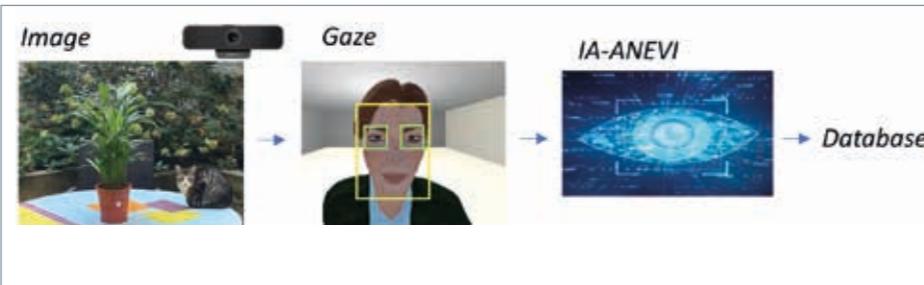
Fédération de recherche sciences et cultures du visuel, (CNRS / Université de Lille)



Début de projet  
4<sup>ème</sup> trimestre 2023



Domaine d'application  
Sciences Humaines et Sociales



### Problématique

Restituer oralement ce qu'on peut percevoir et retenir d'une image constitue un défi. Il est difficile d'être conscient de tout ce que l'on perçoit ... perception qui d'ailleurs varie selon l'angle de vue. Les technologies oculométriques qui permettent d'analyser le parcours des yeux sur une image demeurent onéreuses alors même qu'il existe une demande croissante dans divers domaines pour disposer d'outils intelligents permettant d'analyser et de comprendre comment explorer intentionnellement une image et retenir son contenu. Outre la recherche (vision, cerveau), les diagnostics de santé, le design, l'éducation/apprentissage, les relations sociales et la médiation artistique pourraient tirer profit de telles analyses.

### Solution / produit / technologie

La solution proposée dans ce projet se veut simple et abordable. Une caméra de faible coût et qui ne nécessite pas de calibration préalable, mesure le parcours du regard sur l'écran. Des outils d'IA permettent d'analyser comment le regard a exploré l'image et d'identifier les zones d'intérêt a posteriori. En identifiant les objets ayant donné lieu à un traitement conscient, on pourra élaborer des bibliothèques d'images centrées utilisateurs pour des traitements ultérieurs.

L'intérêt du système réside dans sa légèreté (pas de casques ou de lunettes), son faible coût et sa généralisation à de nombreux domaines d'application. Qui plus est, il ne nécessite pas la présence d'un opérateur dont la présence peut gêner l'observant.

### Problématique

La problématique de l'exclusion des publics dit « vulnérables » est étroitement liée à celle de la maîtrise de la langue, notamment écrite. En France en 2012 (rapport de l'Insee), 16 % de la population âgée entre 18 et 60 ans rencontre des difficultés avec l'écrit, et 7 % est en situation d'illettrisme. Parmi cette population, la moitié est sans emploi. Chez les publics migrants, les proportions sont encore plus importantes, ces derniers étant ceux qui éprouvent le plus de difficultés pour s'insérer dans la société française au niveau social et professionnel.

Pour répondre à ce problème de littératie qui entraîne des répercussions sociales importantes d'inégalité d'accès à l'éducation et notamment à la formation professionnelle, les formateurs et accompagnateurs des publics migrants sont démunis, car il existe peu de solutions d'auto-formation et de supports d'enseignement adaptés.

### Solution / produit / technologie

La solution ModE-FLI s'appuie sur une approche innovante de l'alphabétisation et du français langue d'inclusion ; elle propose un constructeur de formations à partir de modules didactiques standardisés. La solution s'adresse principalement aux formateurs, à la fois support de formation pour les formateurs et support d'enseignement pour différents types de publics, à commencer par les publics migrants faiblement alphabétisés en français. ModE-FLI permettra à l'utilisateur-formateur trois types de prise en main de plus en plus autonomes : de l'utilisation d'un parcours de 150h de cours, associés à des supports d'auto-formation et des exercices pour apprenants, en passant par la possibilité de combiner les modules didactiques existants en fonction des besoins du public visé, jusqu'à la création de son propre parcours d'enseignement à partir des trames de modules standardisées.

# MODE-FLI

## Modules Didactiques pour l'Enseignement du Français Langue d'Inclusion

Porteur de projet  
Juliette DELAHAIE



Région  
Hauts de France



Laboratoire  
« Savoirs, textes, langage »  
(CNRS / Université de Lille)



Début de projet  
4<sup>ème</sup> trimestre 2023



Domaine d'application  
Linguistique appliquée & Éducation



# NumDiag

## Outil de Diagnostic de Performance Numérique



Porteur de projet  
Anne LAURENT



Région  
Occitanie



Laboratoire d'informatique de robotique et de microélectronique de Montpellier (CNRS / Université de Montpellier)



Début de projet  
2<sup>ème</sup> trimestre 2023



Domaine d'application  
Diagnostic

### Problématique

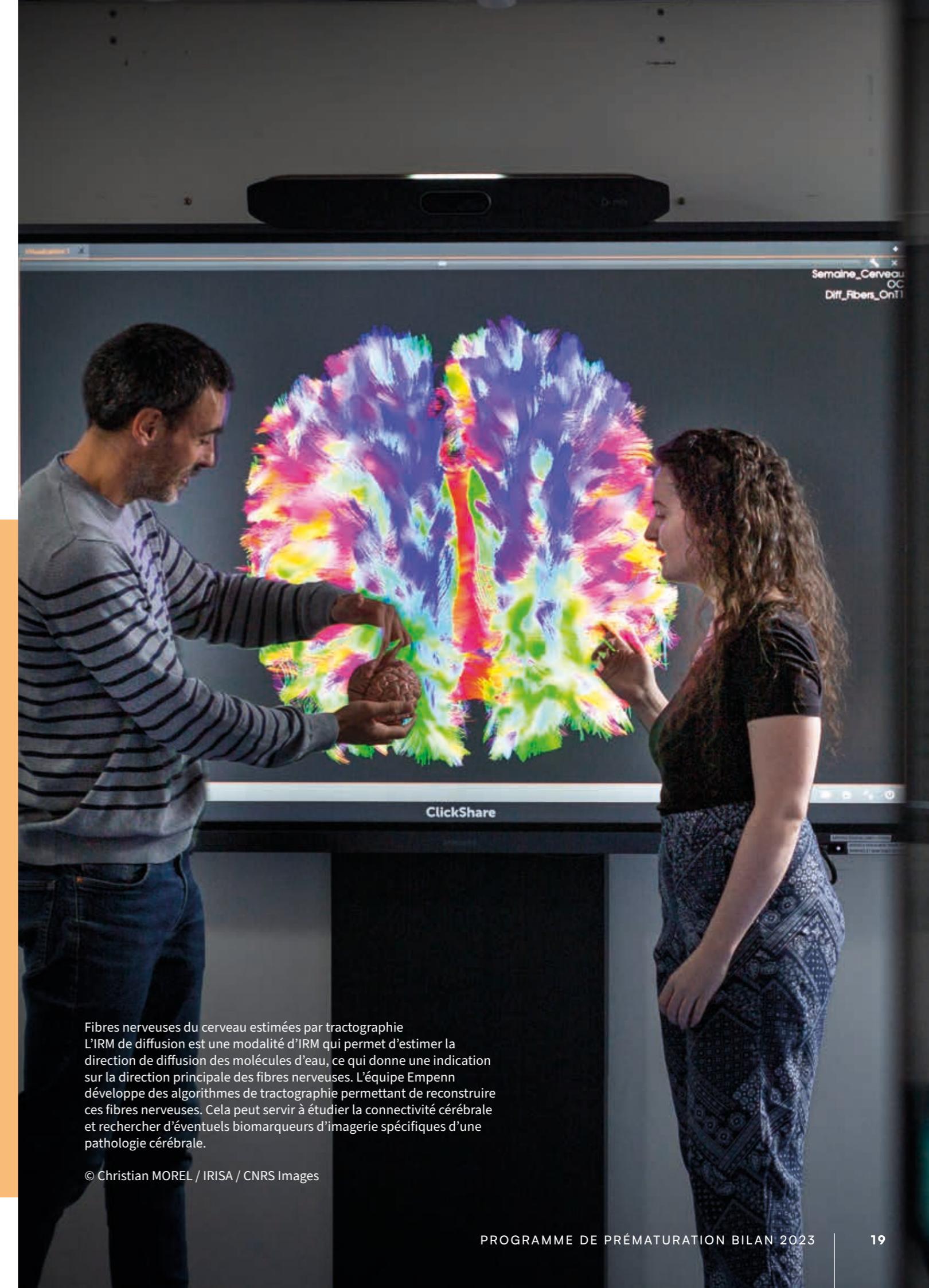
Avec la constante augmentation du nombre d'objets et environnements connectés, les usagers et utilisateurs n'ont que très rarement conscience du risque d'atteinte à la vie privée qu'ils courent en utilisant certains dispositifs. Lorsque ce risque se réalise, les fabricants de ces dispositifs peuvent subir des préjudices commerciaux et réputationnels importants alors même que les acteurs vertueux peinent à valoriser les bonnes pratiques auxquelles ils se conforment.

La réglementation européenne comme française a fourni un premier cadre pour accroître la protection des utilisateurs avec le Règlement général sur la protection des données et la loi du 3 mars 2022 mettant en place le cyberscore. Pour autant, il apparaît que ces initiatives sont encore insuffisantes et la mise en place d'un outil d'analyse des risques d'atteinte à la vie privée des utilisateurs dont le résultat serait modélisé par un score serait le bienvenu pour rendre l'information accessible.

### Solution / produit / technologie

Le projet NumDiag propose un outil de diagnostic de performance numérique qui permet, en suivant le chemin parcouru par la donnée, d'identifier l'ensemble des risques d'accès, de modification ou de destruction des données ainsi que les mesures mises en place pour empêcher ces risques de se réaliser. Le résultat obtenu est ensuite modélisé sous forme d'un score avec un logo associé. L'approche suivie est interdisciplinaire, au croisement entre le droit, l'informatique et les sciences comportementales. Cela permet d'obtenir un référentiel intégrant aussi bien des mesures techniques qu'organisationnelles.

L'un des objectifs est d'aider les fabricants d'objets et d'environnements connectés et leurs DPO dans leur mise en conformité en collaborant avec eux. En plus de cela, valoriser les initiatives mises en œuvre pour protéger les données des utilisateurs tout en rendant cette information accessible et compréhensible par ces derniers.



Fibres nerveuses du cerveau estimées par tractographie. L'IRM de diffusion est une modalité d'IRM qui permet d'estimer la direction de diffusion des molécules d'eau, ce qui donne une indication sur la direction principale des fibres nerveuses. L'équipe Empenn développe des algorithmes de tractographie permettant de reconstruire ces fibres nerveuses. Cela peut servir à étudier la connectivité cérébrale et rechercher d'éventuels biomarqueurs d'imagerie spécifiques d'une pathologie cérébrale.

© Christian MOREL / IRISA / CNRS Images

# Park on time

## Service intelligent d'aide au stationnement



Porteur de projet  
Thierry DELOT



Région  
Hauts de France



Laboratoire d'automatique, de mécanique et d'informatique industrielles et humaines (CNRS / Université Polytechnique Hauts-de-France)



Début de projet  
4<sup>ème</sup> trimestre 2023



Domaine d'application  
Transport

### Problématique

La recherche d'une place de parking disponible est particulièrement stressante. Elle est souvent la cause de l'augmentation du trafic et des émissions de CO2 dans les grandes villes et les villes de taille moyenne. Malgré les solutions actuelles proposées, le problème du stationnement n'est toujours pas résolu. Deux points-clés sont en effet absents de l'équation. Le premier concerne la gestion de la compétition inhérente au problème du stationnement. Communiquer à de nombreux conducteurs de véhicules la même information concernant la localisation des places disponibles aboutit forcément à la saturation de ces zones. Cette stratégie provoque l'effet inverse de celui recherché. Le second est l'absence d'anticipation de l'évolution de l'offre pour guider les conducteurs en amont.

### Solution / produit / technologie

Park on time propose un service d'assistance au stationnement via une application guidant les conducteurs vers un parking proche de leur destination dans lequel ils pourront trouver effectivement une place disponible à leur arrivée. L'originalité réside dans la gestion de la compétition, avec une gestion des véhicules en amont de leur arrivée à proximité de leur destination et un guidage jusqu'au parking qui leur est attribué. Cette anticipation permet de mieux mettre en correspondance l'offre et la demande. La solution introduit à cette fin un tiers pour affecter chaque conducteur à un parking correspondant à ses préférences en prenant en compte l'occupation des parkings. Ce tiers dispose d'une estimation fiable de l'état d'occupation du parking au moment où le véhicule arrivera à destination. Les modèles d'apprentissage profond sont utilisés pour les prévisions dans un futur de court terme.

### Problématique

Si visionner des séries télévisées s'est inscrit au fil des années comme une activité centrale de la forme de vie contemporaine, les spectateurs ont de plus en plus du mal à se retrouver dans la masse et la variété de l'offre.

La production de contenu télévisé a connu des changements radicaux ces dernières années. Le nombre total d'utilisations de la vidéo en ligne en France et en Europe a été stimulé par plusieurs acteurs nationaux et internationaux, avec leurs offres de vidéo à la demande avec ou sans abonnement (SVOD / AVOD).

Cette augmentation de l'offre de séries n'a pas été accompagnée d'une amélioration des outils de sélection et de recommandation. Les fournisseurs rencontrent donc des difficultés à fidéliser les utilisateurs. Les logiciels existant reposent sur l'utilisation de métadonnées, d'informations sur le profil de l'utilisateur et de l'historique de visionnage, sans tenir compte du contenu.

### Solution / produit / technologie

En réponse à la masse croissante de données vidéo, à la diversité des offres de séries et à l'insatisfaction croissante des spectateurs par rapport aux recommandations disponibles, RECO+ vise à créer un logiciel avancé de recommandation sérielle destiné à répondre aux besoins des producteurs et des spectateurs, à travers l'analyse du contenu textuel et vidéo des séries télévisées, plutôt que sur les données de comportement des utilisateurs.

RECO+ sera un système innovant conçu pour fournir aux spectateurs un classement des séries télévisées en fonction de leurs compétences, demandes et préférences éthiques.

# RECO+

## Smart Series Recommendation Tool

Porteurs de projet  
Sandra LAUGIER  
et Philippe CODONET



Région  
Île de France – Tokyo



L'Institut des sciences juridique et philosophique de la Sorbonne (CNRS / Université Panthéon-Sorbonne)



The Japanese-French Laboratory for informatics (CNRS / Université Panthéon-Sorbonne)



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Sciences Humaines et Sociales / Culture / Data



Expérimentation d'un prototype de dôme d'acquisition RTI (Reflectance Transformation Imaging - Imagerie par Transformation de Reflectance) conçu et développé au sein du laboratoire Modèles et simulations pour l'architecture et le patrimoine (MAP / Ministère de la Culture) par l'équipe de Livio De Luca, lauréat de la médaille de l'Innovation 2019 du CNRS et directeur du MAP.

© Frédérique PLAS / MAP / CNRS Images

# Phigi

## Assemblage rapide de microrobots par actionnement électrostatique pour le développement de maquettes phygitales.

Porteur de projet  
Julien BOURGEOIS



Région  
Bourgogne Franche Comté



FEMTO-ST  
(CNRS / Université  
Bourgogne Franche Comté)



Début de projet  
4<sup>ème</sup> trimestre 2023



Domaine d'application  
Industrie & production



### Problématique

Lors de la conception de produits industriels, les équipes, clients ou partenaires doivent communiquer et itérer sur le projet avant de converger vers un produit. Or, tous ne sont pas à l'aise avec les maquettes numériques (conception 3D, réalité virtuelle), ce qui peut conduire à des erreurs de conception. Lorsque l'on réalise des maquettes, souvent par fabrication additive désormais, il faut disposer d'un fichier numérisé de la bonne version, puis assurer les envois d'un site à l'autre avec les coûts et risques associés. Lorsque les équipes parviennent enfin à converger, on peut scanner la maquette pour la reproduire en version numérique ou reprendre le modèle de zéro dans un logiciel de conception.

### Solution / produit / technologie

Pour faciliter la collaboration des équipes lors de la phase d'ébauche du produit l'équipe projet développe une Argile Interactive.

Dans un bureau d'études, un opérateur manipule cette « argile » et la modifie en déplaçant des microparticules. Ce procédé permet aux partenaires de voir la maquette numérique évoluer sur leur écran. Les partenaires peuvent également manipuler à distance la maquette numérique, ce qui induit une transformation de l'argile phygitale devant l'opérateur : les opérations physiques et numériques se répondent en permanence.

Chaque partie dispose ainsi de deux versions du même objet : une version écran et une version 3D manipulable.





**Biotech**  
Medtech

Réacteur à ultrason (basse fréquence) permettant de mélanger efficacement les différents constituants d'un mélange : des produits obtenus après broyage de marc de pomme, de l'eau et de l'huile de colza. Ici, le produit issu du marc de pomme joue le rôle d'émulsifiant. Il va permettre de créer des émulsions eau-huile très utilisées en cosmétique. Cette photographie a été réalisée au sein de la start-up Biosedev qui exploite un savoir-faire issu des travaux de François Jérôme au sein de l'IC2MP (Institut de Chimie des Milieux et Matériaux de Poitiers).

© Cyril FRESILLON / Biosedev / CNRS Images



## AIM-RAD

**Anticancer iron-based molecule, a new radiosensitizer**

Porteur de projet  
Stéphanie GRANDEMANGE



Région  
Centre-Est



Centre de recherche en  
automatique de Nancy  
(CNRS / Université de  
Lorraine)



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Thérapeutique

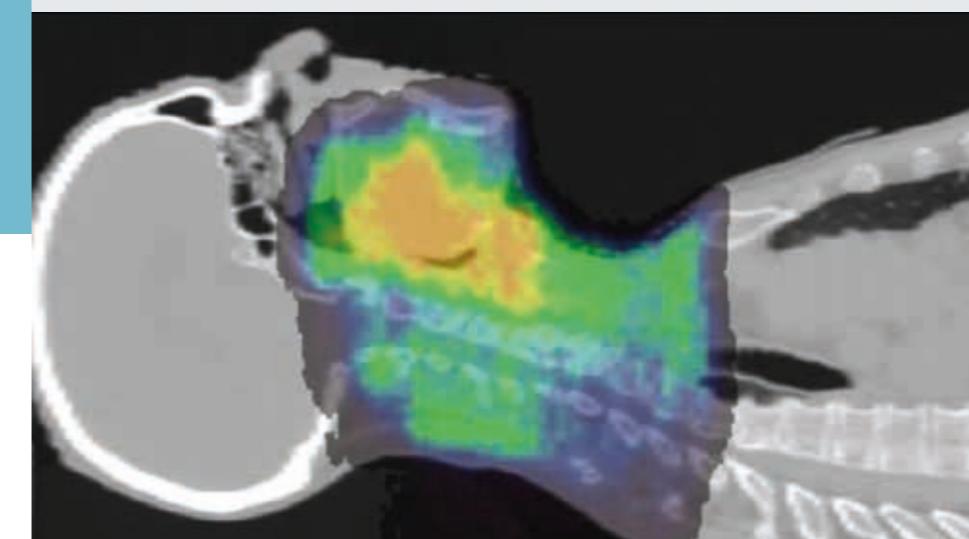


### Problématique

La radiothérapie est très fréquemment utilisée pour le traitement des cancers (environ 1 patient sur 2 sera traité par radiothérapie durant son parcours de soin). Elle est administrée soit pour réduire la taille de la tumeur — auquel cas elle est dite néoadjuvante — soit après l'ablation de la tumeur (radiothérapie adjuvante). Enfin elle peut également être couplée à de la chimiothérapie. Néanmoins, la radiothérapie est parfois peu ou pas assez efficace, notamment à cause de la survenue de récidives ou résistances de certains cancers, et elle est associée à des effets indésirables en fonction des doses administrées. Il apparaît donc important de rechercher de nouvelles solutions permettant d'augmenter l'efficacité de la radiothérapie et/ou de permettre une réduction des doses administrées.

### Solution / produit / technologie

Le projet AIM-RAD propose de mettre en évidence la propriété radiopotentiale d'une molécule anti-cancéreuse de complexe de fer. La molécule de complexe de fer administrée à de très faibles doses permettrait de coupler les deux modes de thérapies (chimiothérapie et radiothérapie) tout en réduisant le temps d'exposition aux irradiations pour une diminution des effets secondaires. Cette double action de la molécule augmenterait l'efficacité de la radiothérapie.



# BioDiamant

## Revêtements de diamant sur des dispositifs médicaux implantables

 Porteur de projet  
Fabien BENEDIC

 Région  
Ile de France

 Laboratoire des sciences des procédés et des matériaux (CNRS / Université Sorbonne Paris Nord)

 Début de projet  
4<sup>ème</sup> trimestre 2023

 Domaine d'application  
Medtech

### Problématique

Les alliages de titane présentent un ensemble de propriétés : biocompatibilité, légèreté, faible densité, excellente résistance à la corrosion et faible module d'élasticité. Ils sont très intéressants pour la conception de dispositifs médicaux comme les implants dentaires, les prothèses articulaires, les stents cardiovasculaires et les dispositifs de fixation vertébrale.

Cependant le titane est sensible à l'usure qui peut être due à des micromouvements entre le fût osseux et l'implant. Ainsi, après quelques années d'implantation, du fait de leur état de surface, ces implants peuvent induire des risques d'infection ou de descellement aseptique (perte de fixation) à la suite d'une réaction inflammatoire conduisant à l'altération du tissu osseux situé au niveau de l'implant. Ces complications peuvent conduire à l'obligation d'une nouvelle intervention chirurgicale.

### Solution / produit / technologie

Afin d'éviter les risques et d'accélérer l'ostéointégration, plusieurs méthodes de traitement de surface sont réalisées, telles que la modification de la surface ou les revêtements de la surface (traitements par laser, oxydation thermique...). La nanorugosité de la surface de l'implant améliore l'adhérence des cellules et leur prolifération et donc le lien os/implant.

Le diamant peut être envisagé comme matériau pour revêtir les implants afin de s'affranchir de ces problèmes si l'on contrôle la rugosité. Sa dureté est exceptionnelle (4 fois celle du titane), son coefficient de friction est faible (de l'ordre de 0,03) et il présente une excellente biocompatibilité.

Le projet BioDiamant vise à revêtir par plasmas des implants 3D de formes complexes d'une couche de diamant uniforme sur toute la surface possédant une rugosité, une résistance à l'usure, une dureté et une biocompatibilité adaptées notamment à des implants.

### Problématique

Les mécanismes de maintenance cellulaire déterminent les interactions entre les organismes vivants et leur environnement. Ces mécanismes sont particulièrement bien développés dans les cellules qui n'ont plus la capacité de se diviser comme les neurones. D'une part, ils permettent à ces cellules de réparer ou de se débarrasser de leurs composants moléculaires abimés et de maintenir leurs propriétés d'excitabilité. D'autre part, ces mécanismes favorisent la transmission du signal dans des conditions normales (activité intrinsèque) ou pathologiques (maladies neurodégénératives). Le problème est que la résistance neuronale est inégale, avec plusieurs populations de neurones qui dans le cerveau sont particulièrement vulnérables aux maladies neurodégénératives et qui, dans ce contexte pathologique, vieillissent et dégénèrent prématurément. L'autre problème est que la vulnérabilité des populations neuronales est au cœur des maladies neurodégénératives, mais elle reste mal connue à l'échelle des systèmes moléculaires et de leur dynamique. Ces deux problèmes limitent l'innovation, notamment la sélection de cibles de restauration des défenses neuronales. Un traitement présente un fort potentiel dans l'intervention précoce, préconisable pour tout type de patient et applicable à plusieurs maladies neurodégénératives.

### Solution / produit / technologie

Changing-HD est focalisé sur une maladie modèle, la maladie de Huntington. Le projet résulte de la modélisation de données omiques complexes pour une catégorie de neurones particulièrement vulnérables à cette maladie, les neurones GABAergiques du striatum. L'utilisation de BioGemix, la plateforme d'IA / apprentissage automatique de l'équipe, a permis d'exploiter ces données avec précision — en construisant un modèle numérique du vieillissement et de la réponse au stress dans les neurones murins, et en le comparant à des données humaines — pour ensuite sélectionner des cibles aptes à restaurer les capacités de résilience des neurones vulnérables dans les stades précoces de la maladie. Le projet repose sur des tests de validation de ces cibles dans des modèles cellulaires dérivés de cellules souches pluripotentes induites humaines, en préalable à des tests précliniques plus avancés. L'approche visée est celle de la thérapie génique vectorisée, une technologie qui fait l'objet d'essais cliniques par exemple en vue de corriger ou de réprimer des mutations associées aux maladies dégénératives.

**Anti-aging drugs for changing Huntington Disease brains**

 Porteur de projet  
Christian NERI

 Région  
Ile de France

 Brain-C Lab (CNRS / Sorbonne Université)

 Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024

 Domaine d'application  
Biologie (R&D)

# CHICOCHIC

## Chimiothèque de conjugués médicament-médicament par chimie click

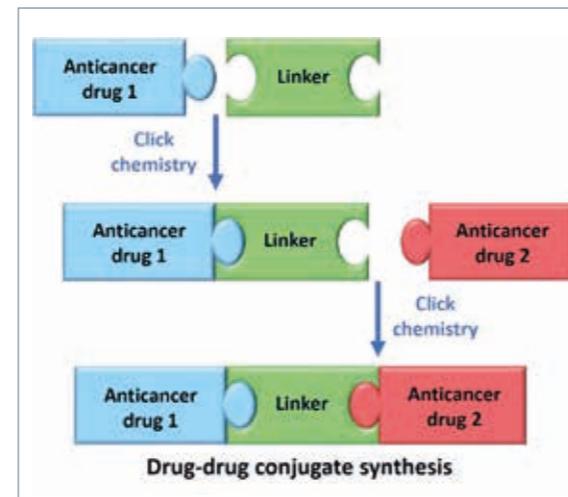
Porteur de projet  
Anne-Caroline CHANY

Région  
Pays de la Loire

Institut des molécules et des matériaux du Mans (CNRS / Le Mans Université)

Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024

Domaine d'application  
Thérapeutique



### Problématique

Malgré les progrès continus dans la lutte contre le cancer, la survie des patients présentant des métastases reste très faible, notamment 5 ans après le diagnostic. Le besoin de nouvelles molécules thérapeutiques originales est donc une évidence pour tous, patients et thérapeutes, notamment pour faire face à la résistance, de plus en plus importante, des cancers aux traitements actuellement utilisés en oncologie. Si de nombreux progrès ont été observés ces dernières années avec l'immunothérapie, cette dernière a également montré de nombreuses limites, notamment des taux de réponses très faibles et une toxicité encore élevée. Le traitement le plus utilisé à l'heure actuelle reste la chimiothérapie avec l'administration de plusieurs molécules actives en même temps, pouvant entraîner une diminution de l'activité de chaque composé et des effets secondaires.

### Solution / produit / technologie

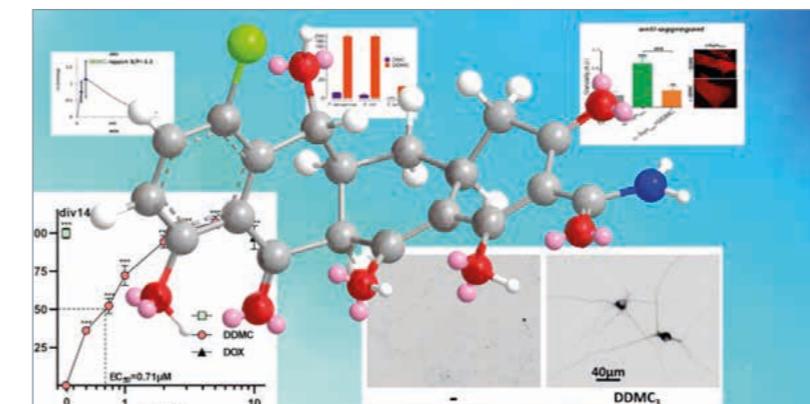
Le projet CHICOCHIC propose de développer une chimiothèque de conjugués médicament-médicament en associant deux molécules actives, possédant un mode d'action distinct, via un procédé de chimie dit « chimie click ». L'objectif de ces conjugués, possédant de nouvelles propriétés de biodistribution, est d'augmenter l'efficacité de la combinaison des deux principes actifs et de diminuer la toxicité. La sélection des molécules anticancéreuses sera menée en collaboration avec l'entreprise CIPREVO forte de son expertise dans le développement de traitements contre le cancer. Après la synthèse de ces conjugués, leur activité biologique sera évaluée afin d'identifier un ou plusieurs composés possédant les caractéristiques nécessaires pour devenir de nouveaux candidat-médicaments en oncologie.

### Problématique

La maladie de parkinson (MP) est une maladie neurodégénérative caractérisée par des symptômes moteurs invalidants, dus à la perte des neurones dopaminergiques (DA) du mésencéphale. Les traitements actuels sont uniquement symptomatiques, sans effet sur la progression de la maladie. La doxycycline (DOX), un antibiotique de la classe des tétracyclines (TCs) utilisé à des fins dermatologiques, a le potentiel de contrecarrer l'évolution de la MP. En effet la DOX limite la perte des neurones DA, l'agrégation de l'alpha-Syn et les réactions de type inflammatoire, soit dans des essais ex vitro ou des modèles cellulaires ou animaux, reproduisant les mécanismes dégénératifs de la maladie. Même si la DOX a un bon profil d'innocuité, des problèmes pourraient survenir chez les patients atteints de MP si des traitements chroniques étaient mis en œuvre avec ce composé. En particulier, il existe un risque possible d'induction d'une résistance aux antibiotiques avec la DOX. En outre, la consommation à long terme d'antibiotiques peut induire des altérations du microbiote intestinal.

### Solution / produit / technologie

Ce programme de prématuration vise à étudier le mécanisme d'action d'un potentiel candidat médicament original, proche de la DOX, mais ne présentant pas d'activité antibiotique. Ce composé a déjà démontré in vitro et in vivo des propriétés contre la maladie de Parkinson. L'objectif de ce programme sera donc de rechercher la ou les cibles moléculaires du candidat médicament en utilisant les approches par transcriptomique et métabolomique, pour identifier les gènes impliqués et les protéines d'intérêt. Par ailleurs, les mitochondries des neurones pouvant être impliquées, sera mise à contribution pour élucider un éventuel mécanisme mitochondrial. Il sera également envisagé de mieux caractériser l'effet du candidat médicament sur le fer en étudiant ses propriétés de complexation en collaboration avec une équipe de physicochimistes.



# DDMC

treatment of parkinson's disease progression with a new chemical entity

Porteur de projet  
Bruno FIGADÈRE



Région  
Ile de France



Laboratoire  
«Biomolécules: conception, isolement, synthèse»  
(CNRS / Université Paris-Saclay)



Début de projet  
4<sup>ème</sup> trimestre 2023



Domaine d'application  
Biologie (R&D)



# DiagRCC

## Diagnostic précoce du cancer du rein à cellules claires par la capture et l'analyse des vésicules extracellulaires

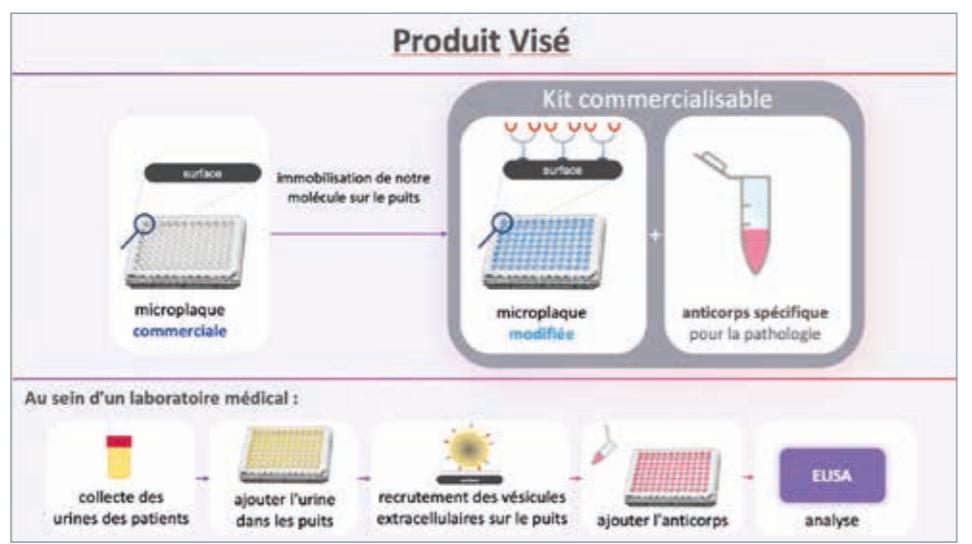
**Porteur de projet**  
Marie-Christine DURRIEU

**Région**  
Nouvelle-Aquitaine

**Institut de chimie et de biologie des membranes et des nanoobjets (CNRS/Bordeaux Inp/Université de Bordeaux)**

**Début de projet**  
1<sup>er</sup> trimestre 2024

**Domaine d'application**  
Diagnostic



### Problématique

En 2020, le cancer du rein a enregistré 431 288 nouveaux cas et a causé 179 368 décès dans le monde, le plaçant ainsi au 9<sup>ème</sup> rang des cancers les plus mortels chez les hommes et au 12<sup>ème</sup> chez les femmes, avec un taux incidence/mortalité dépassant 40 %. Les personnes touchées ont un âge médian de 67 ans. Plus de 75 % des CCR sont détectés incidenlement. La prévalence du carcinome à cellules rénales (CCR) augmente progressivement en raison du vieillissement de la population et des changements de mode de vie. Environ 16 % des patients atteints de CCR ont des métastases au moment du diagnostic. Le taux de survie à 5 ans pour le CCR précoce dépasse 90 %, et souligne l'efficacité de la résection chirurgicale. Cependant, le taux de survie pour le CCR avancé est généralement entre 30 et 40 %, avec seulement 12 % pour le stade IV. Les traitements actuels sont associés à des effets secondaires importants, des coûts élevés et des risques de résistance et de rechute. Ainsi, la recherche sur le diagnostic, la progression, la rechute et le traitement du CCR est essentielle pour sauver des vies et améliorer la qualité de vie des patients.

### Solution / produit / technologie

Le projet vise à élaborer un test diagnostique de type ELISA permettant le diagnostic précoce du carcinome à cellules rénales par la capture et l'analyse des vésicules extracellulaires circulantes présentes dans les urines des patients. Ce test ELISA, non invasif et indolore, ne nécessite pas de chirurgie, réduit les coûts et le temps de diagnostic, et peut être utilisé dans les laboratoires d'analyses médicales.

Ce projet est réalisé en collaboration avec l'équipe de Jean-Christophe Bernhard du Service d'urologie et transplantation rénale du CHU de Bordeaux et le Réseau français de recherche sur le cancer du rein (UroCCR).

# DosiStick

## Développement d'un système de détection de rayonnements ionisants par gels fluorescents ultra-fins

**Porteur de projet**  
Quentin RAFFY



**Région**  
Grand Est



**Institut pluridisciplinaire Hubert Curien (CNRS / Université de Strasbourg)**



**Début de projet**  
3<sup>ème</sup> trimestre 2023



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



### Problématique

Les rayonnements ionisants sont utilisés aujourd'hui pour de nombreuses applications : en médecine, avec la radiothérapie ou l'imagerie, ou dans l'industrie, pour la polymérisation, la stérilisation, ou la dégradation de déchets. L'utilisation de ces rayonnements s'accompagne de mesures et de contrôles de la dose, c'est-à-dire l'énergie déposée par quantité de matière. De très nombreuses solutions ont été développées pour mesurer la dose déposée dans un volume, elles sont adaptées à une problématique donnée (nature du rayonnement, du matériau irradié, sensibilité, temps réel, etc.). Si la mesure est maîtrisée dans un volume il reste très difficile aujourd'hui d'évaluer précisément la dose déposée sur une surface, en particulier dans les premiers microns de matière. Or, celle-ci peut avoir un impact très important sur l'efficacité d'un processus (domaine industriel) ou sur les effets secondaires liés à l'irradiation (domaine médical).

### Solution / produit / technologie

Le projet DosiStick propose une solution pour la mesure de la dose déposée dans les premiers micromètres de pénétration des rayonnements ionisants. La technologie est celle d'un système de détection basé sur la conception de gels dosimétriques ultra-fins. L'innovation repose à la fois sur les propriétés du gel conçu que son mode de dépôt. Du fait de la finesse des gels, la dose déposée pourra être estimée dans de très faibles épaisseurs (inférieures à 100 µm). La mesure régulière de cette dose « de surface », inaccessible avec les technologies actuellement disponibles, permettrait par exemple une bien meilleure appréhension des effets secondaires à la peau induits par des rayons X en radiothérapie ou des effets de rayonnements peu pénétrants comme les électrons de basses énergies utilisés dans l'industrie pour la stérilisation.

# Drop2Bubble

**Nouveaux agents de contraste à changement d'état pour le diagnostic par ultrasons**



Porteur de projet  
Marie-Pierre KRAFFT



Région  
Grand Est



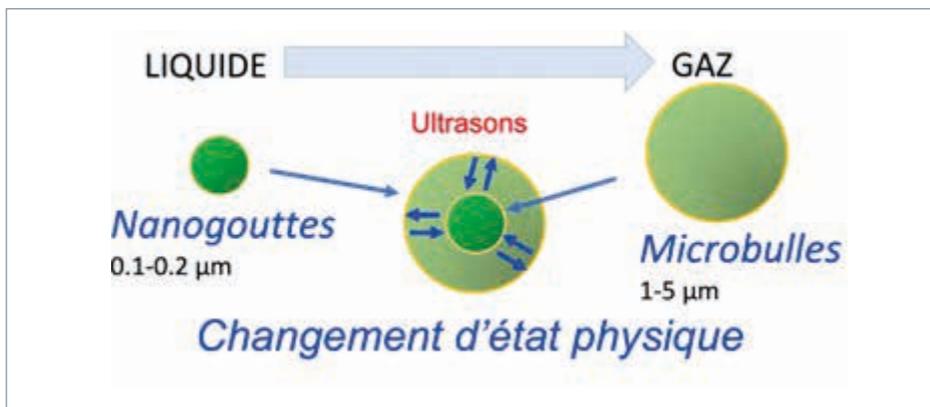
Institut Charles Sadron  
du CNRS



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Diagnostic



## Problématique

Il existe plusieurs techniques d'imagerie médicale permettant de diagnostiquer diverses pathologies, parmi lesquelles l'échographie. Une approche prometteuse à cette technique nécessite l'utilisation d'agents de contraste qui, lorsqu'ils sont soumis aux ultrasons, passent d'un état de nanogouttelettes (liquide) à un état de microbulles (gazeux). Cependant, les microbulles générées par irradiation aux ultrasons de nanogouttes rencontrent de fortes limitations en oncologie, du fait de leur augmentation de taille rapide, entraînant des risques significatifs d'embolie. Il fallait donc trouver un moyen de stabiliser et de contrôler la taille de ces microbulles générées à partir de ces nanogouttes.

## Solution / produit / technologie

Le projet Drop2Bubble propose de stabiliser et de contrôler la taille des microbulles par incorporation de dendrons dans le film interfacial phospholipidique de nanogouttelettes d'un fluorocarbone. Du fait de leur faible taille, les nanogouttes pénètrent et s'accumulent dans la tumeur. Elles sont ensuite vaporisées (ou activées) par ultrasons pour former des microbulles. Durant cette étape-clé, les dendrons permettent de contrôler la taille des microbulles et de procéder à l'imagerie par ultrasons de la tumeur.



Claire Hellio, lauréate de la médaille de l'innovation du CNRS 2023, est membre du Laboratoire des sciences de l'environnement marin (LEMAR) et dirige la plateforme de bioprospection Biodimar. Elle y reçoit les problématiques et les besoins en R&D des industriels, auxquels les scientifiques apportent des solutions bioinspirées. Cette collaboration a pris la forme du laboratoire commun BiotechALg, en partenariat avec l'entreprise Green Sea. À l'interface de la biologie, de la chimie et des sciences de l'environnement, Claire Hellio valorise les biomasses marines, en particulier les algues et les microorganismes. Très attachée aux approches biomimétiques et de chimie verte, elle extrait des composés actifs pour développer des produits innovants, majoritairement destinés aux revêtements antifouling, qui protègent les coques des bateaux de la formation de films d'algues et de coquillages, et à l'industrie cosmétique, avec des conservateurs et des antioxydants.

© Frédérique PLAS / LEMAR / CNRS Images

# EVTest

**Dispositif miniaturisé pour l'isolement et la classification de particules sub-micrométriques circulant dans les fluides complexes**



Porteur de projet  
Anne-Marie GUE



Région  
Occitanie



Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes du CNRS



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Dispositif/Instruments/  
Capteur

## Problématique

Les vésicules extracellulaires (EVs) sont des vésicules de taille submicrométrique libérées dans les conditions physiologiques par pratiquement toutes les cellules du corps. Elles circulent dans les fluides corporels et sont de plus en plus considérées comme des marqueurs de pathologies prometteurs. Ainsi, identifier et caractériser ces vésicules pourraient ouvrir de nouveaux axes de diagnostic/pronostic pour un très grand nombre de pathologies.

Le projet vise au développement d'un dispositif miniaturisé permettant l'isolement et la classification de particules submicrométriques circulant dans les fluides complexes. Il cible particulièrement les applications biologiques et médicales au travers des vésicules extracellulaires et des exosomes circulant dans les échantillons biologiques (sang en particulier).

## Solution / produit / technologie

Le dispositif proposé est une plateforme microfluidique couplant un module de filtration hydrodynamique avec une puce d'immunocapture multiplexe permettant donc une double sélection des vésicules extracellulaires (EVs) recherchées : d'abord sur un critère de taille puis sur un critère de sélectivité macromoléculaire. Cette plateforme est compatible avec les méthodes analytiques standards : ELISA, SPRi, fluorescence...

L'objectif de la prématuration est d'une part de développer l'environnement instrumental du dispositif afin de pouvoir l'exploiter dans les conditions réelles d'utilisation (en particulier faible volume d'échantillon), et ainsi de qualifier les performances de l'approche sur des échantillons de sang complet.

## Problématique

De nombreuses maladies neurologiques ou psychiatriques (Parkinson, Alzheimer, épilepsie, TOC, dépression, addiction...) sont aujourd'hui traitées par voie de stimulation cérébrale profonde. Pour cela, des sondes en forme d'aiguille fine rectiligne sont introduites dans le cerveau jusqu'à des zones cibles (une quarantaine de cibles identifiées à ce jour). Ces sondes portent des électrodes pour stimuler électriquement ou mesurer l'activité électrique aux endroits visés. La plupart du temps, plusieurs sondes sont insérées pour obtenir un ensemble de mesures ou stimuler le cerveau en plusieurs points.

## Solution / produit / technologie

Le projet iprobe, propose de développer des sondes cérébrales 3D, capables de se déployer au long de trajectoires courbes choisies. Ces sondes 3D seront donc en mesure d'atteindre non-plus une cible mais plusieurs cibles en série tout en contournant les zones sensibles du cerveau. Pour ce faire, l'équipe projet va explorer le concept de micro-tubes concentriques télescopiques. Les retombées opératoires et médicales escomptées sont nombreuses, en particulier une diminution drastique du temps d'intervention, du nombre d'électrodes implantées et des risques d'échec. Ce programme de prématuration a pour objectif d'amener cette idée nouvelle au stade de la Preuve de Concept assortie d'une validation préliminaire sur modèle animal.

## Sondes 3D à Tubes Concentriques pour la Stimulation Cérébrale Profonde

Porteur de projet  
Jérôme SZEWCZYK



Région  
Ile de France



Institut des systèmes intelligents et de robotique (CNRS / Sorbonne Université)



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Dispositif/Instruments/  
Capteur



# Inhibiteurs de l'interaction entre les récepteurs de la dopamine et du glutamate pour traiter l'addiction et la dépression

Développer des inhibiteurs de l'interaction entre les récepteurs de la dopamine et du glutamate pour traiter l'addiction et la dépression

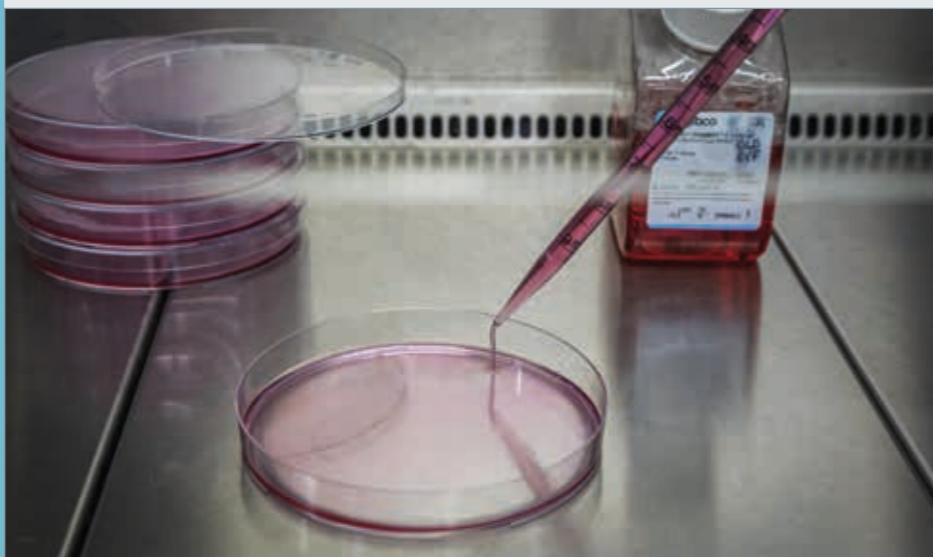
Porteur de projet  
Peter VANHOUTTE

Région  
Ile de France

Laboratoire  
«Neuroscience Paris-Seine» (CNRS / Inserm / Sorbonne Université)

Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2023

Domaine d'application  
Thérapeutique



## Problématique

L'addiction est une maladie psychiatrique caractérisée par la consommation compulsive de drogues. Les comorbidités entre addiction et dépression sont fréquentes. 50 % des personnes souffrant de l'une de ces maladies développent également l'autre. Les scientifiques ont émis l'hypothèse que les dysfonctionnements cérébraux sous-jacents à l'addiction et à la dépression partagent des mécanismes communs.

## Solution / produit / technologie

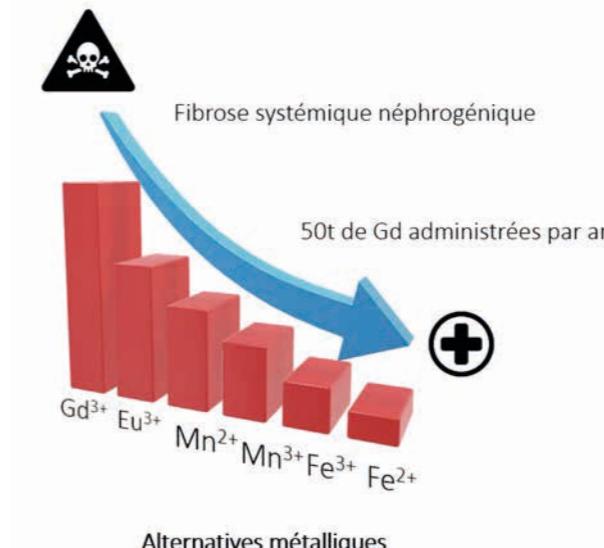
Ils ont identifié un mécanisme moléculaire commun à l'addiction et à la dépression, caractérisé par une interaction entre les récepteurs de la dopamine et ceux du glutamate. L'objectif de ce projet est donc de développer des petites molécules capables d'inhiber cette interaction, dans le but de proposer une nouvelle stratégie thérapeutique pour traiter ces pathologies.

## Problématique

La majorité des agents de contraste utilisés en Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) de routine sont des complexes de gadolinium. Certains de ces complexes sont peu stables, ce qui entraîne la libération du gadolinium dans le corps et son accumulation dans divers organes tels que les reins, les os et le cerveau. Cela peut engendrer des effets indésirables comme la Fibrose Systémique Néphrogénique (FSN), maladie chronique affectant les patients en insuffisance rénale sévère. L'utilisation de ces complexes est contre-indiquée pour cette catégorie de patients et pour d'autres jugées à risques (personnes âgées, enfants, femmes enceintes). Il est donc nécessaire de développer des alternatives aux agents à base de gadolinium dans le cadre de l'IRM.

## Solution / produit / technologie

Le projet Magnéto propose de synthétiser des agents de contraste à base de fer afin d'offrir une alternative pour les patients dont l'utilisation d'agents de contraste au gadolinium est contre-indiquée. La technologie repose sur des ligands dont les structures moléculaires sont optimisées afin de procurer des performances inédites aux complexes de fer associés, leur permettant de concurrencer avec les agents de contraste commerciaux. L'utilisation du fer permet de réduire la toxicité chronique des agents de contraste et l'impact environnemental associé à leur utilisation clinique. À l'opposé du gadolinium extrait en Chine, cette technologie utilisera en plus un métal plus abondant et mieux réparti sur la surface de la Terre.



# Magnéto

Agents de contraste à base de fer pour l'IRM

Porteur de projet  
Jens HASSERODT



Région  
Auvergne Rhône Alpes



Laboratoire de chimie  
(CNRS / École normale supérieure de Lyon)



Début de projet  
4<sup>ème</sup> trimestre 2023



Domaine d'application  
Diagnostic



# Mitoscore

## Un nouveau test compagnon dans la leucémie aigüe myéloïde



Porteur de projet  
Julie MONDET



Région  
Auvergne Rhône Alpes



Institute for advanced biosciences (CNRS / Inserm / Université de Grenoble Alpes)



Début de projet  
4<sup>ème</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Thérapeutique

### Problématique

Les leucémies aigues 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.

Le Mitoscore est un score pronostique innovant basé sur le séquençage du génome mitochondrial permettant une nouvelle stratification pronostique. Outre son intérêt prédictif dans la survie et la sensibilité à la chimiothérapie, le Mitoscore pourrait servir de test compagnon afin de combiner de façon personnalisée des molécules ciblant les altérations mitochondrielles à la chimiothérapie standard.

### Solution / produit / technologie

En fonction des altérations du Mitoscore, on a procédé à la sélection de cinq drogues qui pourraient cibler les mitochondries altérées de manière personnalisée afin d'accroître la réponse à la chimiothérapie. Ces stratégies thérapeutiques innovantes basées sur l'utilisation du Mitoscore seront testées sur des lignées cellulaires de cellules leucémiques. La confirmation de ces prises en charges innovantes sera réalisée sur des cellules de patients atteints de LAM, ainsi que sur un modèle de souris xénogreffées par les cellules leucémiques de patients.

Le projet Mitoscore T permettra d'effectuer la « preuve de concept » de l'utilisation du score comme test compagnon dans la LAM et servira de tremplin pour des études cliniques futures. Au vu des nombreuses publications sur le rôle de la mitochondrie dans la chimiorésistance des LAM, cette stratégie innovante permettra probablement d'améliorer la prise en charge et le pronostic des patients atteints de cette maladie.

# Neuraline

## Interface neuronale multi-fonctionnelle

Porteur de projet  
Cécile DELACOUR



Région  
Auvergne Rhône Alpes



Institut Néel du CNRS



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Dispositif/Instruments/  
Capteur



### Problématique

Les atteintes du système nerveux central (SNC) constituent un défi majeur de santé publique. Le SNC a une capacité extrêmement limitée à se réparer : une blessure, traumatique ou chronique, entraîne des handicaps souvent permanents et irréversibles qui peuvent arriver assez tôt dans la vie des patients. Aujourd'hui, environ 180 millions de personnes souffrent d'un handicap neurologique en Europe et il est fort probable que ce nombre augmente avec le vieillissement et l'augmentation de la population mondiale dans les années à venir. Ces nouvelles pathologies induisent une demande croissante de développement d'outils de suivi de l'activité neuronale, que ce soit pour le diagnostic, la mise au point de traitement, la rééducation ou la compensation des déficits survenant à la suite de ces traumatismes ou maladie dégénératives du SNC.

### Solution / produit / technologie

Plusieurs produits sont proposés sur le marché pour faire face aux pathologies atteignant le SNC. Ils sont en revanche limités en résolution ou dans le temps (rejet des implants). Compte tenu de leur haute biocompatibilité, les capteurs électroniques proposés par Neuraline rendent possible un contact direct avec les solutions et cellules étudiées sur des temps longs (plusieurs mois). La technologie est de plus flexible, transparente optiquement et compatible avec d'autres techniques d'imagerie cérébrale comme l'IRM fonctionnel. Au-delà de la détection de signaux neuronaux, ces capteurs sont très performants pour la détection ionique et moléculaire en milieu liquide, ce qui ouvre un large champ d'applications pour la caractérisation de solution : détection ADN, pH, de protéines ou de biomolécules, de virus, ou encore particules métalliques et de biomasse.

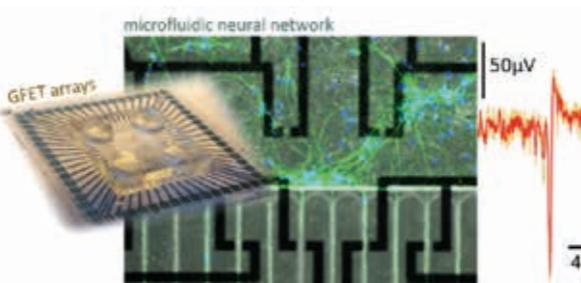


Figure illustrant une démonstration obtenue pour la détection de signaux neuronaux sur puce. Entièrement transparente et compatible avec les outils optiques, cette nouvelle plateforme fournit un laboratoire sur puce très polyvalent.

# PCHIT

## PatCH Instrumenté pour le suivi Temps réel de la fatigue musculaire



Porteur de projet  
Florence AZAIS



Région  
Occitanie



Laboratoire d'informatique de robotique et de microélectronique de Montpellier (CNRS / Université de Montpellier)  
Laboratoire d'électronique, systèmes de communication et microsystèmes (CNRS / Université Gustave Eiffel / Cnam)



Début de projet  
4<sup>ème</sup> trimestre 2023



Domaine d'application  
Dispositif/Instruments/  
Capteur

### Problématique

Le projet s'inscrit dans le contexte général du suivi de paramètres physiologiques, plus particulièrement le suivi de la fatigue musculaire, à partir de mesures de bio-impédance. Le lien entre fatigue musculaire et bio-impédance a déjà été scientifiquement établi. L'évaluation et le suivi de la fatigue musculaire ont une grande pertinence dans le cadre de la pratique d'activités physiques et sportives afin de prévenir les risques de blessures et/ou d'optimiser un programme d'entraînement. Ce suivi est également pertinent pour la prévention des risques de blessures dans le milieu professionnel (métiers physiquement difficiles), ainsi que dans le domaine médical pour le suivi de maladies chroniques, la réadaptation fonctionnelle, ou encore l'étude de pathologies musculaires. Il n'existe à ce jour aucun dispositif permettant de réaliser un suivi continu sur une personne en activité.

### Solution / produit / technologie

Le projet PCHIT propose un dispositif portable sous forme de patch avec une instrumentation embarquée en vue du suivi continu de la fatigue musculaire sur un individu en activité. Ce patch permet de réaliser une spectroscopie de bio-impédance en temps réel grâce à une puce originale conçue par le laboratoire LIRMM. Cette puce se distingue par sa rapidité de mesure, permettant d'éviter les perturbations liées à l'activité de la personne. De son côté, le laboratoire ESYCOM possède un savoir-faire dans la fabrication d'implants souples pour la stimulation de réseaux de neurones. L'approche originale envisagée dans ce projet consiste à intégrer conjointement la puce nue et les électrodes au sein d'un substrat souple afin d'obtenir un dispositif miniature qui n'entrave pas l'activité naturelle de la personne et qui s'adapte aux déformations géométriques induites par les mouvements.

### Problématique

Les microalgues et cyanobactéries constituent des sources de molécules d'intérêt pour l'agroalimentaire, la pharmacie, la cosmétique, les colorants. À titre d'exemple, le marché de la spiruline en France (8 millions d'euros) a été multiplié par 4 en 5 ans et à ce jour, 90 % de l'offre mondiale est encore d'origine asiatique. Grâce à cette algue, il est possible de produire de la phycocyanine, un pigment bleu (seul colorant bleu de qualité d'origine naturelle), antioxydant puissant, naturel et biodisponible utilisé comme complément alimentaire. Néanmoins, il reste plus cher que son concurrent synthétique issu de la pétrochimie et n'est donc utilisé que pour 20 % des applications.

Aussi, pour réduire les coûts de production et étendre l'usage de la phycocyanine à une plus grande échelle, il est aujourd'hui primordial de développer des méthodes performantes permettant d'augmenter la teneur de cette molécule dans la Spiruline.

### Solution / produit / technologie

Le projet Phycoplus vise à développer une technologie de sélection dirigée de souches de spiruline plus riches en phycocyanine, basée sur le principe de la sélection darwinienne des espèces. Concrètement, en imposant à une population de Spiruline une pression de sélection choisie, les individus dont le patrimoine génétique favorise l'adaptation à cette pression — en l'occurrence les plus riches en phycocyanine — seront sélectionnés au détriment des autres. Ainsi, après environ 9 mois de stress et de sélection, une nouvelle souche de spiruline aura émergé, capable de produire au moins 2 fois plus de phycocyanine en conditions de culture standards.

L'industrie agroalimentaire, en recherche de solutions d'origine naturelle et contrôlées, est déjà intéressée par les perspectives de ce projet à l'issue duquel une création d'entreprise est prévue.

# Phycoplus

### Amélioration de la teneur en phycocyanine de la spiruline

Porteur de projet  
Antoine SCIANDRA



Région  
Provence Alpes Côte d'Azur



Laboratoire d'océanographie de Villefranche (CNRS / Sorbonne Université)



Début de projet  
4<sup>ème</sup> trimestre 2023



Domaine d'application  
Biologie (R&D)



# POC\_WNV

## Un vaccin universel contre les flavivirus



Porteur de projet  
Julien POMPON



Région  
Occitanie



Laboratoire « Maladies infectieuses vecteurs : émergence, génétique, écologie et contrôle » (CNRS /IRD / Université de Montpellier)



Début de projet  
3<sup>ème</sup> trimestre 2023



Domaine d'application  
Recherche

### Problématique

Les flavivirus transmis par les moustiques sont responsables de la dengue, Zika, fièvre jaune, encéphalite japonaise et fièvre du Nil Occidental, infectant un demi-milliard de personnes et tuant 250 000 et coûtant 10 milliards d'euros chaque année. Malheureusement, il n'existe pas de traitement curatif, la lutte antivectorielle est inefficace, et la sécurité d'une vaccination ciblant les flavivirus est remise en cause. Bien que l'approche vaccinale soit la seule méthode efficace pour protéger contre les flavivirus, les risques sanitaires et l'augmentation des coûts des essais cliniques freinent le développement de nouveaux vaccins contre les flavivirus. L'invention permet de contourner ces limites en ciblant un nouveau facteur de la salive de moustique nécessaire à la transmission de ce groupe de virus. L'objectif de l'invention est de développer un candidat vaccin contre tous les flavivirus.

### Solution / produit / technologie

Récemment, l'équipe projet a découvert un facteur de la salive de moustique qui favorise l'infection de la peau pour plusieurs flavivirus. En se basant sur cette découverte, nous avons testé l'effet d'une immunisation contre ce facteur salivaire sur la transmission par le virus de la fièvre du Nil Occidental. Les résultats montrent qu'alors que les souris contrôles (immunisées contre l'albumine) développent des symptômes et une virémie, les souris immunisées contre le facteur salivaire n'ont ni symptômes ni virémie. Nous avons ainsi établi la proof-of-concept (POC) que la vaccination contre les EVs représentent une stratégie vaccinale efficace pour bloquer l'infection de la peau piquée et donc stopper l'infection. Le projet vise à identifier les antigènes responsables de l'inhibition de la transmission en utilisant une approche protéomique.

# Projet IOGA

## Inhibiteur de l'oncogénèse gastriques

Porteur de projet  
Laurent TERRADOT



Région  
Auvergne Rhône Alpes



Institut de biologie et chimie (CNRS / Université Claude Bernard Lyon 1)



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Thérapeutique



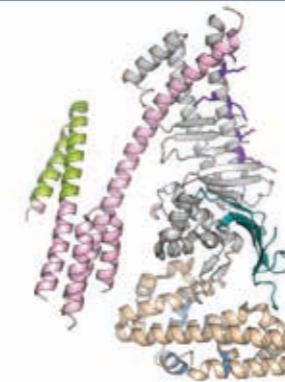
### Problématique

*Helicobacter pylori* est une bactérie qui colonise l'estomac de plus de la moitié de la population mondiale. Il est estimé qu'environ 20 % des individus infectés durant leur enfance développeront un ulcère peptique et 2-3 % un cancer gastrique. Les cancers de l'estomac représentent la troisième cause de mortalité par cancer dans le monde avec 800 000 morts par an. À ce titre, *H. pylori* est considéré comme carcinogène de classe 1 par l'OMS.

En plus de l'aspect épidémiologique, les problématiques de soins sont complexes et plurielles. Il n'existe pas de vaccins efficaces contre cette bactérie car elle peut continuer de se développer malgré une réponse immunitaire forte. De plus, les techniques actuelles de traitement reposent sur des thérapies lourdes basées sur des cocktails de médicaments (inhibiteurs de pompes à protons, antibiotiques et sels de bismuth). Le traitement par antibiotique a amené *H. pylori* à développer une résistance, au point d'être placé sur la liste des espèces prioritaires pour la recherche antibio de l'OMS.

### Solution / produit / technologie

Les cancers gastriques sont souvent liés à des bactéries virulentes qui utilisent un mécanisme de sécrétion similaire à une seringue pour injecter une protéine dans les cellules gastriques, favorisant ainsi le développement de cancers. On se penche sur ce processus. L'équipe a identifié certaines briques fondamentales impliquées dans le mécanisme d'injection avec les récepteurs moléculaires qui leurs correspondent. L'objectif est de bloquer l'injection de cette protéine pour prévenir les cancers gastriques, sans nécessairement éradiquer la bactérie. En inhibant le mécanisme d'injection à l'aide d'une molécule de petite taille, son impact se réduit sur l'organisme et sa survie dans l'estomac. Les approches actuelles ciblant ce mécanisme utilisent des inhibiteurs, mais leur efficacité clinique est limitée. L'approche proposée vise donc à bloquer l'injection de la protéine, offrant ainsi une nouvelle perspective pour prévenir les ulcères et les cancers gastriques.



# PRoVE

Les défis actuels autour de l'industrialisation des EVs rassemblent leur production, qu'il faut pouvoir déclencher pour produire suffisamment, l'ingénierie de leurs fonctions thérapeutiques, soit en amont, via les cellules productrices, soit en aval par de la modification biochimique. En fin de production et d'ingénierie, il faut assurer le contrôle qualité et l'accord avec la réglementation. Notre technologie est au centre des deux défis de production et d'ingénierie amont.

## Production de Vésicules extracellulaire

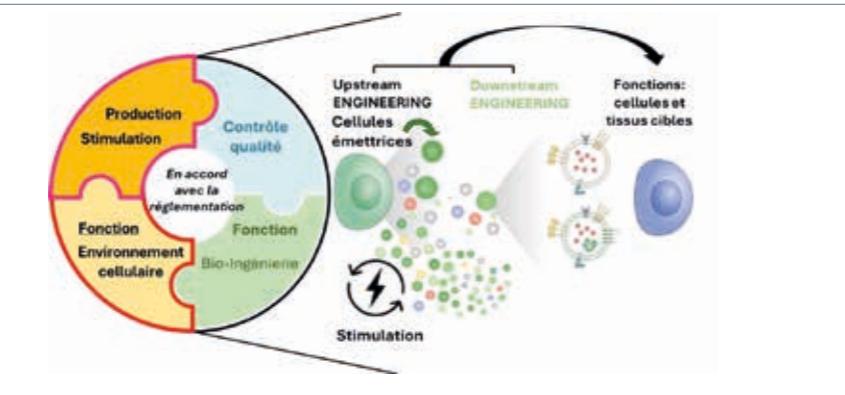
Porteur de projet  
Claire WILHELM

Région  
Ile de France

Laboratoire « Physique des cellules et cancer »  
(CNRS / Institut Curie / Sorbonne Université)

Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024

Domaine d'application  
Dispositif/Instruments/  
Capteur



### Problématique

Les vésicules extracellulaires (EVs) sont sur le point de devenir des acteurs incontournables des thérapies de demain. Ces petites structures, d'un diamètre d'environ une centaine de nanomètres, sont libérées par nos cellules dans leur environnement et semblent réguler la plupart des processus biologiques de notre organisme. Leurs fonctions diagnostiques et thérapeutiques découlent en grande partie de leur contenu en protéines, lipides et acides nucléiques, lesquels modulent leur activité et leur fonctionnement.

De manière logique, ces découvertes scientifiques ont rapidement donné naissance ces dernières années à une filière biotechnologique qui se positionne sur l'exploitation des EVs dans les domaines du diagnostic, des vecteurs thérapeutiques et de la médecine régénérative. Une des stratégies consiste à exploiter directement la signature biothérapeutique des EVs natives, fournie par leurs cellules émettrices, évitant ainsi le recours à des procédés de modification biochimique. Cependant, pour que l'utilisation de ces EVs natives devienne une réalité clinique, il est nécessaire de résoudre les obstacles liés à leur production à une échelle industrielle et de contrôler l'environnement des cellules qui les produisent.

### Solution / produit / technologie

Le dispositif proposé ici dans le cadre du projet, vise à remplir ces missions technologiques de production et de fonctionnalisation. Il s'agit d'une méthode robuste impliquant un nouveau mode de stimulation (encore confidentiel) permettant de générer des EVs à haut débit, à partir d'un faible nombre de cellules et dans leur environnement physiologique propre. Le rendement en EVs produit par cellule dépasse largement les techniques existantes. L'objectif premier du projet est de construire un prototype avancé de notre technologie, d'y intégrer des pistes pour un contrôle qualité, et de progresser vers le potentiel thérapeutique des EVs produites.

# RNAUTR

## Optimisation des séquences non codantes d'ARNm thérapeutiques

Porteur de projet  
Federico PERCHE

Région  
Centre Val de Loire

Centre de biophysique moléculaire du CNRS

Début de projet  
4<sup>ème</sup> trimestre 2023

Domaine d'application  
Thérapeutique



### Problématique

La pandémie de Covid-19, qui a débuté en 2019, a eu un impact dévastateur sur le monde entier. Des millions de vies ont été perdues et les systèmes de santé ont été mis à rude épreuve. Cependant, cette crise a également accéléré la recherche et le développement des thérapies à base d'ARN messager. Ces avancées scientifiques ont permis la mise au point de vaccins contre la Covid-19, tels que les vaccins Pfizer-BioNTech et Moderna. Malgré leurs avantages prometteurs, les thérapies à base d'ARN messager présentent également certaines limitations : tous les ARNm internalisés ne sont pas traduits et la stabilité et le stockage des vaccins exigent des conditions de température très basses.

### Solution / produit / technologie

Tous les ARNm utilisés en thérapie (préclinique et approuvés) possèdent des séquences non traduites (UTR) optimisées et une queue polyA. Le projet RNAUTR propose d'optimiser la séquence d'ARN messager pour améliorer son activité biologique (i.e. augmenter la traduction et la stabilité) par optimisation de séquence des zones non traduites 3'UTR/5'UTR et de la queue poly(A).

Ce projet participera à l'intensification de la recherche sur les thérapies à base d'ARN, technique phare de la lutte contre la Covid-19 et qui pourrait s'étendre à d'autres maladies (cancers, maladies infectieuses, inflammatoires, etc.).

# Selector

**Mise au point d'un sélecteur de séquences (ou peptides ou anticorps) pour des biorécepteurs plus sélectifs et sensibles vis-à-vis de la détection de pathogènes**

**Porteur de projet**  
Natale SCARAMOZZINO

**Région**  
Auvergne Rhône Alpes

**Laboratoire interdisciplinaire de physique (CNRS / Université Grenoble Alpes)**

**Début de projet**  
3<sup>ème</sup> trimestre 2023

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

## Problématique

Déterminant pour sauver davantage de vies humaines, le dépistage précoce des pathologies est un enjeu majeur de santé publique. Une des difficultés est de pouvoir détecter très tôt un pathogène, une molécule毒ique, ou un processus de cancérisation. Il faut pouvoir disposer de biorécepteurs capables de les détecter avec la meilleure spécificité et sensibilité.

Pour répondre à ces besoins, de nombreux outils ont été développés en intégrant des biomolécules, comme des anticorps ou des peptides spécifiques de la cible à détecter. La spécificité et la sensibilité de la détection dépendent notamment des séquences d'acides aminés. Actuellement, il n'existe pas de procédé suffisamment performant pour assurer une sélection efficiente de séquences qui permette une bonne sélectivité et spécificité.

## Solution / produit / technologie

Le développement d'outils disposant de très grandes sensibilité, sélectivité et spécificité est nécessaire pour de nombreux domaines liés aux activités humaines et à l'environnement : le diagnostic médical, les soins de santé, la surveillance de l'environnement et la qualité des aliments. Les équipes du projet Selector ont développé un sélecteur de séquences. Ce dispositif sera capable de récupérer les meilleures séquences (ou anticorps ou peptides) qui serviront de biorécepteurs spécifiques vis-à-vis d'une cible. Ce sélecteur permettra de récupérer des biomolécules sensibles, sélectives et spécifiques d'une cible donnée plus rapidement et efficacement que les techniques actuelles comme le « phage display ». L'utilisation du sélecteur de séquence pourra être généralisé à des cibles de natures différentes (pathogènes, protéines, ADN, composés chimiques...) en lien avec de multiples applications.

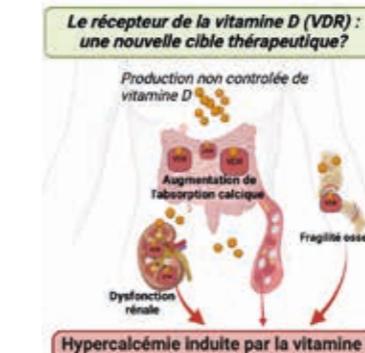
## Problématique

L'hypercalcémie idiopathique infantile (CMH) est une maladie rare induite par des taux anormalement élevés de vitamine D, une hormone qui joue un rôle clé dans l'équilibre calcique. Bien que peu d'industries s'y intéressent, cette maladie affecte aussi bien les enfants que les adultes, et peut conduire à des dysfonctionnements cardiaques et une insuffisance rénale sévère, jusqu'à des complications létales. Les traitements actuels sont basés sur des agents non sélectifs, peu efficaces et avec des effets secondaires importants. Des essais cliniques explorent d'autres alternatives, mais aucune ne cible spécifiquement les voies de signalisation de la vitamine D. Il est donc urgent de développer des traitements plus sélectifs pour améliorer la qualité de vie des patients et limiter les effets secondaires.

## Solution / produit / technologie

La vitamine D agit en se liant à son récepteur (VDR), qui régule l'expression de nombreux gènes clés impliqués dans diverses fonctions vitales. Récemment on a pu montrer qu'un antagoniste du VDR normalise l'hypercalcémie induite par la vitamine D. Cependant, sa faible stabilité hépatique a limité son développement clinique. L'innovation consiste à explorer de nouvelles molécules stables en remplacement.

L'équipe projet veut proposer un traitement prévenant l'hypercalcémie induite par la vitamine D chez la souris, sans effets secondaires indésirables. Le traitement au centre du projet est caractérisé par sa stabilité et sa spécificité et pourrait être une option thérapeutique prometteuse pour traiter la CMH.



**SITHYP**  
Consolidation  
d'une stratégie  
innovante pour  
le traitement des  
hypercalcémies  
idiopathiques  
infantiles

**Porteur de projet**  
Gilles LAVERNY



**Région**  
Grand Est



**Institut de génétique,  
biologie moléculaire  
et cellulaire (CNRS /  
Université de Strasbourg)**



**Début de projet**  
2<sup>ème</sup> trimestre 2023



**Domaine d'application**  
Thérapeutique





Extraction d'ARN de neurones sensoriels humains. Ces neurones, dérivés de cellules souches pluripotentes, ont été cultivés en présence de cellules immunitaires. L'un des axes de recherche consiste à définir les interactions entre ces types cellulaires au sein de la peau humaine.

© Cyril FRESILLON / I2CT / CNRS Images

## STOPKIN

Vers une nouvelle famille de molécules permettant de cibler et d'inhiber une kinésine

Porteurs de projet  
Catherine GUILLOU  
Anne HOUDUSSE-JULLIE



Région  
Ile de France



Institut de chimie des substances naturelles du CNRS  
Laboratoire « Biologie cellulaire et cancer »  
(CNRS / Institut Curie)



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Thérapeutique



### Problématique

Le cancer représente un défi médical majeur, touchant des millions de personnes à travers le monde. L'impact dévastateur du cancer sur la santé et la qualité de vie des patients est indéniable. Dès lors, la recherche et le développement de nouveaux médicaments ciblés pour traiter le cancer jouent un rôle primordial. Ces nouveaux médicaments, en visant des composants clés dans les cellules tumorales, offrent la possibilité d'interrompre leur prolifération, de réduire la progression de la maladie et d'améliorer la survie des patients. Trouver des thérapies médicamenteuses efficaces, bien tolérées et accessibles est donc une priorité.

### Solution / produit / technologie

Pour concevoir des chimiothérapies efficaces sans effets secondaires, les médicaments doivent idéalement cibler des composants indispensables au développement des tumeurs, qui sont en revanche peu exprimés et non indispensables pour les cellules saines. C'est le cas de la kinésine MKLP2, impliquée dans la prolifération et l'invasion de nombreux cancers humains. Alors que la surexpression de MKLP2 augmente dans les cellules cancéreuses devenues résistantes après la radiothérapie ou chimiothérapie, son inhibition permet leur éradication.

Le projet consiste à développer de nouveaux inhibiteurs de la protéine MKLP2. Le premier inhibiteur a été découvert, lequel est toutefois très peu soluble dans l'eau. La recherche de nouveaux composés est menée en collaboration avec l'Institut Curie de Paris. Les premiers résultats sont prometteurs et pourraient offrir une nouvelle voie de traitement de cancers, notamment ceux résistants et/ou avec un mauvais pronostic vital.

Pionnière dans le domaine, la création d'une start-up accompagnée par le programme RISE est envisagée pour valoriser ces travaux de recherche et commercialiser ces nouveaux composés.

# SUPRALINK

**Radiomarquage des biomolécules par chimie supramoléculaire – application au pré-ciblage**



Porteur de projet  
Victor GONCALVES



Région  
Grand Est



Institut de chimie moléculaire de l'Université de Bourgogne (CNRS / Université de Bourgogne)



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Thérapeutique

**Problématique**

La radiothérapie interne vectorisée est une thérapie de plus en plus utilisée en oncologie. Elle repose sur l'administration d'un médicament marqué par un isotope radioactif, appelé « radiopharmaceutique », capable de tuer les cellules cancéreuses. Cependant, cette thérapie présente certaines limites. L'administration du radiopharmaceutique est particulièrement à l'origine d'une irradiation indiscriminée des organes du patient jusqu'à ce qu'il ait eu le temps de s'accumuler dans la tumeur. Cet effet limite la dose pouvant être délivrée au patient et est source d'effets secondaires.

**Solution / produit / technologie**

Le projet SUPRALINK vise à développer une technologie novatrice de bioconjugaison basée sur la chimie supramoléculaire. Elle permet la synthèse de radiopharmaceutiques adaptés aux approches dites de « pré-ciblage ». Le pré-ciblage consiste en l'administration d'un vecteur non radiomarqué au patient capable de se fixer sélectivement sur les cellules cancéreuses. Le radioisotope thérapeutique n'est ensuite administré que dans un second temps, une fois que la concentration en vecteur est maximale dans la tumeur et minimale dans les tissus sains.

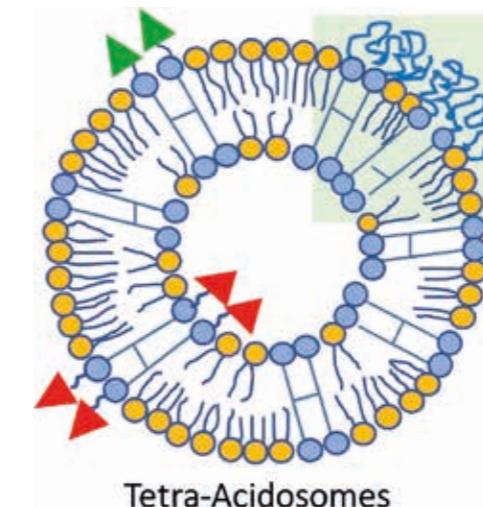
La technologie SUPRALINK permet la combinaison rapide et sélective, dans l'organisme, du vecteur et du radioisotope par assemblage macromoléculaire. Cet outil permet d'augmenter la fenêtre thérapeutique des radiopharmaceutiques, en améliorant leur sécurité et leur efficacité anticancéreuse.

## Problématique

Les nanotechnologies ont révolutionné le domaine médical en offrant des solutions prometteuses, parmi lesquelles les lipides occupent une place significative. Les lipides, grâce à leur structure amphiphile, encapsulent des substances thérapeutiques dans des nanovecteurs stables. Cela facilite leur passage à travers les barrières biologiques et favorise leur accumulation spécifique dans les tissus cibles. Néanmoins, le déploiement de ces nanotechnologies se heurte encore à des difficultés en raison de la complexité et/ou du coût de production. La conception de nanovecteurs plus perfectionnés et multifonctionnels est donc nécessaire pour répondre aux besoins de médicaments personnalisés.

## Solution / produit / technologie

Le projet Tetracaps propose de développer une nouvelle famille de nanocapsules lipidiques (Tetra-Acidosomes) à partir de lipides naturels tétrafonctionnalisés très innovants. Cette nouvelle technologie permettra de valoriser une matière première jusqu'à présent non exploitée et présente en grande quantité. La structure unique de ces lipides offre des possibilités de fonctionnalisations chimiques pour former des nanocapsules multifonctionnelles, très stables, et autorisant divers modes d'administration.



# Tetracaps

**Tétra-Acidosomes : Nouvelle génération de capsules lipidiques pour la délivrance orale de médicaments et le développement de vaccins**

Porteur de projet  
Thierry BENVEGNU



Région  
Bretagne



Institut des sciences chimiques de Rennes (CNRS/École normale supérieure de Rennes / Université de Rennes)



Début de projet  
4<sup>ème</sup> trimestre 2023



Domaine d'application  
Thérapeutique



# TOCSin

## Thérapie oncolytique ciblée par Sindbis virus



Porteur de projet  
Matteo NEGRONI



Région  
Grand Est



laboratoire « Architecture et réactivité de l'ARN » du CNRS



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Thérapeutique

### Problématique

Le projet concerne la virothérapie oncolytique, une approche visant à détruire les cellules tumorales par le biais d'infections virales. Actuellement, la limite principale à une administration systémique de cette thérapie vient de la faible spécificité des virus pour les cellules tumorales qui contraint à une administration directement dans la tumeur. Ainsi une faible spécificité implique des limitations thérapeutiques importantes comme la nécessaire accessibilité chirurgicale de la tumeur, l'impossibilité du traitement des lésions diffuses et une perte d'efficacité due à l'infection non-spécifique de cellules saines. Dans le cas du glioblastome, un des cancers du cerveau les plus agressifs, les échecs thérapeutiques sont associés, dans plus de 70 % des cas, à l'émergence d'une sous-population tumorale exprimant un marqueur spécifique de résistance qui n'est pas exprimé à la surface des cellules saines.

### Solution / produit / technologie

Cette caractéristique peut être exploitée afin de cibler spécifiquement ces cellules en développant un traitement complémentaire aux traitements existants. Les scientifiques ont réussi à développer une particule virale, modifiée par ingénierie génétique. Cette particule montre une forte sélectivité d'infection et de réPLICATION pour les cellules du glioblastome résistantes aux traitements conventionnels. Dans des modèles de culture de cellules on observe une élimination spécifique des cellules résistantes qui, si confirmée dans le modèle animal, constituera la base pour la mise en route d'essais thérapeutiques. La possibilité de passer d'une administration locale à une administration intraveineuse — réduisant ainsi les coûts et facilitant la prise en charge par les structures hospitalières — sera également étudiée dans ce projet.

### Problématique

Appliqué à la stérilisation et la désinfection, le marché des LEDs émettant dans l'UV-C est en plein essor. L'éclairage UV élimine les agents pathogènes (virus et bactéries) en modifiant la structure de leur ADN ou ARN. Cette propriété germinicide est particulièrement efficace avec les rayonnements à des longueurs d'onde inférieures à 280 nm (bande UV-C) et peut être utilisée pour la stérilisation et purification de l'eau.

Cependant, les LED actuelles souffrent d'un compromis entre efficacité d'injection du courant et efficacité d'extraction des photons UV, ce qui réduit leur efficacité et leur viabilité économique. L'origine de ce compromis se trouve dans l'indisponibilité de matériaux conducteurs et transparents aux UV-C permettant de remplir le rôle d'électrode. Le projet vise à explorer un nouveau matériau pour cet usage, le diamant.

### Solution / produit / technologie

Le projet UVC-Diamond mise sur le diamant. L'objectif est de réaliser une preuve du concept de l'électrode transparente et conductrice en diamant poly-cristallin. Ce matériau semi-conducteur possède une grande énergie de bande interdite, ce qui le rend transparent dans l'UV lointain. Il est aussi possible de le dopant au bore afin de le rendre très conducteur. Sa surface naturellement nanostructurée permet d'atteindre une extraction des photons émis supérieure à 50 %. Cette technologie ouvre la voie à une simplification des procédés de fabrication dans l'industrie des LED UV, l'émission de lumière pouvant se faire en face avant et non plus en face arrière.

Une fois la preuve de concept réalisée, l'objectif est de transférer la licence d'exploitation à la start-up DIAMFAB issue de l'Institut Néel du CNRS pour intégrer cette solution dans les LEDs UV-C avec les industriels du secteur, pour des applications de désinfection notamment.

## Electrode diamant pour LED UV-C

Porteur de projet  
Gwénolé JACOPIN



Région  
Auvergne Rhône Alpes



Institut Néel du CNRS



Début de projet  
3<sup>ème</sup> trimestre 2023



Domaine d'application  
Matériaux/revêtements

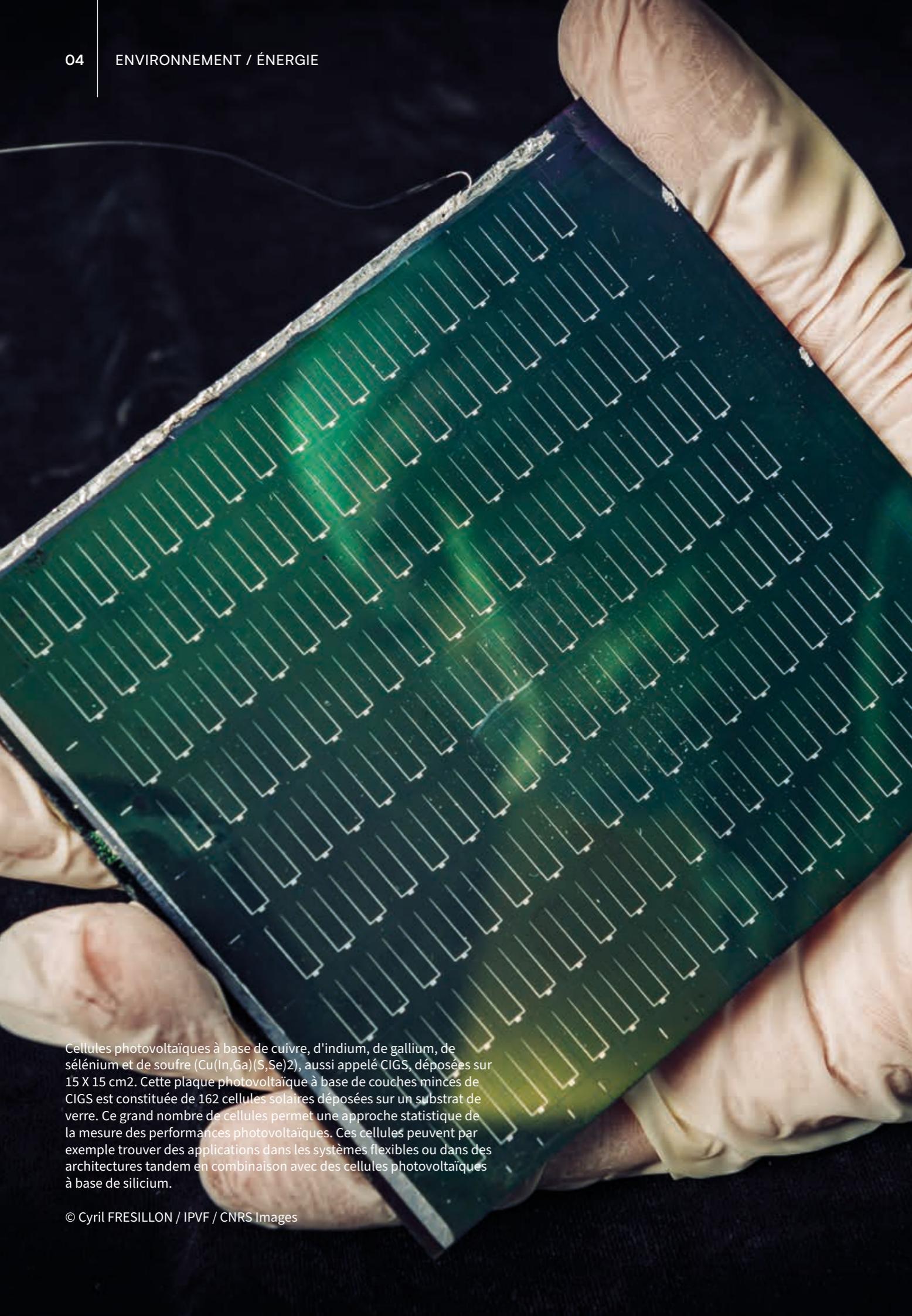


Mesure de température et d'humidité des sols pour le projet Warm, col du Lautaret, Alpes. Sandra Lavorel, lauréate de la médaille d'or du CNRS 2023, et un collaborateur mesurent la température et l'humidité des sols dans le cadre du projet Warm, sur le col du Lautaret, à 2 400 m d'altitude. Ce projet étudie l'effet du changement climatique sur les pelouses alpines. Les scientifiques ont installé des dispositifs en plexiglas qui réchauffent l'air de quelques degrés par rapport à l'extérieur, et des capteurs à l'intérieur et à l'extérieur de ces dispositifs. Spécialiste du fonctionnement et de la dynamique des écosystèmes, Sandra Lavorel est pionnière dans la définition et l'analyse des services qu'ils rendent aux sociétés humaines. Elle a ainsi montré que l'altération de la biodiversité et des écosystèmes due aux changements globaux, comme le changement climatique, mais aussi à l'usage des sols a des impacts sociaux et économiques quantifiables. Ces travaux pionniers ont posé les fondements de nouveaux axes de recherche sur la dynamique de la biodiversité et des écosystèmes. Ils permettent notamment d'élaborer des scénarios d'évolution des paysages particulièrement utiles aux politiques d'aménagement et de gestion de la biodiversité. Ses recherches interdisciplinaires ont aussi contribué au développement du concept de contribution de la nature à l'adaptation sociale, une nouvelle manière d'explorer les solutions fondées sur la nature pour faire face aux changements globaux.

© Hubert RAGUET / LECA / CNRS Images



## Environnement Énergie



# CADEPLA

**Caractériser  
d'empilements  
planaires**

Porteur de projet  
**Julien CARDIN**



Région  
**Normandie**



Centre de recherche sur  
les ions, les matériaux  
et la photonique  
(CNRS / CEA / Ensicaen  
/ Université de Caen  
Normandie)



Début de projet  
**1<sup>er</sup> trimestre 2024**



Domaine d'application  
**Matériaux/revêtements**



## Problématique

Afin de construire un avenir énergétique moins dépendant des hydrocarbures et de répondre aux difficultés d'approvisionnement en matières premières, de nouveaux procédés technologiques de rupture permettant d'optimiser la consommation des ressources énergétiques doivent être développés. La sobriété énergétique et matérielle est une solution indispensable pour repenser nos modes de consommation et de production, réduire notre empreinte écologique et optimiser l'utilisation des ressources naturelles.

L'optimisation de l'usage des ressources disponibles est un enjeu auquel les chercheurs souhaitent apporter une réponse en développant un prototype fonctionnel d'un système de traitements de données permettant la conception d'un refroidisseur passif radiatif diurne - une solution de refroidissement qui ne consomme que très peu d'énergie.

## Solution / produit / technologie

Le projet CADEPLA vise à répondre aux besoins de caractérisation fine des empilements de matériaux en couches minces pour une réalisation plus efficace et plus sobre de ces derniers. Il repose sur l'utilisation de mesures optiques associées à un traitement algorithmique. Cela permettra non seulement d'effectuer une analyse post dépôt de la structure d'un empilement mais aussi de concevoir des empilements répondant à des exigences spécifiques, tels que des figures de mérite spectrale étendue de l'ultra-violet au moyen infrarouge, ou comportant un nombre élevé de couches minces.

Cette solution trouvera en particulier son application dans le traitement de pièces pour la conception et l'optimisation de revêtements optiques (refroidisseur radiatif réfrigérant), mais aussi dans les domaines de l'électronique, de la chimie, l'énergie (photovoltaïque) et les matériaux.

# CARADET

## Réalisation d'un prototype de capteur à base de SiC refroidi à l'azote pour la détection de tritium

 Porteur de projet  
Nadia GRILLET

 Région  
Provence Alpes Côte d'Azur

 Institut matériaux  
microélectronique  
nanoscience de  
Provence (CNRS / Aix-  
Marseille Université /  
Université de Toulon)

 Début de projet  
4<sup>ème</sup> trimestre 2023

 Domaine d'application  
Dispositif/Instruments/  
Capteur

### Problématique

Parmi les principaux radionucléides émis par l'énergie atomique, le tritium a une faible toxicité. Cependant, celui-ci est impliqué dans la fusion et la fission nucléaires et des quantités très importantes sont rejetées dans l'environnement. Le rapport de l'IRSN (2017) montre que la forme majoritaire du tritium dans la biosphère est l'eau tritée et que la voie prépondérante d'exposition pour les membres du public est l'ingestion. Des études expérimentales ont démontré que, à dose équivalente, le tritium induit des effets biologiques à la fois stochastiques et déterministes, du même type que ceux induits par d'autres types de rayonnements. Il est donc indispensable pour les acteurs industriels du nucléaire de connaître précisément la dose de tritium rejetée dans l'environnement. À l'heure actuelle, il n'existe aucun dispositif capable de mesurer en temps réel la dose de tritium émise par un réacteur.

### Solution / produit / technologie

Aujourd'hui, les mesures de la dose de tritium sur des prélèvements sont réalisées à l'aide d'un appareillage lourd, lent et peu sélectif. La solution proposée dans ce projet est donc d'effectuer une détection selective et en temps réel du tritium en développant un capteur fiable et ultra-rapide à base de carbure de silicium (SiC). Cette technologie permettra de détecter instantanément la désintégration  $\beta$ - du tritium rejeté dans les eaux de refroidissement des réacteurs nucléaires (réponse de l'ordre de la centaine de nanosecondes) avec une sensibilité extrême rendant possible la mesure des émissions de l'ordre de 1 électron par seconde.

# DEMETER

## Détection Moléculaire dans l'eau en temps réel

 Porteur de projet  
Nathalie LIDGI-GUIGUI

 Région  
Île de France

 Laboratoire des sciences des procédés et des matériaux (CNRS / Université Sorbonne Paris Nord)

 Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024

 Domaine d'application  
Dispositif/Instruments/  
Capteur

### Problématique

À l'heure actuelle, il n'existe pas de technique analytique pour l'eau qui soit à la fois spécifique, sensible, en temps réel et in situ. Cette situation met en évidence plusieurs problèmes importants. D'une part, le respect des normes de qualité de l'eau ne peut être étudié que de manière asynchrone. D'autre part, aucune des listes de polluants officiels ne prend en compte les effets conjugués de plusieurs molécules (effets cocktails). Cette question est au centre des grands enjeux sociaux tels que One Health, ce qui préfigure l'établissement de nouvelles normes environnementales.

### Solution / produit / technologie

La spectroscopie Raman se base sur un effet de diffusion de la lumière par les vibrations des liaisons moléculaires. Chaque vibration diffuse la lumière à une longueur d'onde précise, il en résulte un spectre qui est une véritable signature de la molécule étudiée. La spectrométrie Raman est déjà utilisée en industrie, par exemple pour la prévention de la contrefaçon. Il a été montré qu'il était possible de détecter certains polluants de manière ciblée à de très faibles concentrations dans l'eau grâce à des capteurs à effets SERS (Surface Enhanced Raman Scattering).

Nous proposons dans ce projet de développer un démonstrateur d'un capteur capable d'analyser sur site et en quasi-temps réel des molécules d'intérêt.

Le projet DEMETER va donc utiliser différentes techniques pour mieux comprendre et contrôler cet effet SERS.

D'une part, des techniques de nanostructuration et de fonctionnalisation vont permettre de rendre les capteurs SERS spécifiques. D'autre part, la nouvelle méthodologie développée permettra de traiter les milieux complexes avec différentes méthodes spectroscopiques.

# DT21

**Propriétés barrières aux liquides pour divers papiers non traités et traités, mesurées par des tests Cobb.** Très bonnes barrières à l'huile et à l'eau pour des temps d'exposition court. Test Cobb, quantité de liquide test absorbée par un substrat à base de papier après un temps d'attente donné.

**Huile, norme SCAN P 33:77, temps Cobb 1800s**

**Eau, norme ISO 535, temps Cobb 60s**

\* Transpercement total – valeur non valide.

## Dosage-Tamisage 2-en-1(DT21) pour maîtriser à la fois l'homogénéité surfacique et la granulométrie d'un dépôt de poudre



**Porteur de projet**  
Nadia EL KISSSI



**Région**  
Auvergne Rhône Alpes



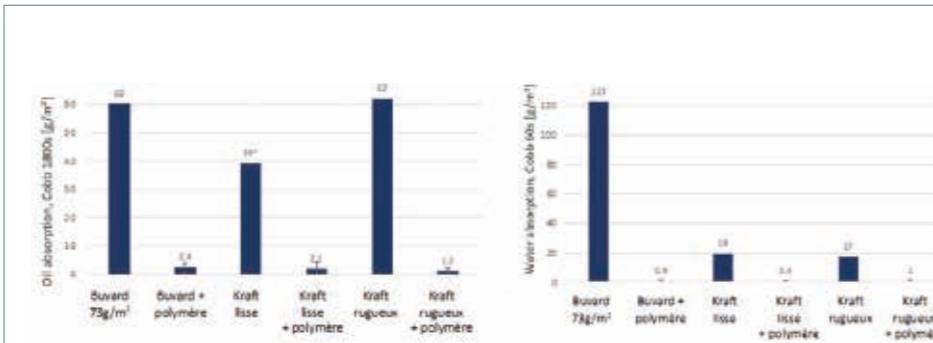
**Laboratoire**  
«Rhéologie et procédé»  
(CNRS / Université Grenoble Alpes)



**Début de projet**  
4ème trimestre 2023



**Domaine d'application**  
Chimie/papier/textile



### Problématique

Les matériaux d'emballage évoluent pour réduire leur impact environnemental. Les plastiques pétro-sourcés dominent, mais leur faible recyclage et leur non-biodégradabilité posent des problèmes. Le papier et le carton sont des alternatives, mais pour certaines applications, ils nécessitent l'ajout de polymères pétro-sourcés, perdant ainsi leurs avantages en matière de recyclage. Les réglementations évoluent pour limiter l'usage de plastiques pétro-sourcés, encourageant les alternatives biosourcées comme les PHA ; PLA... Ces polymères sont biodégradables en milieu marin, biocompatibles, et possèdent de bonnes propriétés barrières. Cependant, leur mise en œuvre est difficile et coûteuse.

### Solution / produit / technologie

Le projet vise le développement d'une méthode innovante pour doser et tamiser la poudre d'un polymère biosourcé en une seule étape, visant à lever les obstacles technologiques. Dans le projet DT21, l'utilisation directe de la poudre de polymère permettra de réduire les coûts de formulation et de transformation. Les paramètres à contrôler dans ce procédé sont l'épaisseur de la couche et son homogénéité sur toute la surface ainsi que l'accroche sur le papier en conditions d'usage. Les premiers résultats d'imperméabilité à l'air et à l'eau par test de Cobb sont prometteurs (voir illustration).

Cette méthodologie, adaptée pour une production continue, conduira à des sandwichs papier / polymère d'avenir, offrant des solutions biodégradables, recyclables et performantes.

### Problématique

L'hydrogénéation d'hétéroarènes fonctionnalisés est une réaction catalytique d'intérêt car elle permet d'accéder à des briques moléculaires complexes de manière très éco-efficiente (une seule étape, faible empreinte carbone). Cependant, contrôler la chimiosélectivité de la réaction représente un défi lorsque les arènes ciblés possèdent des fonctions fortement propices à réagir avec l'hydrogène tels que les hétéroarènes fluorés, silylés ou encore borylés. Ce n'est qu'en 2017 que ces transformations ont pu être réalisées avec succès grâce à un catalyseur de rhodium contenant un ligand Carbénique AminoAlkyl Cyclique ou CAAC (travaux de F. Glorius publiés dans Science). Réaliser l'hydrogénéation de ces hétéroarènes de manière asymétrique permettrait d'obtenir des motifs chiraux très prisés de l'industrie pharmaceutique, car omniprésents dans de nombreux ingrédients actifs. Cependant aucun complexe de rhodium CAAC chiral n'a été décrit à ce jour

### Solution / produit / technologie

L'accès aux ligands CAACs chiraux reste un réel défi que les chimistes de synthèse doivent relever. C'est dans ce contexte que l'équipe projet, en collaboration avec l'USCD (Pr. G. Bertrand et Dr. R. Jazzaar) et l'Université d'Aix-Marseille (Dr. N. Vanthuyne), a récemment décrit dans un brevet CNRS la synthèse des premiers sels d'iminium optiquement purs (>99 %ee), précurseurs directs des CAAC chiraux ainsi que les complexes métalliques associés (incluant un complexe de rhodium)

Le projet H2\*CAAC va synthétiser les complexes de rhodium CAAC chiraux et démontrer leur applicabilité en réaction d'hydrogénéation asymétrique d'hétéroarènes fonctionnalisés. Les résultats attendus permettront de concevoir des briques moléculaires chirales pour la synthèse de molécules à visées thérapeutiques.

# H2\*CAAC

**Synthèse de complexes de rhodium contenant des Carbènes AminoAlkyles Cycliques (CAAC) chiraux pour l'hydrogénéation asymétrique d'hétéroarènes fonctionnalisés**

**Porteur de projet**  
Marc MAUDUIT



**Région**  
Bretagne



**Institut des sciences chimiques de Rennes (CNRS / École normale supérieure de chimie de Rennes / Université de Rennes)**



**Début de projet**  
1er trimestre 2024



**Domaine d'application**  
Chimie/papier/textile



# HolHy

## Hollow sample test rig for test in Hydrogen Gas

 Porteur de projet  
Gilbert HENAFF

 Région  
Nouvelle Aquitaine

 Institut P' du CNRS

 Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024

 Domaine d'application  
Dispositif/Instruments/  
Capteur

### Problématique

La fragilisation par l'hydrogène (FPH) est un phénomène de dégradation des performances de matériaux de structure auquel sont confrontés depuis longtemps de nombreux secteurs industriels. Cette thématique connaît un fort regain d'intérêt avec le développement d'une économie basée sur le vecteur Hydrogène. En effet, la durabilité de nombreuses infrastructures, réaffectées ou spécifiquement conçues, est susceptible d'être affectée par la FPH résultant d'une exposition à du dihydrogène sous pression. Par conséquent cette durabilité être évaluée, notamment pour des raisons de sécurité. Cette évaluation s'appuie généralement sur des essais de détermination des propriétés mécaniques des matériaux conduits sous autoclave lourd en infrastructure. Le dispositif HolHy offre non seulement une alternative plus agile à ce type d'essai, mais permet aussi de les étendre à des conditions d'exposition sévères.

### Solution / produit / technologie

Le projet HolHy vise à développer un dispositif original d'essai mécanique (traction lente, fatigue) et de perméation sur éprouvettes tubulaires, sous pression d'hydrogène gazeux pur ou en mélange pour des études sur la fragilisation par l'hydrogène. Ce dispositif expérimental est d'une mise en œuvre plus facile et plus sûre que les essais en autoclave. L'originalité consiste en l'association d'une sollicitation mécanique à la simulation de conditions sévères d'exposition au dihydrogène sous pression. Sur un plan applicatif, il permettra ainsi de se rapprocher de conditions de service, notamment pour les structures (pipeline, réservoir de stockage, connectique, ...) exposées sur des temps longs à de l'hydrogène. Au-delà, l'idée est d'utiliser des tubes à paroi mince pour déterminer les propriétés de perméation et étudier les interactions « Diffusion/Déformation/Endommagement ».

### Problématique

L'actualité récente éclaire de façon évidente et violente la dépendance des sociétés modernes vis-à-vis des sources d'approvisionnement en matières premières stratégiques. Cela se retrouve dans le domaine des matériaux luminescents utilisés quotidiennement dans les écrans (smartphones, ordinateurs) ainsi que dans le nombre d'applications de détection et d'éclairage. Dans la plupart des cas, les propriétés de luminescence proviennent des dérivés basés sur des métaux lourds, précieux et/ou rares qui peuvent présenter des toxicités importantes. Alternativement, elles peuvent également être générées par des dérivés organiques complexes issus de synthèses multi-étapes. Cela limite la portée des applications associées en termes d'utilisation à grande échelle. Dans le contexte actuel, le développement de synthèses simples, peu onéreuses basées sur des centres métalliques peu toxiques largement disponibles à l'échelle planétaire, revêt une importance cruciale. Les précurseurs basés sur l'ion cuivre ( $\text{Cu}^{+}$ ) remplissent ces critères, mais du fait de contraintes liées aux spécificités de l'ion cuivre ( $\text{Cu}^{+}$ ), il apparaît que les voies de synthèse gagnent à être améliorées afin d'élargir les champs d'applications accessibles pour ces objets moléculaires luminescents.

### Solution / produit / technologie

Une nouvelle voie de synthèse de composés luminescents de cuivre ( $\text{Cu}^{+}$ ) a été développée en utilisant des précurseurs inédits dans ce contexte vis-à-vis des approches synthétiques jusqu'alors suivies.

En effet ces précurseurs sont bien plus stables dans les conditions ambiantes, présentent une diversité de précurseurs et une maniabilité bien supérieure à ceux du cuivre ( $\text{Cu}^{+}$ ) jusqu'ici utilisés pour un coût bien inférieur. De plus, la voie de synthèse est éco-compatible (éthanol, sous air) et facile à mettre en place.

La nouvelle méthodologie, couplée à un nouveau matériau de départ, permettra de produire des composés luminescents déjà connus de manière plus écoresponsable et plus économique, ainsi que d'atteindre de nouvelles structures de composés luminescents encore jamais étudiés..

# LowCost-HighLum

**Préparations non-conventionnelles, économies et éco-responsables de dérivés fortement luminescents de l'ion Cu(I) à partir de précurseurs inédits**

 Porteur de projet  
Christophe LESCOP

 Région  
Bretagne

 Institut des sciences chimiques de Rennes (CNRS / Université de Rennes / ENSCR)

 Début de projet  
3<sup>ème</sup> trimestre 2023

 Domaine d'application  
Matériaux/revêtements

# OXYCAT

## Procédé pour l'oxydation d'alcènes en cétones à partir d'un catalyseur au fer



Porteur de projet  
Rafael GRAMAGE-DORIA



Région  
Bretagne



Institut des sciences chimiques de Rennes (CNRS / Université de Rennes / ENSCR)



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Chimie/papier/textile

### Problématique

Les réactions d'oxydations sont largement utilisées dans l'industrie chimique pour produire des composés utilisés à large échelle (acétaldéhyde, acétophénone et autres cétones).

Afin de les rendre plus viable techniquement et économiquement, ces réactions sont accélérées, facilitées, optimisées... par des complexes chimiques appelés catalyseurs.

En général les réactions d'oxydations dans l'industrie se heurtent aux problèmes suivants :

- catalyseur très onéreux à base de palladium ;
- conditions réactionnelles « rudes » (haute pression d'oxygène, haute température, conditions acides, énergivore), incompatible avec des groupements chimiques sensibles ;
- catalyseurs utilisés non recyclables.

Dans le cas de la production d'acétone et de l'acétophénone, les catalyseurs sont obtenus comme produits secondaires d'autres procédés, impliquant des cancérogènes possibles, ainsi que la production de sous-produits d'oxydations (alcohols, peroxydes, hydroperoxydes, époxydes, etc.). Ce qui implique un processus lourd de purification et d'isolement supplémentaire des cétones.

### Solution / produit / technologie

Les porteurs du projet Oxycat ont développé un procédé hautement sélectif (> 95 %) pour obtenir des cétones à partir d'alcènes. Ce procédé est permis grâce à l'utilisation d'un catalyseur de fer qui contient un ligand porphyrine tétra-acide carboxylique très peu onéreux et de synthèse facile/accessible.

Ce catalyseur présente plusieurs avantages :

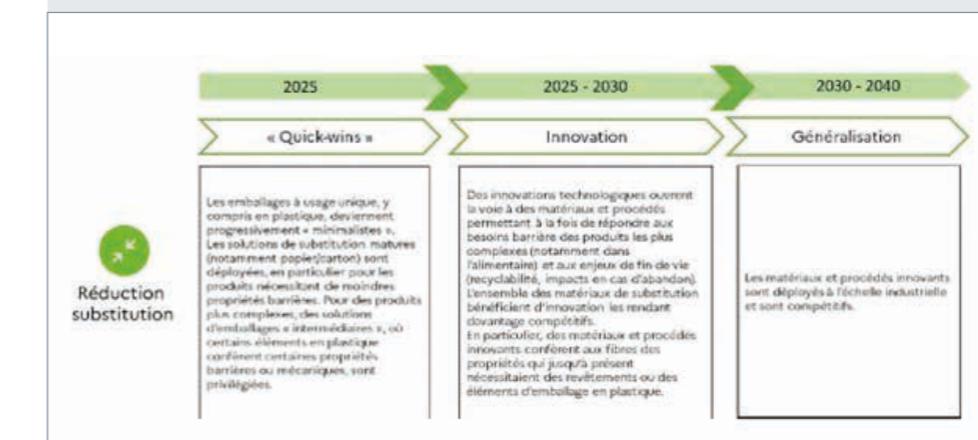
- les réactions d'oxydations peuvent avoir lieu sous air ou oxygène ;
- les réactions d'oxydations peuvent avoir lieu à des température douces entre 0 et 100° C ;
- les réactions d'oxydations peuvent avoir lieu dans des milieu biphasiques ;
- la charge en catalyseur peut être diminuée à 1 ppm ;
- l'acétone et l'acétophénone peuvent être obtenues comme produit majoritaire d'une manière durable et en utilisant des produits non cancérogène.

### Problématique

Les contraintes liées aux nouvelles directives nationales et européennes en matière de réduction des plastiques et emballages à usage unique créent un besoin urgent de nouveaux emballages alimentaires. La stratégie 3R (Réduction Réemploi Recyclage) vise 20 % de réduction de ces emballages plastiques à usage unique d'ici fin 2025 et leur interdiction en 2040. Dès janvier 2025, les contenants alimentaires en plastique de cuisson et de service seront interdits en restauration collective scolaire et universitaire (loi EGALIM). Si les plastiques pétro-sourcés dominent encore ce marché, les industriels ont développé des produits biosourcés biodégradables (notamment en milieu marin) et biocompatibles. Leur mise en œuvre sur du papier ou carton passe cependant encore par des techniques complexes ou qui ne répondent pas totalement aux objectifs de recyclabilité.

### Solution / produit / technologie

Ce projet propose de développer une fonctionnalisation de surface par une couche de polymère biodégradable et compostable. Ainsi l'étanchéité à l'air (l'humidité et l'eau) autorisera l'usage de matériaux cellulosaques sans recours aux plastiques pétro-sourcés. Le cœur de cette nouvelle solution technologique protectrice utilisable notamment pour le marché des aliments humides est l'utilisation de nouveaux catalyseurs éco-compatibles capables de rivaliser avec les catalyseurs écotoxiques à base d'étain tels que ceux utilisés actuellement dans l'industrie pour la synthèse d'acide polylactique. Le procédé devra être adapté pour s'intégrer avec le minimum de perturbation dans une chaîne industrielle de production et il conduira à des sandwichs papier/polymère d'avenir, offrant des solutions biodégradables, recyclables et performantes.



### De la conception d'un catalyseur de Polymérisation éco-compatible à l'élaboration d'emballages papier alimentaire

Porteur de projet  
Pierre LE GENDRE



Région  
Grand Est



Institut de chimie moléculaire de l'Université de Bourgogne (CNRS / Université de Bourgogne)



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Chimie/papier/textile



Stratégie 3R pour les emballages plastiques à usage unique ; Avril 2022.  
Ministère de la transition écologique.

Pose de protections sur le trajectographe à muons, devant le volcan Snaefellsjökull, Islande. Jacques Marteau, lauréat de la médaille de l'innovation du CNRS 2022 à l'origine de la start-up Muodim, pose des protections sur les trois plans de détection du trajectographe à muons, en Islande. Ce détecteur de muons sera ensuite calibré, avant d'être pointé sur le volcan Snaefellsjökull, à l'arrière-plan. L'équipe de muographie de l'Institut de physique des 2 infinis de Lyon (IP2I-Lyon) cherche à imager ce volcan immortalisé par Jules Verne dans "Voyage au centre de la Terre". La muographie est une technique innovante d'imagerie révélant l'intérieur des structures. Elle utilise les muons, des particules produites naturellement dans l'atmosphère et capables de traverser la matière sur des épaisseurs plus ou moins grandes en fonction de la densité des matériaux. En détectant les particules qui n'ont pas été absorbées, on obtient une image de l'intérieur des structures traversées, comme avec les rayons X en imagerie médicale. La muographie devrait permettre de vérifier l'existence d'un système hydrothermal actif au sein du volcan et d'étudier l'évolution de l'épaisseur de glace résiduelle du glacier à son sommet. Le trajectographe a été expédié avec l'aide précieuse du parc national du Snaefellsjökull et de scientifiques islandais.

© Carol MULLER / IP2I / CNRS Images



## PHOTOBIOOLAC

**Systèmes photo-biocatalytiques basés sur des enzymes de la famille des multicopper oxidases pour l'oxydation de molécules organiques**

### Problématique

Les réactions d'oxydation sont d'une importance fondamentale dans l'industrie chimique. Elles sont majoritairement réalisées en utilisant des oxydants agressifs souvent en quantités stoechiométriques (tels que l'acide nitrique,  $\text{OsO}_4$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , ou  $\text{MnO}_4^-$ ). Ces derniers doivent être remplacés car ils présentent des coûts élevés et leur utilisation engendre des problèmes environnementaux.

L'utilisation de l'énergie solaire, inépuisable et propre, pour promouvoir des réactions d'oxydation a attiré beaucoup d'attention. Cependant, la réalisation efficace, en photocatalyse, de transformations d'oxydation, souvent multi-électroniques, représente un grand défi pour les chimistes.

### Solution / produit / technologie

Le projet PHOTOBIOOLAC s'inspire du fonctionnement du photosystème des plantes utilisant l'énergie lumineuse pour réaliser des réactions d'oxydation. Un photocatalyseur a été associé à une enzyme robuste et déjà utilisée dans l'industrie, pour réaliser l'oxydation de molécules organiques dans des conditions douces avec le dioxygène comme accepteur final et renouvelable d'électrons.

Contrairement à nombre de systèmes photocatalytiques existants, la technologie PHOTOBIOOLAC opère dans un milieu aqueux, à température ambiante, avec un photocatalyseur organique sans métal précieux (les photocatalyseurs utilisés sont souvent à base de Ru ou Ir), et sans utiliser de donneur sacrificiel d'électrons.

Au vu de ces avantages, la technologie est pressentie pour une application en dépollution des eaux : dégrader des polluants tels que des microplastiques ou des micropolluants des milieux aquatiques (résidus de pesticides ou de médicaments, détergents etc.).

Porteur de projet  
Thierry TRON



Région  
Provence Alpes Côte d'Azur



Institut des sciences moléculaires de Marseille (CNRS / Aix-Marseille Université / Centrale Méditerranée)



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Environnement



# STOCKY

## Stockage électrochimique des énergies renouvelables



Porteur de projet  
Mathieu ETIENNE



Région  
Grand Est



Laboratoire de chimie physique et microbiologie pour les matériaux et l'environnement (CNRS / Université de Lorraine)



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Énergie

### Problématique

On assiste aujourd’hui à une forte augmentation des capacités de production d’énergie renouvelable, notamment photovoltaïque ou éolienne. Il est aussi admis que ces capacités de production doivent continuer à progresser fortement pour aller vers une société neutre en carbone. Une telle augmentation des capacités de production doit s’accompagner d’une augmentation des capacités de stockage, parce que ces énergies renouvelables sont produites de façon intermittente, et les pics de production ne sont pas synchronisés avec les pics de consommation. Dès maintenant, dans certaines régions, le prix de l’électricité peut varier très fortement entre les périodes de forte production et celles de forte consommation. Cette variation pourrait permettre l’émergence d’un marché du stockage stationnaire d’énergie pour répondre aux besoins jusqu’à une dizaine d’heures de stockage. Cependant, peu de solutions sont disponibles pour réaliser ce stockage sur de plus longues durées.

### Solution / produit / technologie

Le projet Stocky explore une solution originale pour stocker l’énergie de manière sûre, peu coûteuse en ne dépendant pas de métaux critiques. La cible privilégiée dans la première phase de développement est un stockage intersaison pour une maison individuelle de 100 m<sup>2</sup> respectant les meilleures normes. L’enjeu est alors de proposer une solution abordable, occupant un volume raisonnable par rapport au volume de la maison elle-même et présentant un niveau de sécurité élevé. Le principe est de stocker l’énergie produite en excès en été par des panneaux solaires pour utiliser cette énergie plusieurs mois plus tard, pendant l’hiver, quand les besoins électriques sont au plus haut et l’autoproduction électrique au plus bas. Les solutions explorées pour réaliser cet objectif sont également applicables à d’autres besoins de stockage de longue durée (site industriel ou communautaire isolé).



Ce financement bénéficie d'une aide de l'Etat gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre de France 2030.

### Problématique

Les sirops de glucose sont très largement utilisés dans l’industrie alimentaire, par exemple pour la confection de pâtisseries ou de chocolats. D’un point de vue composition chimique, ces sirops contiennent entre 60 et 80 % de glucides, dont 20 à 50 % de glucose. Ces sirops sont fabriqués par hydrolyse enzymatique de l’amidon, une ressource issue par exemple de cultures de maïs aux USA ou de pomme de terre en France. L’amidon est issu de ressources agricoles et peut, dans certains cas, créer des conflits d’usage vis-à-vis d’autres cultures, voire contribuer à l’appauvrissement ou l’érosion des sols (des apports en eau importants peuvent également être nécessaires) lorsque les cultures sont intensives.

### Solution / produit / technologie

Le projet SYRUP propose la conception d’un procédé de production de sirops de glucose directement à partir de déchets de biomasse issus de l’industrie agricole, forestière, papetière ou du bois. Ces déchets représentent un immense gisement de carbone renouvelable (> 8 milliards de tonne par an). En moyenne, ces déchets contiennent 70 à 75 % de sucre, dont environ 30 à 40 % de glucose. La possibilité d’extraire ces sucres pour produire des sirops de glucose ouvre la voie à une production peu consommatrice en eau et potentiellement plus écoresponsable de sirops de glucose et représente également une source potentielle de revenus plus importante pour les agriculteurs ou industriels concernés par la valorisation de ces déchets (très souvent valorisés en énergie ou composte).



# SYRUP

## Fabrication de sirops de glucose à partir de déchets de biomasse cellulosique

Porteur de projet  
François JEROME



Région  
Nouvelle Aquitaine



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



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d’application  
Agroalimentaire/  
Agriculture



# TRIP2

## Turbine pour rivières peu profondes



**Porteur de projet**  
Guilhem DELLINGER



**Région**  
Grand Est



**ICube – Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie (CNRS / Université de Strasbourg)**



**Début de projet**  
4<sup>ème</sup> trimestre 2023



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

### Problématique

Le potentiel de production d'hydroélectricité à l'aide de pico et micro-centrales est, à ce jour, largement sous-exploité. L'énergie cinétique des courants de rivière est notamment très peu exploitée alors qu'elle possède un potentiel important. Cette sous-exploitation peut s'expliquer par les contraintes hydrauliques et environnementales très fortes, présentes dans ce type de milieu. En effet, les vitesses d'écoulement en rivière sont généralement faibles et les tirants d'eau sont peu élevés. De plus, tout système de récupération d'énergie se doit de présenter un impact négligeable sur le milieu naturel qui l'entoure. Enfin, l'un des points les plus importants concerne l'aspect économique de l'installation. Au vu des faibles puissances produites, le coût de fabrication et d'utilisation se doivent d'être les plus faibles possibles afin que la centrale soit financièrement intéressante. Malgré le fort potentiel énergétique des écoulements de rivière, il n'existe aujourd'hui que très peu de technologies adéquates qui permettent une exploitation efficace et économiquement viable de ce gisement.

### Solution / produit / technologie

Le système proposé est une centrale flottante comprenant un organe de flottaison sur lequel est suspendue une turbomachine complètement immergée à l'aide d'une structure de liaison et constituée de deux éléments tournants contrarotatifs. Des carénages (latéraux et supérieur/inférieur) sont utilisés afin d'accélérer localement le flux incident. Cette accélération permet d'augmenter la puissance hydraulique récupérée. Des rotors à axe de rotation verticale sont utilisés pour maximiser les performances de la centrale et pour exploiter la plus grande section possible de l'écoulement. La forme de ces rotors a été optimisée pour atteindre, voire surpasser, les performances des turbines à axe de rotation horizontale. Sur une même centrale, deux rotors sont placés en parallèle afin de profiter de l'effet de confinement local. Enfin, un système de relevage permet de modifier la position verticale de la turbomachine. Cela permet de positionner de façon optimale les rotors dans l'écoulement et de faciliter la mise en place et le déplacement de la centrale flottante.



Claude Grison fondatrice de la start-up Bio Inspir' qui étudie les vertus dépolluantes d'un certain nombre de plantes, terrestres ou aquatiques. Bio Inspir' s'intéresse notamment à la menthe aquatique, une petite plante originaire d'Europe, qui possède des capacités exceptionnelles d'épuration d'eaux chargées en éléments métalliques et organiques. Utilisée sous forme de poudre ou vivante, cette plante permet de dépolluer des eaux contaminées directement sur des sites industriels. Bio Inspir' transpose les travaux menés par le laboratoire de Chimie bio-inspirée et innovations écologiques (CNRS/Université de Montpellier) au monde industriel. Image extraite du film réalisé à l'occasion du salon VivaTech.

© Fabien CARRÉ / Yann GADAUD / Bio Inspir' / CNRS Images

# Instrumentation électronique

Détail des fils de câblage (bonding) d'aluminium de 250 µm de diamètre.  
L'objectif ici est de réaliser l'interconnexion électrique entre un fusible et  
une cellule de test.



Banc de test sous pointes de composants, puces et circuits microélectroniques. Conception de circuits intégrés pour les communications sans fil.

© Emmanuel PERRIN/Univ.Nice-Sophia Antipolis/LEAT/CREMANT/CNRS  
Images

# AIMFREE

**Fabrication d'aimants permanents intégrés sans terre rare par voie chimique**

Porteur de projet  
Lise-Marie LACROIX



Région  
Occitanie



Laboratoire de physique et chimie des nano-objets (CNRS / Insa Toulouse / Université Paul Sabatier Toulouse)



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Industrie & production



## Problématique

L'objectif affiché par l'Union Européenne de développer une économie numérique, durable et neutre pour le climat d'ici 2050 nécessite des innovations scientifiques et technologiques majeures pour limiter notre dépendance vis-à-vis des matières premières critiques. Les matériaux magnétiques notamment vont jouer un rôle essentiel dans les décennies à venir. Ce marché très vaste et à forte expansion est principalement dominé par les aimants permanents à base de terres rares, très performants, et les ferrites qui présentent un bas coût mais des performances faibles. De plus, la fabrication et l'intégration d'aimants permanents de taille submillimétrique dans des dispositifs portatifs revêtent une importance majeure dans les domaines de la télécommunication, des transports ou du biomédical, mais restent extrêmement difficiles. En effet, les procédés métallurgiques classiques ne peuvent répondre aux problématiques d'intégration, l'électrodéposition rencontre des limitations sur les matériaux accessibles, alors que le dépôt par sputtering requiert des températures élevées. Il existe donc un besoin pour un procédé compatible avec les procédés de microélectronique et permettant de préparer des aimants intégrés performants sans terres rares.

## Solution / produit / technologie

Le projet propose une approche alternative pour la conception d'aimants de tailles submillimétriques. Basé sur un savoir-faire unique sur la synthèse de nanobâtonnets de cobalt aux propriétés magnétiques optimisées.

Le projet AimFree s'inscrit dans la poursuite de travaux fondamentaux mené depuis près de 10 ans au LPCNO sur l'élaboration d'aimants sans terres rares à partir de l'assemblage de nanobâtonnets (NBs) de cobalt. De plus, grâce au contrôle précis de leur forme (cylindrique, diamètre de 15 nm, rapport d'aspect > 5), ils peuvent bénéficier d'une forte anisotropie. Leur assemblage sous champ magnétique conduit à des matériaux performants ( $(BH)_{max} \sim 120 \text{ kJ.m}^{-3}$ ) comblant l'écart entre les ferrites ( $< 30 \text{ kJ.m}^{-3}$ ) et les terres rares ( $\sim 250 \text{ kJ.m}^{-3}$ ).

# CLAMPS



## Complete automatic manufacturing process of soft devices



Porteur de projet  
Yassine HADDAB



Région  
Occitanie



Laboratoire  
d'informatique  
de robotique et de  
microélectronique  
de Montpellier  
(CNRS / Université de  
Montpellier)



Début de projet  
3<sup>ème</sup> trimestre 2023



Domaine d'application  
Robotique

### Problématique

Ces dernières années, l'utilisation des structures en silicium a connu un intérêt grandissant en raison des propriétés mécaniques des matériaux dont certains sont biocompatibles. Dans la majorité des cas, ces structures sont issues de techniques de fabrication complexes, manuelles et onéreuses. Par exemple, les imprimantes 3D silicones ou multi-matériaux ont un coût élevé, ce qui rend l'activité peu accessible. Ces imprimantes ne permettent pas non plus de réaliser des éléments complexes : cavités internes, formes extérieures, ajout d'inserts rigides. Ainsi, la fabrication de ce type de structures en silicium passe par la mise en œuvre d'un procédé de fabrication fin et long incluant plusieurs ajustements mécaniques et manipulations manuelles.

### Solution / produit / technologie

Le projet CLAMPS vise le développement d'un procédé de fabrication automatique et rapide de structures en silicium complexes et précises à l'aide d'une machine unique d'impression 3D. Il résulte de travaux effectués sur des robots souples d'inspection du tube digestif pour le diagnostic des tumeurs colorectales. CLAMPS tire profit en partie de concepts exploités en micro-fluidique pour fabriquer des structures souples avec des actionneurs pneumatiques ou hydrauliques. Le projet apporte d'une part la possibilité de concevoir des robots souples complexes bénéficiant des études sur la conception optimale de robots, et d'autre part de réaliser des mannequins de simulation médicale en silicium avec plus de réalisme. CLAMPS permettra alors d'aboutir à un produit complet : imprimante 3D et logiciel de conception et de pilotage.

# H-Fire

## Production et analyse de faisceaux intenses de particules chargées métalliques

Porteur de projet  
Jacques GIERAK



Région  
Île de France



Centre de nanosciences et de nanotechnologies  
(CNRS / Université Paris-Saclay)



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Dispositif / Instruments / Capteur



### Problématique

Maneuver un satellite dans l'espace nécessite de le doter d'un dispositif de propulsion. Si les satellites géostationnaires disposent de moteurs plasmiques volumineux et efficaces, les satellites de plus petites tailles en sont bien souvent dépourvus. L'objectif d'un propulseur est de répondre de façon fiable, économique et performante à différentes missions : se positionner en orbite puis lutter contre la dérive orbitale, éviter la collision avec des débris voire redescendre pour se désintégrer. Pour réaliser ces différentes missions, la propulsion par electrospray offre une solution compacte séduisante, mais reste limitée en matière de poussée quand un fort flux ionique est recherché. Le projet vise à dépasser les limites actuelles de cette technologie.

### Solution / produit / technologie

Le projet concerne le développement d'une architecture innovante de micropropulseurs Electro Hydro Dynamiques (EHD). Cette technique consiste à arracher par l'intermédiaire d'un champ électrique intense appliqué directement à la surface du liquide conducteur des particules chargées. Le dispositif affleurant à la surface du satellite expulse alors des plumes de particules chargées à grandes vitesses, et ainsi leur communiquer une quantité de mouvement maximale. Le C2N a mis au point de nouvelles dalles émissives aptes à dépasser les performances actuelles. Ce module propulsif sera caractérisé en matière de poussée et d'impulsion spécifiques dans différents régimes de fonctionnement.



# INOFTEQ

## Imageur de nano-objets fluorescents pour les technologies quantiques



Porteur de projet  
Agnès MAITRE et  
Hugo DEFIENNE



Région  
Île de France



Institut des nanosciences de Paris (CNRS / Sorbonne université)



Début de projet  
4<sup>ème</sup> trimestre 2023



Domaine d'application  
Dispositif/Instruments/  
Capteur



Ce financement bénéficie d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre de France 2030.

### Problématique

Pour répondre aux besoins de puissance de calcul, de traitement des données, les circuits électroniques ont connu une miniaturisation extrême, jusqu'à quelques dizaines de nm, nécessitant la résolution de nombreux problèmes : échauffement des circuits, difficultés technologiques croissantes de fabrication... La taille ultime de quelques nm sera cependant atteinte dans quelques années. Des ruptures technologiques doivent donc être envisagées telles que celles liées aux technologies quantiques et optiques : des puces optiques pourraient être intégrées dans des circuits soit tout optique soit hybride électronique/optique. Les nano-sources optiques et/ou quantiques intégrables dans des circuits y joueront un rôle essentiel, à condition qu'elles soient caractérisées puis sélectionnées, ce qui est très long car les sources sont caractérisées les unes après les autres.

### Solution / produit / technologie

Pour réduire significativement ce temps de caractérisation, la solution proposée consiste à mesurer et caractériser en même temps plusieurs nano-sources, au lieu de les caractériser l'une après l'autre. Il s'agit de réaliser un prototype fonctionnel d'un dispositif de microscopie de fluorescence permettant de connaître ainsi simultanément les propriétés optiques de différentes nano-sources (brillance, dynamique d'émission, polarisation, émission de photons uniques, ...). Ce dispositif s'appuie sur le développement récent de caméras SPAD dont les nombreux pixels sont des photodiodes à avalanches, très sensibles et permettant de détecter des photons uniques. Ces caméras sont disponibles maintenant commercialement. Ce dispositif pourra être utilisé pour un large panel de nano-sources optiques quantiques, comme des nanocristaux semi-conducteurs, pérovskites, des centres NV du diamants, etc.



# PaNaMa

## Process based on an Advanced Nano Mask for electrodes and patterning

-  Porteur de projet Laëtitia MARTY
-  Région Auvergne Rhône Alpes
-  Institut Néel du CNRS
-  Début de projet 1<sup>er</sup> trimestre 2024
-  Domaine d'application Dispositif/Instruments/ Capteur

### Problématique

La microélectronique produit les composants électroniques présents dans les appareils numériques quotidiens. Les dispositifs électroniques évoluent très rapidement vers plus de miniaturisation, vers une électronique flexible. Pour cela, de nouveaux matériaux font leur entrée dans les dispositifs. Souvent en couche mince, ils peuvent de plus être sensibles chimiquement, fragiles mécaniquement. Parmi les matériaux les plus exigeants, on trouve une nouvelle classe de nanomatériaux à deux dimensions. À cette échelle, les technologies d'intégration actuelles, développées pour les matériaux massifs, atteignent leurs limites. Il faut inventer de nouveaux procédés de microfabrication adaptés à la manipulation de ces matériaux, mais aussi à l'apparition de nouveaux supports, notamment souples pour l'électronique flexible.

### Solution / produit / technologie

Le procédé PaNaMa est totalement exempt de produits chimiques liquides (procédé dit « dry »), contrairement aux procédés standards. Basé sur un stencil mask polymère, il permet de fabriquer très facilement des dispositifs de taille micronique. Ce procédé est particulièrement bien adapté aux matériaux 2D atomiquement fins qui sont délicats à manipuler, mais il résout aussi des problématiques similaires pour tout matériau fin ou sensible aux traitements par voie liquide et par des produits chimiques. Transparent et souple, le masque s'adapte à toutes les surfaces, planes ou courbes, rigides ou flexibles, avec une facilité d'alignement. Cette technologie apporte une solution plus simple, plus propre et plus économique pour intégrer des matériaux fins et sensibles.

# SOCRATES

## Separation of chiral nanotubes

Porteur de projet  
Alain CELZARD



Région  
Grand Est



Institut Jean Lamour  
(CNRS / Université de  
Lorraine)



Début de projet  
1<sup>er</sup> trimestre 2024



Domaine d'application  
Dispositif/Instruments/  
Capteur



### Problématique

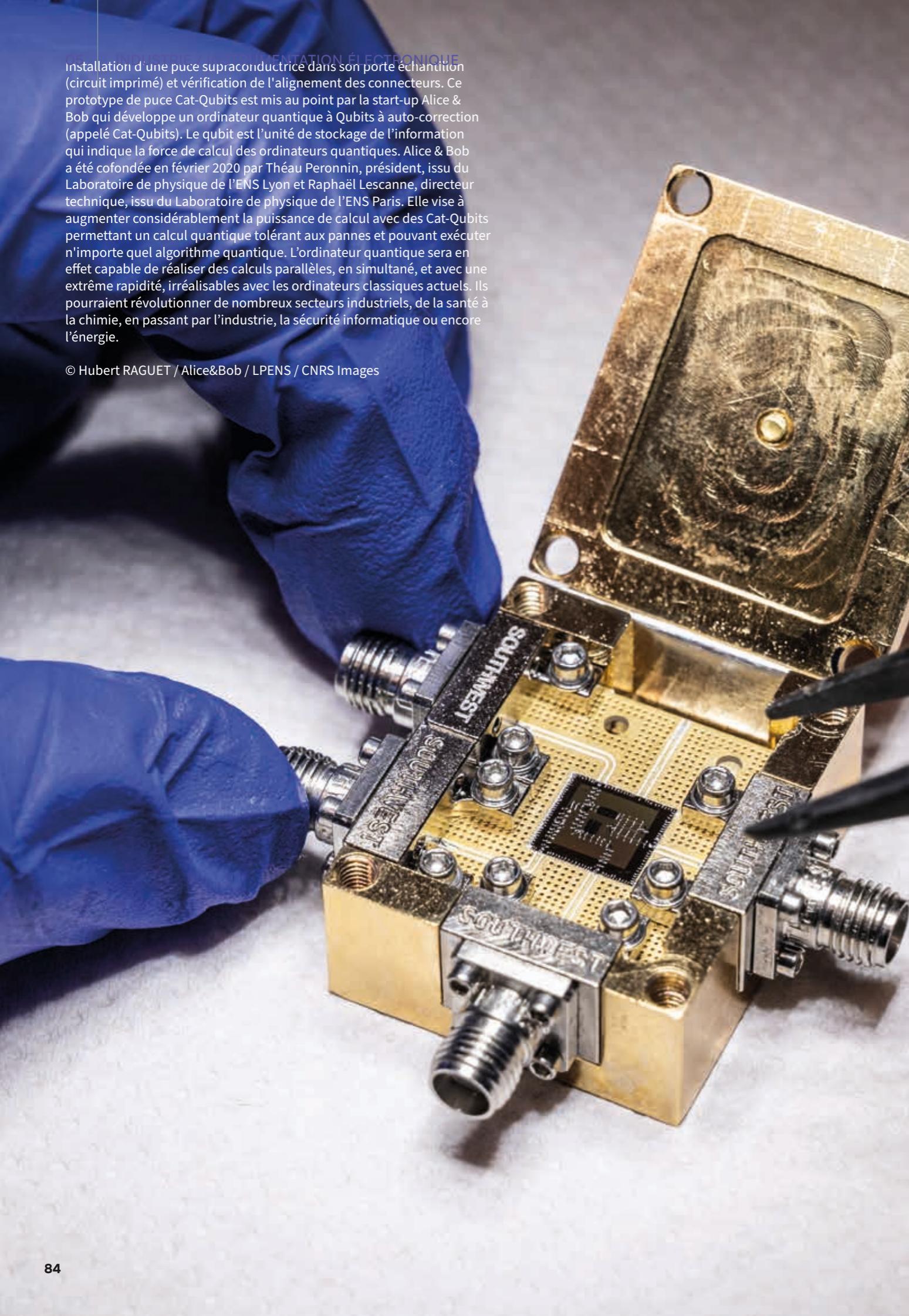
Le contrôle précis de la structure des nanotubes de carbone (NTC) est vital pour de nombreuses applications. Si la séparation des NTC semi-conducteurs et métalliques est possible, celle des énantiomères gauche et droit, aux propriétés presque identiques, est extrêmement difficile. Or la structure en hélice des énantiomères chiraux des NTC, en plus de leur offrir des propriétés optiques uniques, leur donne une sélectivité exceptionnelle dans l'interaction avec les molécules chirales, permettant ainsi une détection et une séparation précises de polymères, protéines, ADN et médicaments. Dans l'industrie pharmaceutique notamment, la séparation des molécules chirales est cruciale en raison de leurs activités biologiques radicalement différentes. Une solution serait d'utiliser des NTC à chiralité spécifique bien séparés, mais leur obtention en quantités substantielles reste un défi majeur.

### Solution / produit / technologie

Ce projet vise à développer et tester une nouvelle méthode de séparation des énantiomères de NTC, basée sur leur interaction avec une configuration spéciale du champ électromagnétique. L'approche proposée va permettre une séparation non chimique en flux continu de ces énantiomères, ce qui rend cette technique très attrayante d'un point de vue pratique. Le caractère purement physique du processus élimine en effet la nécessité de tout traitement chimique avant ou après la séparation, ainsi que l'usage de produits consommables éventuellement coûteux et dangereux, tandis que le caractère continu de la séparation facilite la récupération des énantiomères séparés. Cette méthode n'a jamais été proposée auparavant, et pourrait devenir une technique industrielle rendant accessible l'utilisation commerciale des énantiomères de NTC soit gauches, soit droits.

**05 - INDUSTRIE / INNOVATION ÉLECTRONIQUE**  
Installation d'une puce supraconductrice dans son porte échantillon (circuit imprimé) et vérification de l'alignement des connecteurs. Ce prototype de puce Cat-Qubits est mis au point par la start-up Alice & Bob qui développe un ordinateur quantique à Qubits à auto-correction (appelé Cat-Qubits). Le qubit est l'unité de stockage de l'information qui indique la force de calcul des ordinateurs quantiques. Alice & Bob a été cofondée en février 2020 par Théau Peronni, président, issu du Laboratoire de physique de l'ENS Lyon et Raphaël Lescanne, directeur technique, issu du Laboratoire de physique de l'ENS Paris. Elle vise à augmenter considérablement la puissance de calcul avec des Cat-Qubits permettant un calcul quantique tolérant aux pannes et pouvant exécuter n'importe quel algorithme quantique. L'ordinateur quantique sera en effet capable de réaliser des calculs parallèles, en simultané, et avec une extrême rapidité, irréalisables avec les ordinateurs classiques actuels. Ils pourraient révolutionner de nombreux secteurs industriels, de la santé à la chimie, en passant par l'industrie, la sécurité informatique ou encore l'énergie.

© Hubert RAGUET / Alice&Bob / LPENS / CNRS Images



## SWIRLED

### Sources d'éclairage dans le SWIR avec des concentrateurs pompés par LED

Porteur de projet  
**François BALEMBOIS**



Région  
**Ile de France**



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



Début de projet  
**3<sup>ème</sup> trimestre 2023**



Domaine d'application  
**Industrie & production**



### Problématique

L'inspection et le contrôle des produits manufacturés sont des enjeux majeurs pour optimiser les processus industriels, limiter le gaspillage et améliorer la qualité. L'imagerie est un outil de choix pour le contrôle qualité. L'imagerie dans le SWIR (Short-Wave Infra-Red 1 µm-3 µm) permet de fournir des images de meilleure qualité et de révéler des informations inaccessibles avec des caméras visibles. Depuis quelques années, ce type d'imagerie connaît un véritable essor grâce à l'arrivée de caméras SWIR compactes et de coût plus abordable.

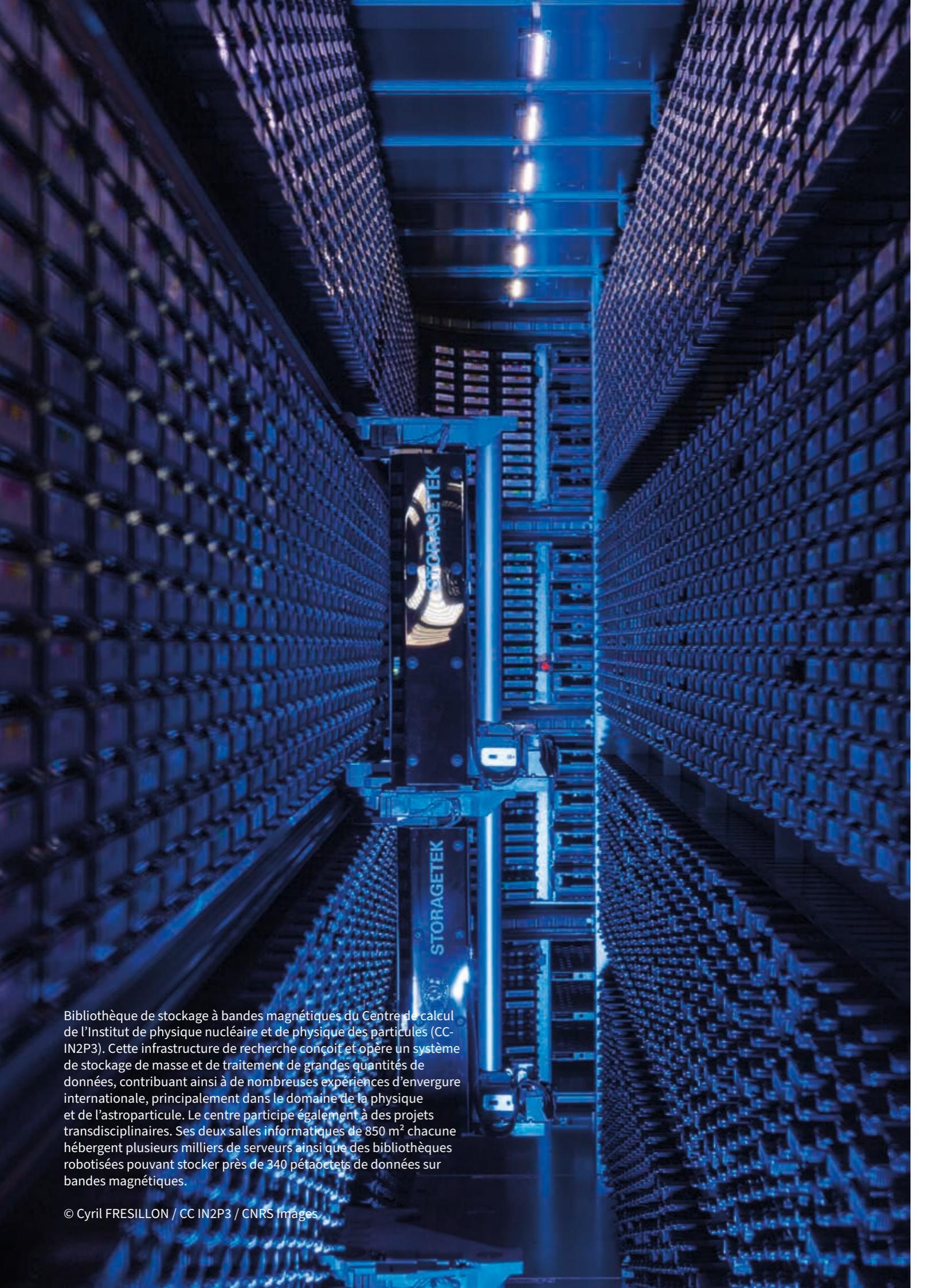
L'uniformité de l'éclairage est une clé pour révéler les détails de l'image. Comme les caméras SWIR sont peu sensibles, un éclairage adéquat est nécessaire. Cependant, actuellement les possibilités sont restreintes : les LEDs SWIR sont très peu puissantes, et bien que les sources thermiques soient puissantes, leur luminance reste faible. De plus, l'utilisation de lasers est problématique car leur éclairage cohérent introduit des « grains » nuisibles qui limitent la qualité des images.

### Solution / produit / technologie

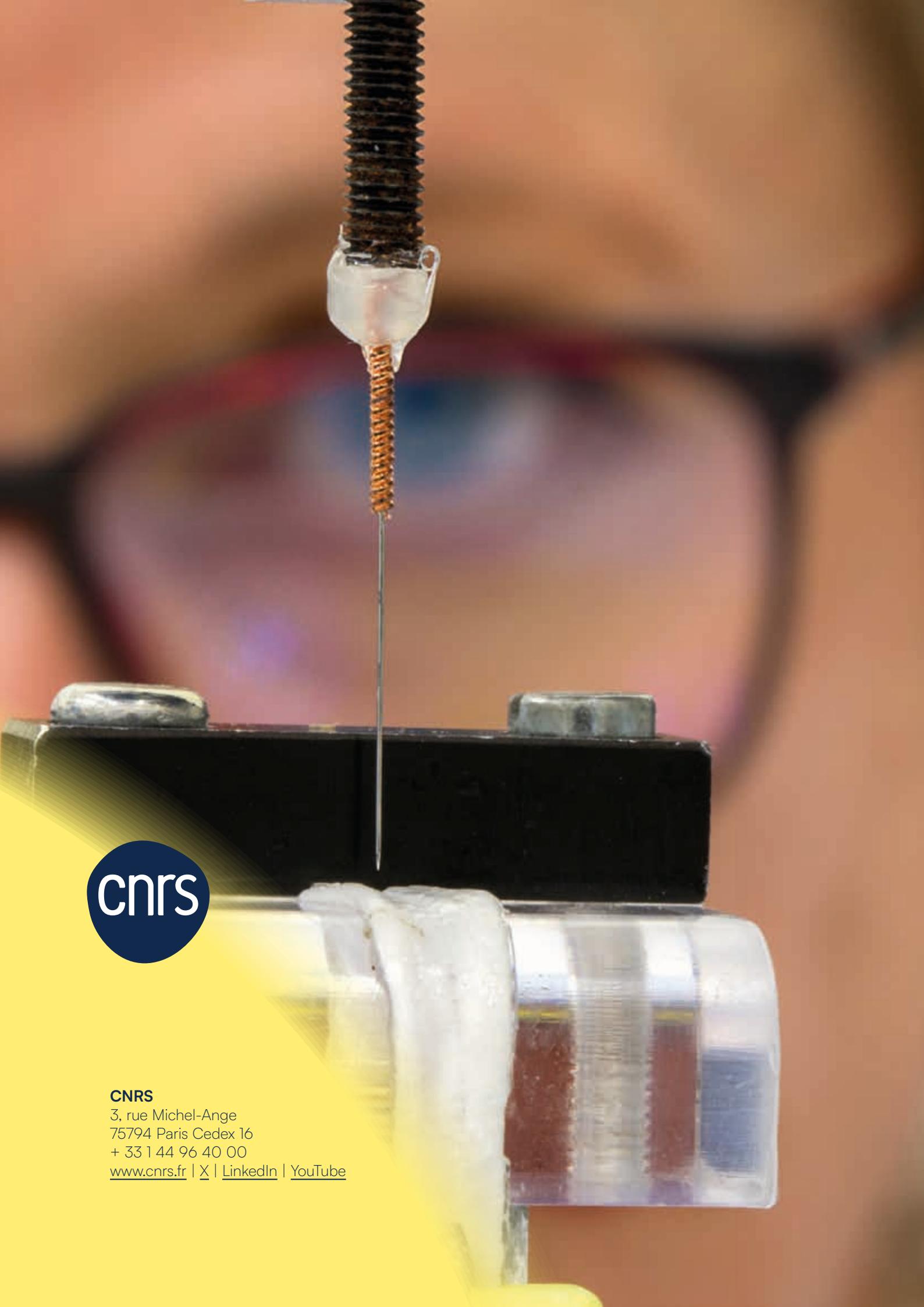
Pour répondre aux besoins de l'imagerie SWIR, il faut des sources incohérentes à la fois puissantes et lumineuses. Le projet SWIRLED a pour ambition de répondre à cette problématique en proposant de nouveaux dispositifs d'éclairage dans le SWIR combinant forte luminance et forte puissance.

Le projet se base sur un système de concentrateurs luminescents pompés par LED et sur le recyclage de la lumière émise. Il s'agit de parallélépipèdes allongés incluant des luminophores dont l'émission est guidée par réflexions totales internes. Les grandes faces du concentrateur servent à collecter la lumière de pompage qui excite les luminophores. Le projet s'appuie sur un travail de recherche de dix ans et sur quatre dépôts de brevet récents.

L'objectif du projet est donc de développer un prototype d'éclairage SWIR avec une luminance beaucoup plus importante que les sources incohérentes actuelles, tout en assurant la compatibilité avec les besoins industriels des fabricants de systèmes de vision.



Bibliothèque de stockage à bandes magnétiques du Centre de calcul de l'Institut de physique nucléaire et de physique des particules (CC-IN2P3). Cette infrastructure de recherche conçoit et opère un système de stockage de masse et de traitement de grandes quantités de données, contribuant ainsi à de nombreuses expériences d'envergure internationale, principalement dans le domaine de la physique et de l'astroparticule. Le centre participe également à des projets transdisciplinaires. Ses deux salles informatiques de 850 m<sup>2</sup> chacune hébergent plusieurs milliers de serveurs ainsi que des bibliothèques robotisées pouvant stocker près de 340 pétaoctets de données sur bandes magnétiques.



**cnrs**

**CNRS**

3, rue Michel-Ange  
75794 Paris Cedex 16  
+ 33 1 44 96 40 00  
[www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr) | [X](#) | [LinkedIn](#) | [YouTube](#)