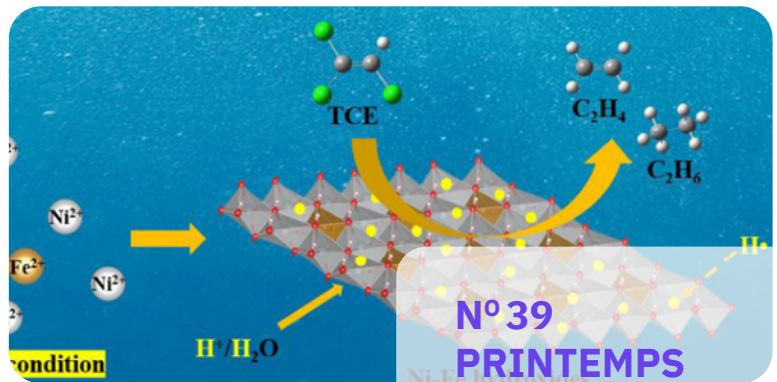
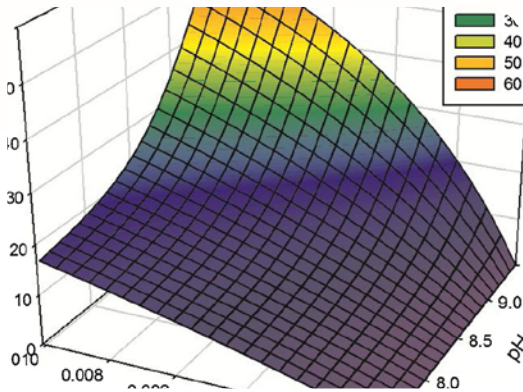




La vie des laboratoires

Le CNRS en Chine



■ Bureau du CNRS en Chine

Focus

Institut franco-chinois
Jules Hoffmann / Centre
d'études français sur la Chine
contemporaine (CEFC) /
INRAE

Projets

IRP PER - Remédiation
de l'Environnement / IRP
METISLAB - Modélisation
pour la santé / Modélisation
de la croissance des plantes...

Programmes

*K.C.Wong Education
Foundation /*
Programmes de
soutien à la coopération
scientifique

Sommaire

Editorial 3

En Bref

- Le CNRS en Chine 4-5

Focus

- L'Institut franco-chinois Jules Hoffmann a fêté ses dix ans
- Le Centre d'études français sur la Chine contemporaine (CEFC)
- L'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) 6-16

Cartographie

- Carte des principales structures chinoises en ingénierie (Partie 1)
- L'Académie chinoise d'ingénierie (CAE)
- L'Institut d'automatisation de l'Académie chinoise des sciences (CASIA) 18-23

Projets

- IRP PER : Processus pour la remédiation de l'environnement
- IRP METISLAB : Modélisation et traitement d'images et du signal pour la santé
- Modélisation mathématique de la croissance des plantes
- « Requins » fossiles du Permien et du Trias de Chine
- L'observation de la Terre : un partenariat franco-chinois pour mieux étudier l'environnement
- Absorption chimique du CO₂ : intensifier par la microfluidique 24-53

Programmes

- Présentation de la fondation « *K.C.Wong Education Foundation* »
- Des programmes de soutien au développement de la coopération scientifique avec la Chine 54-60

Visites

- Mission du PDG du CNRS, Antoine Petit, à Hong Kong
- Mission de CNRS chimie à Shanghai et Wuhan 61-62

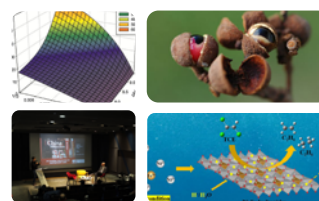


Bureau du CNRS en Chine,
Ambassade de France en Chine,
N°60 Tianze lu, Liangmaqiao,
3e quartier diplomatique, District
Chaoyang, 100600 BEIJING —
PRC
Tél : +86 10 8531 2264
cnrsbeijing.cnrs.fr

Directeur de publication :
Philippe Arnaud

Responsable éditoriale :
Karine XIE

Graphisme et mise en page :
LI Xin
Contact : dei-beijing@cnrs.fr



Photos de différents articles dans ce numéro.



Journée des bureaux du CNRS, Janv. 2024, Paris.
L'équipe Chine, de gauche à droite:
LI Xin, Karine XIE, Philippe Arnaud,
Isabella Villavicencio-Alvergue, Edouard Besserve

La Chine serait-elle sur le point d'abandonner **sa position de première source d'étudiants internationaux dans le monde** ?

Selon l'*US Open Doors*, le nombre des étudiants de Chine continentale venant étudier aux Etats-Unis continue de baisser.

Avec **27,4% du total des étudiants étrangers**, la communauté étudiante chinoise reste, **aux Etats-Unis**, la première mais le **nombre d'étudiants indiens talonne** de très près. Cette tendance est également observée au Royaume-Uni et au Canada. Deux facteurs pourraient être avancés pour expliquer cette baisse régulière. Le premier, externe, fait référence **aux restrictions de visas** pour des étudiants chinois qui voudraient étudier des « **spécialités sensibles** ». Le second facteur, interne, serait une **perte de motivation à étudier à l'étranger** des nouvelles générations de jeunes étudiants chinois.

Ce constat n'est peut-être pas sans conséquences sur les ambitions scientifiques et technologiques chinoises qui s'appuient sur les talents. **Parmi les académiciens** nouvellement élus de l'Académie des sciences de Chine, plus de **76,3 % auraient une expérience d'études à l'étranger**.

Au sommaire de ce nouveau numéro, une présentation de l'**Institut franco-chinois Jules Hoffmann (SFHI)**. Hébergé à l'Université médicale de Canton, l'Institut a **fêté ses 10 ans** et envisage de futurs développements.

En **novembre 2023**, **Antoine Petit**, PDG du CNRS, était au **Centre d'études français sur la Chine contemporaine (IRL CEFC UMIFRE CNRS/MAE) à Hong Kong**. Une occasion pour nous de revenir sur les champs de recherche, les objectifs et les actions de cette structure.

La **coopération de l'INRAE en Chine** s'inscrit dans le temps. L'Institut y dispose d'un bureau depuis 1999 et organise une coopération structurée au travers de **neuf laboratoires internationaux associés (LIA)**.

Nouvellement créé, le Projet de recherche international « **IRP PER** » se concentre sur des traitements simples et économiques pour **remédier à la pollution des eaux usées, des sols ou de l'air**.

L'« **IRP MetisLab** » vient lui de se terminer. Axé sur le développement de **méthodes d'analyse et de modélisation d'images médicales notamment cardio-vasculaires**, les porteurs français et chinois en présentent quelques réalisations.

Modéliser la structure des plantes et leur fonctionnement, c'est la fonction du **Logiciel AMAP** du CIRAD qui poursuivra son développement entre 2002 et 2008 dans le cadre du **projet GreenLab** au sein du **LIAMA** à Pékin.

Comprendre les facteurs qui ont permis à des poissons cartilagineux de survivre aux extinctions massives du passé est un enjeu important alors qu'ils sont menacés d'extinction.

La **modélisation des données spatiales d'observation de la terre dédiées à l'étude de l'environnement** est un outil puissant pour répondre à des problématiques de sécurité alimentaire ou encore pour porter secours à des populations.

La **séquestration du carbone, son utilisation et son stockage** sont des défis scientifiques et des enjeux politiques et de sociétés. Le dernier article de cette édition présente un exemple de projet de coopération consacré à **l'absorption chimique du CO2** par la technologie micro-fluidique.

Depuis près de 30 ans le CNRS entretient des relations de confiance avec la **Fondation pour l'Education K.C WONG**. Retour sur ce partenariat.

Le service scientifique de l'ambassade de France en Chine lance des **programmes de soutien au développement de la coopération scientifique** avec la Chine.

Enfin, en illustration de la reprise des échanges, la **mission du PDG du CNRS, Antoine Petit, à Hong Kong** et la mission de l'Institut **CNRS Chimie à Shanghai et à Wuhan**.

Merci à toutes et à tous pour vos contributions et votre fidélité !

Bonne lecture



Philippe Arnaud
Directeur du bureau CNRS Chine

Le CNRS en Chine

2023

La Chine :

5^{ème}

partenaire du CNRS dans le monde

12 accords cadres depuis 40 ans

1600 missions en 2019

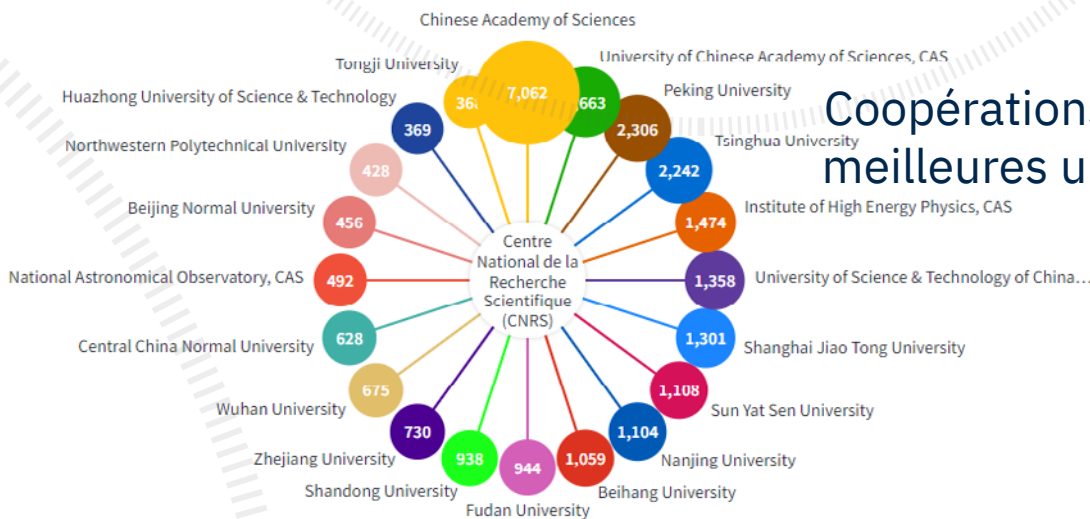
21 Projets/Réseaux/Laboratoires de recherche internationaux

400 missions en 2023

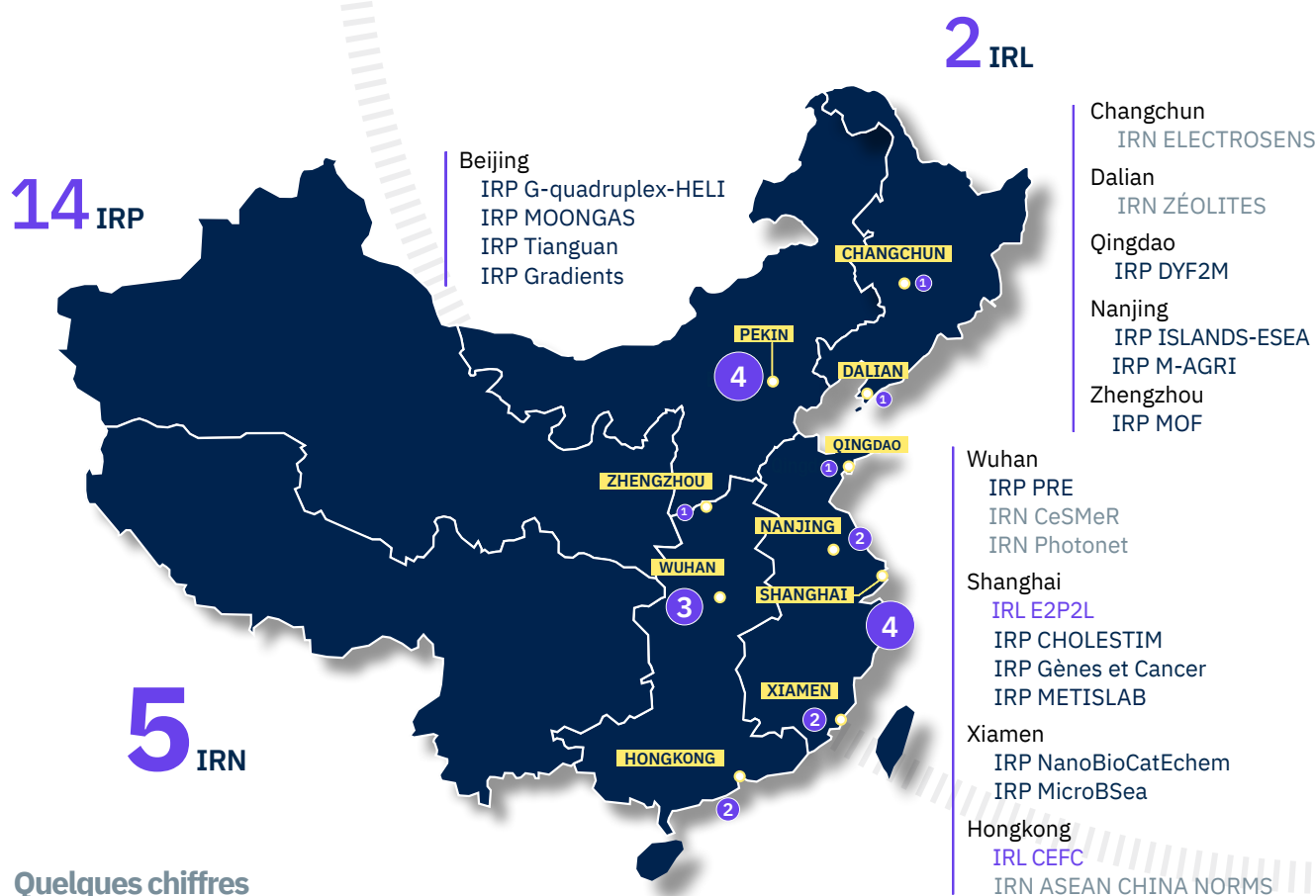
1^{er} partenaire du CNRS :
Académie des sciences de Chine (CAS)

En moyenne

3700 co-publications par an



Coopérations avec les meilleures universités chinoises



Quelques chiffres

Entre 2018 et 2023, la France s'est classée en **9ème position en termes de coopération scientifique internationale avec la Chine**. Le CNRS était en tête des institutions françaises co-publiant le plus avec ce pays. **La Chine est le cinquième partenaire international du CNRS**.

Alors que la coopération avec les laboratoires étrangers reste un objectif de la stratégie chinoise pour « une montée en gamme » de sa recherche, le **volume des co-publications internationales** de la Chine en 2023 est **en repli à 20.1%**, contre 22,3% en 2022. Des pourcentages à comparer avec les 57.7% pour la France.

En 2023, la **Chine a publié plus d'un million d'articles scientifiques¹**. Sur les **7500 co-publications franco-chinoises**, **61% mentionnaient au moins un chercheur d'un laboratoire du CNRS**. Pour cette première année *post-covid*, les principaux domaines de coopération, selon la nomenclature de la base de données Scopus, étaient l'ingénierie, la physique astronomie, la science des matériaux, les sciences des planètes et de la terre. Suivaient ensuite la chimie, les sciences informatiques, les mathématiques, les sciences de l'environnement, les sciences du vivant, et la biologie moléculaire/génétique/biochimie.

Mobilité des chercheurs du CNRS en Chine

Si d'une manière générale, la période Covid n'a pas affecté le volume de copublications du CNRS avec la Chine, **le nombre d'ordres de mission n'a pas redémarré à la sortie de la crise sanitaire**. En 2023, environ 400 missions ont été comptabilisées par le bureau du CNRS en Chine, contre près de 1600 en 2019. Pour mémoire, la mobilité scientifique de nos chercheurs vers la Chine avait connu une hausse continue entre les années 2000 et 2010, puis une période de stabilisation jusqu'en 2015 avant de poursuivre une forte croissance entre 2016 et 2019.

La période 2020-2023 est également marquée par le **recul du nombre de structures conjointes de recherche** (IRP, IRN, IRL) qui est passé de 27 en 2019 à 21 en 2023 dont 14 Projets, 5 Réseaux et 2 Laboratoires de recherche internationaux. Sur cette période, seule la chimie a maintenu son nombre de structures conjointes avec la Chine.

En dépit de l'impact évident de la pandémie de Covid sur la mobilité, les relations à haut niveau dans un contexte de célébration des 60 ans de relations franco-chinoises pourraient venir *booster* les échanges et la coopération scientifique.

¹ Cette même année, les chercheurs des laboratoires en France ont publié près de 124000 articles référencés dans Scopus dont 61000 du CNRS.

L'Institut franco-chinois Jules Hoffmann a fêté ses dix ans

Jules Hoffmann, prix Nobel de physiologie ou de médecine en 2011

Clara Herb, Annaëlle Zhao, Olivier Ngo, Service de Coopération et d'Action Culturelle du Consulat général de France à Canton

Le 12 octobre 2023, **l'Institut franco-chinois Jules Hoffmann de l'Université de médecine de Canton** a fêté ses 10 ans. Cet anniversaire représente l'occasion de revenir sur l'historique de la création, les accomplissements, et les ambitions de cet institut de recherche conjoint modèle.

Présentation de l'institut



广州霍夫曼免疫研究所
Sino-French Hoffmann Institute

L'Institut franco-chinois Jules Hoffmann (SFHI) est né d'une collaboration entre le laboratoire *Modèles insectes d'immunité innée* (M3I) de l'Université de Strasbourg et du CNRS, et l'Université de médecine de Canton (GMU). Les équipes du Professeur Hoffmann, lauréat du prix Nobel de physiologie ou médecine en 2011 et celles de la GMU coopèrent depuis 2013, année où a été officialisé le projet, à l'occasion du 50^{ème} anniversaire de l'établissement des relations diplomatiques entre la France et la Chine.

Il s'agit d'un **institut de recherche en immunologie**, dont les travaux actuels se focalisent essentiellement sur l'immunité chez les insectes, avec comme modèle **la mouche drosophile**. Actuellement, l'Institut regroupe plusieurs équipes de recherche réparties entre le nouveau campus de *Panyu* de GMU et l'**Institut de Biologie Moléculaire et cellulaire du CNRS** implanté sur le campus Esplanade de l'Université de Strasbourg.

En plus des recherches sur la biologie du développement de la drosophile, dirigées par le Professeur **JIAO Renjie**, trois thématiques plus spécifiques de l'immunité y sont étudiées : bases moléculaires et cellulaires de la défense **antimicrobienne, antibactérienne, et anticancéreuse**. Les travaux portant sur les défenses immunitaires émanent de trois équipes strasbourgeoises dirigées respectivement par **Jean-Luc Imler** (défenses antivirales), **Dominique Ferrandon** (défenses antifongiques et antibactériennes), et **Jules Hoffmann** (réactions anticancéreuses).

L'Institut prévoit d'accueillir d'autres groupes dans les années à venir. Seront privilégiées les thématiques qui renforceront la structure globale de l'Institut qui restera centrée sur **le développement et les défenses immunitaires**, sans nécessairement être uniquement consacrée à l'étude du modèle drosophile. Idéalement, des collaborations fructueuses pourront être établies entre des groupes travaillant sur des thématiques alliant **des sujets de biologie fondamentale et appliquée**, notamment **dans le domaine médical**. On rappellera à ce propos que GMU associe 14 centres hospitaliers affiliés.

SFHI compte 5 professeurs, 4 professeurs associés, 5 professeurs assistants (postes permanents chinois), 5 techniciens/secrétaires, 12 chercheurs postdoctorants, 13 étudiants préparant une thèse, et 53 étudiants en master. Sur les 17 diplômés d'un doctorat des années passées, 7 ont obtenu un double diplôme franco-chinois (GMU/Université de Strasbourg).

Pour l'instant le personnel de SFHI est surtout chinois. **Peu d'étudiants français franchissent le pas pour effectuer leurs recherches totalement en Chine**, la langue représentant la première barrière. Cependant, le développement rapide de l'usage de l'anglais aussi bien en Chine qu'en France devrait permettre davantage de mobilités dans les années à venir.



Réunion du conseil scientifique du SFHI en 2019

Pour son dixième anniversaire, SFHI a déménagé dans des locaux plus grands et très bien équipés. Entièrement financé par la GMU, ce déménagement témoigne de la volonté chinoise d'investir dans la coopération avec la France, et plus particulièrement de son soutien à SFHI. Le Président et la Vice-présidente de la GMU se sont d'ailleurs rendus à Strasbourg fin décembre 2023 afin de renforcer la coopération avec l'Université de Strasbourg et le CNRS. A cette occasion, le **Président Deneken de l'Université de Strasbourg** a déclaré à la délégation chinoise que l'université strasbourgeoise prévoit dans son programme stratégique de contacts internationaux de renforcer les échanges avec la GMU, en raison du succès de SFHI. Il a été décidé de signer **un nouveau type de partenariat plus ambitieux entre les deux universités**, axé autour de SFHI, et comportant davantage d'échanges entre des étudiants français et chinois, par exemple à travers des écoles thématiques d'été. Des propositions concrètes devraient être transmises aux deux universités dès cette année 2024.

Pourquoi s'intéresser à l'immunité innée des drosophiles ?

Il est bien établi que les défenses anti-infectieuses chez les eucaryotes¹ peuvent dépendre de deux voies : **l'immunité dite innée**, qui est commune à tous les animaux et est dépourvue de mémoire (ce qui exclut la vaccination), et **l'immunité adaptative**, qui est apparue seulement chez les Vertébrés. Contrairement à l'idée initiale qui postulait qu'il s'agissait d'un système de défense binaire chez les

eucaryotes, des travaux récents ont démontré que **la réponse innée est responsable de la reconnaissance initiale de l'infection** et contrôle ensuite par le biais de différentes molécules, notamment des cytokines², la facette adaptative des défenses contre les pathogènes. Ces travaux, auxquels le laboratoire strasbourgeois a largement contribué, ont bénéficié de l'apport du modèle drosophile. En effet, cet organisme qui est assez résistant aux infections microbiennes grâce à son immunité innée, est non seulement facile à élever en masse, mais présente aussi un cycle de vie très rapide (15 jours). Il se prête ainsi admirablement bien aux analyses et manipulations génétiques. Par ailleurs, 80 % des gènes dont l'implication dans des maladies humaines a été démontrée ont des homologues dans le génome de la drosophile. Pour ces raisons, SFHI, à l'instar du laboratoire strasbourgeois, a choisi **la drosophile comme modèle d'étude** de la réponse immunitaire innée.

Actuellement, des travaux à l'interface avec la réponse adaptative sont menés en collaboration avec d'autres équipes ou au sein même de SFHI. Afin de donner un exemple concret de **l'intérêt du modèle drosophile** dans les **recherches immunitaires**, on peut citer **le rôle des premiers récepteurs de l'immunité innée (les récepteurs dits Toll ou Toll-like receptors)** dans les défenses infectieuses. Ces récepteurs ont d'abord été découverts chez la drosophile en 1996, et depuis, plusieurs dizaines de milliers d'articles ont paru dans la presse, surtout médicale, sur ce type de récepteurs et leurs fonctions en contexte physiologique, ainsi que leur implication dans diverses pathologies, notamment lors d'infections.

JULES HOFFMANN



Jules Hoffmann est Professeur à l'**Institut d'études avancées de l'Université de Strasbourg** et Directeur de recherche émérite au CNRS. Né en 1941 à *Echternach* au Grand-Duché de Luxembourg, il a fait ses études à l'Université de Strasbourg où il a obtenu un doctorat en biologie en 1969. Jules Hoffmann a consacré ses travaux à **l'étude des mécanismes génétiques et moléculaires responsables de l'immunité innée chez les insectes**. En démontrant la conservation marquée de mécanismes de défense innés entre les insectes et les humains, le travail initié par Jules Hoffmann et ses collaborateurs a conduit à **une réévaluation du rôle de l'immunité innée chez les mammifères**.

En reconnaissance de ses travaux de recherche exceptionnels et de leurs impacts sur la science mondiale, Jules Hoffmann recevra le **prix Nobel de physiologie ou de médecine en 2011**, ainsi que de nombreuses autres distinctions. Il est à l'initiative de la création du laboratoire « **Endocrinologie et immunologie des insectes** » à l'Institut de biologie moléculaire cellulaire (IBMC CNRS) de Strasbourg qu'il a également dirigé de 1994 à 2006 et où il travaille toujours avec ses collaborateurs. Par ailleurs, il a été président de l'Académie des sciences française de 2007 à 2008, dont il est membre depuis 1992. Depuis 2012, il est également membre de l'Académie française. Il est **responsable des programmes scientifiques de l'Institut Sino-Français Hoffmann d'Immunologie (SHFI)** de l'Université Médicale de Guangzhou.

¹ Les eucaryotes sont un domaine regroupant tous les organismes, unicellulaires ou multicellulaires, qui se caractérisent par la présence d'un noyau.

² Les cytokines sont des messagers solubles qui assurent les communications entre les cellules du système immunitaire.

L'avancée des recherches

En dépit de l'avancée de ces travaux récents, il reste d'immenses lacunes dans notre compréhension des défenses anti-infectieuses et surtout des défenses contre des cellules malades ou anormales, par exemple cancéreuses. Les recherches de SFHI se proposent de contribuer à combler, ne fût-ce que partiellement, ces lacunes. Dans le proche avenir les travaux profiteront de nos acquis sur le modèle drosophile avec une extension à d'autres organismes selon les opportunités qui se présenteront.

L'équipe du Professeur Jean-Luc Imler étudie en association étroite avec le Professeur **CAI Hua** et son groupe d'une dizaine de personnes les bases génétiques de **la résistance des virus chez la drosophile** et chez d'autres insectes. Ils ont montré certains parallélismes entre les réponses immunitaires innées antivirales des mammifères, encore mal comprises, et les défenses antivirales de la drosophile (voie cGAS-STING). Actuellement ils exploitent l'immense biodiversité du groupe des insectes dans le but d'identifier des stratégies innovantes développées par ces insectes pour bloquer les infections virales. Cette approche s'appuie en particulier sur **l'analyse structurale et fonctionnelle des gènes** qui sont induits lors des infections, notamment sous dépendance de la voie STING. Ces travaux, en plein développement, viennent de faire l'objet de publications dans des journaux de premier plan (*Nature, Immunity*).

L'équipe du Professeur Dominique Ferrandon, en association avec le Professeur **LI Zi**, se concentre sur **les défenses antifongiques de la drosophile** vis-à-vis de deux champignons, l'un, *Metarhizium robertsi*, agissant sur les insectes, l'autre, *Aspergillus fumigatus*, étant un pathogène opportuniste de l'homme. Après avoir étudié en détail l'effet

des infections par ces deux champignons, Dominique Ferrandon a réalisé une mutagenèse³ massive non biaisée pour déterminer les éléments génétiques qui permettent aux drosophiles de résister à ces infections : pour l'instant, ce qui frappe parmi les résultats est que la survie repose en premier lieu sur la capacité de résister à l'action délétère des mycotoxines sécrétées par ces champignons. Ce résultat inattendu vient de faire l'objet d'une publication dans les *Proceedings* de l'Académie des Sciences des Etats-Unis.

L'équipe de **Jules Hoffmann**, en association avec le docteur **CHEN Di** et un groupe d'une dizaine de personnes, s'est penchée sur les réactions de défense immunitaire de la drosophile contre les cellules cancéreuses. Les drosophiles, comme la plupart des invertébrés étudiés sous ce rapport, développent des cancers et les connaissances sur les mécanismes de reconnaissance des cellules cancéreuses et les réactions immunitaires de l'hôte sont très peu connues. Une première question posée par l'équipe était de savoir si les réactions de défense que le groupe strasbourgeois avait décryptées dans le cadre des infections bactériennes et fongiques au cours des décennies passées, étaient également impliquées dans les réponses anticancéreuses.

La mise au point d'un système expérimental précis et reproductible consistant en l'injection de cellules oncogéniques à des drosophiles adultes a permis de suivre à la fois la destinée des cellules injectées et les réactions de l'hôte. Les résultats ont été surprenants : l'injection induisait l'expression de près de 2000 gènes, dont la moitié était inconnue dans la littérature. La réponse était totalement différente de celles induites par l'injection de microbes. Les analyses transcriptomiques ont permis de montrer que la réponse contre les cellules oncogéniques induisait en particulier l'apparition de récepteurs reconnaissant ces cellules et de protéines freinant leur prolifération. Trois articles ont récemment été publiés sur ces résultats par le groupe.

JIAO RENJIE



Le Professeur et docteur **JIAO Renjie** est le **directeur de l'Institut franco-chinois Jules Hoffmann**, ainsi que le responsable scientifique du projet national clé de recherche et développement. Titulaire d'une maîtrise en biologie cellulaire de l'Université de Pékin, il a obtenu son doctorat en génétique moléculaire et développement à l'Université de Zurich. En 2004, il rejoint l'Institut de biophysique de l'Académie chinoise des sciences pour y créer son laboratoire. En 2017, c'est à l'Université médicale de Guangzhou qu'il poursuivra ses recherches **sur les régulations métaboliques et neurologiques de l'immunité innée des drosophiles**. Le Professeur JIAO Renjie a publié plus de 80 articles dans des revues scientifiques à fort impact.

³ La mutagenèse est le processus d'apparition d'une mutation. Il peut être naturel ou artificiel.

Le **Professeur JIAO Renjie** a rejoint SFHI il y a cinq ans, après avoir travaillé sur le développement de la drosophile. C'est à lui qu'a été confiée la direction exécutive de SFHI. Son équipe comporte le plus grand nombre de personnes. Il est également responsable de la plateforme **CRISPR-Cas9** de SFHI qui s'est beaucoup développée ces dernières années et qui joue désormais un rôle national. Avec cette méthodologie, le Professeur JIAO produit des drosophiles dont les gènes ont été éliminés de façon non biaisée, sélectionne ensuite les mutants dont la réponse immunitaire est affectée, nourrissant ainsi le répertoire des gènes impliqués dans cette réponse, dont les fonctions exactes sont ensuite étudiées dans le contexte de SFHI. L'équipe étudie également le rôle de certains phospholipides⁵ dans la communication intercellulaire au cours de la réponse antibactérienne, toujours chez la drosophile. Enfin, cette équipe cherche également à **identifier des neurones spécifiques** impliqués dans la reconnaissance de l'agression infectieuse et dans la régulation de la réponse immunitaire subséquente.

Enfin, deux équipes d'implantation plus récente à SFHI, animées par les docteurs **LI Xiadong** et **SHI Xiaping**, s'intéressent respectivement à la régulation de l'inflammation suite à la reconnaissance d'acides nucléiques endogènes et à la régulation de l'expression de certains gènes pendant la tumorigenèse. Des coopérations avec les autres groupes de SFHI sont envisagées.

Un laboratoire reconnu

Les **travaux effectués par le SFHI ont été récompensés et reconnus par plusieurs institutions internationales**. Le Ministère pour la Science et la Technologie chinois (MOST) a attribué un prix à Jean-Luc Imler, Jules Hoffmann et leurs homologues chinois qui récompense la collaboration bilatérale. Ce prix a été une source de financement supplémentaire pour la conduite des recherches de SFHI et atteste non seulement de la qualité de la recherche menée par les équipes de l'institut, mais aussi de la reconnaissance de l'Institut par l'État chinois.

Par ailleurs, SFHI a été **lauréat du projet 111, un programme national chinois extrêmement prestigieux et sélectif** qui vise à récompenser les meilleurs instituts de recherches vecteurs d'innovation. Seuls dix prix sont octroyés pour la zone Europe, tous sujets scientifiques confondus. L'obtention de ce prix est donc une réelle consécration pour les équipes de recherche du SFHI.

En ce qui concerne les publications, le bilan au bout de quelques années (c'est-à-dire depuis l'installation définitive sur le campus de *Panyu* et son équipement) est marqué par **une trentaine d'articles** dans des journaux de premier plan, dont *Science*, *Nature*, ou encore *PNAS*.

L'état d'avancement des travaux résumé plus haut, est extrêmement encourageant pour chacune des équipes et surtout pour l'avenir de SFHI, institut qui illustre parfaitement l'importance et la vitalité des relations franco-chinoises dans le domaine de la recherche scientifique.

GMU



Fondée en 1958, l'**Université médicale de Guangzhou (GMU)** est un établissement d'enseignement supérieur qui bénéficie du « *Double First-Class University Plan* »

, un projet national chinois initié en 2017 qui a pour objectif de développer des universités avec des disciplines clés afin d'obtenir un niveau d'excellence internationalement reconnu d'ici à 2050.

GMU est répartie sur deux campus, celui de *Yuexiu* dans le centre historique de Canton et le nouveau campus de *Panyu* qui, à eux deux, regroupent **25 instituts d'enseignement, 27 instituts de recherche, 14 hôpitaux affiliés, un centre médical national, un centre national de recherche médicale clinique et un laboratoire clé national.**

En termes d'effectifs, l'université compte 8587 enseignants, 683 directeurs de thèse et 1339 directeurs de master. De 2017 à 2021, l'université a remporté 5 prix scientifiques et technologiques nationaux, et a reçu de nombreux prix dans les domaines de la science et de la technologie.

Les recherches à GMU font l'objet de publications dans les revues scientifiques internationales les plus prestigieuses dont : *Nature*, *Science*, *New England Journal of Medicine*, *Cell* ou encore *Lancet*. Par ailleurs, la GMU a établi des partenariats de coopération et d'échanges avec plusieurs universités et instituts de recherche étrangers (Etats-Unis, France, Canada, Royaume-Uni, etc.), et accueille actuellement environ 300 étudiants internationaux.

⁵ Les phospholipides, formés à partir de la molécule de glycérol, constituent un exemple de lipides complexes. Ils se rencontrent notamment dans la membrane plasmique des cellules.

Le Centre d'études français sur la Chine contemporaine (CEFC) - IRL UMIFRE MAE / CNRS

Benjamin Taunay



Benjamin Taunay est le Directeur du **Centre d'études français sur la Chine contemporaine (CEFC)**.

Le CEFC a été créé en 1991 par transformation d'une « antenne de sinologie », fondée en 1978 à Hong Kong. Depuis juillet 1994, il dispose d'une antenne à Taipei. Il se consacre à l'étude de la Chine et des mondes chinois contemporains.

Présentation

Le CEFC est le seul Centre de recherche européen en Chine entièrement consacré à l'étude de la Chine contemporaine. Il est basé à Hong-Kong et est accueilli depuis 2020 sur le campus de l'**Université des sciences et des technologies (HKUST)**. Depuis 1994, le Centre dispose d'une antenne à Taipei, hébergée sur le campus de l'*Academia Sinica* (l'équivalent du CNRS à Taïwan) depuis 1998. Entre 2014 et 2021, une antenne était également présente à l'Université de *Tsinghua* à Pékin.

Le Centre a été créé en 1991, par la transformation d'une « antenne de sinologie », fondée en 1978 au sein du Consulat général de France à Hong Kong. Le CEFC a d'abord eu le statut d'IFRE (Institut français de recherche à l'étranger), puis d'UMIFRE (Unité mixte des instituts français de recherche à l'étranger) suite à la signature de l'accord cadre d'avril 2007 (qui a institué ces structures). À ce titre, **le CEFC est actuellement régi par l'accord interministériel d'octobre 2021** entre le ministère de l'Europe et des affaires étrangères (MEAE) et le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (MESRI).

Comme l'ensemble des UMIFRE, le CEFC a été doté d'une structure CNRS, qui permet l'affectation de personnels, le versement de crédits de soutien récurrents et un accès plein et total à tous les dispositifs de soutien à la recherche (IRN, SMI) : c'est la création à compter du 1^{er} juin 2009 de l'**Unité de service et de recherche (USR) n°3331 « Asie orientale »**. Elle regroupe le CEFC et l'Institut français de recherche sur le Japon à la Maison franco-japonaise (IFRJ-MFJ ; UMIFRE n°19). En 2021, cette USR est devenue l'unité d'appui et de recherche (UAR) 3331.

Le CEFC dispose donc de deux sites qui accueillent des chercheurs statutaires, des chercheurs de passage et des doctorants. Au 1^{er} janvier 2024, **quatre chercheurs sont employés par le MEAE** (le directeur, le directeur de l'antenne, deux chercheuses) et deux autres sont pris en charge par le CNRS (un chercheur affecté à Shanghai, un autre en délégation à Taipei). Trois agents de droit local (deux à Hong Kong, un à Taipei) et une volontaire internationale constituent les personnels d'appui à la recherche. Enfin, le centre dispose d'**un réseau de 21 chercheurs associés**, dont une grande partie se situe dans les universités locales, à Hong Kong et à Taipei.

Le champ des recherches menées

La recherche au CEFC est structurée autour de trois axes qui combinent des problématiques internes (constructions des États, débats intellectuels, travail, tourisme, etc.) et internationales (géopolitique du détroit de Taiwan, diasporas, Chine mondialisée, etc.).

Les thématiques scientifiques sont organisées selon trois directions qui permettent de déployer des questionnements originaux et innovants sur les mondes chinois et sinophones, tout en préservant le lien entre l'approche par les disciplines des sciences sociales et ce qu'on appelait jadis la « sinologie » ; **la maîtrise des outils linguistiques, historiques et culturels** indispensables pour aborder le terrain chinois. De nombreux chercheurs qui travaillent ou ont travaillé au et avec le CEFC partagent ce souci de combiner ces deux approches. Surtout, **les chercheurs du centre accordent une très grande importance au terrain** et à la recherche de sources de première main.

Les trois axes de recherche du Centre (définis en 2014 et en cours de discussion), sont les suivants : 1. Construction des États, évolution des régimes, modes de gouvernement / 2. Débats intellectuels et culturels, représentations religieuses et identitaires / 3. Groupes et mouvements sociaux, travail et inégalités. Un quatrième axe, transversal avec l'IFRJ à Tokyo sera bientôt mis en place : intitulé « Épistémologie, méthodologie des études aréales et travail de terrain en Asie de l'Est », il vise à élaborer une réflexion commune sur ce qui constitue le propre des études aréales¹ et les défis méthodologiques associés en Chine, à Taïwan et au Japon.

Les objectifs actuels

L'arrivée d'une nouvelle équipe en septembre 2023 a presque coïncidé avec la réouverture de la Chine et de Hong Kong après trois années de fermeture liée à la politique « zéro Covid ». Ce renouvellement a permis de faire un état des lieux sur les thématiques de recherche, afin de mieux coller à l'analyse du contemporain des mondes chinois. L'antenne du CEFC à Taïpei est ainsi devenue un espace d'expression très important pour le centre, où sont organisées des conférences, séminaires et présentations de livres. De nombreux travaux prennent aujourd'hui Taïwan pour cas central, ce qui dessine un champ d'investigation très dynamique.



« Je m'appelle Tom et je parle mandarin » - À Patong, sur l'île de Phuket, Thaïlande, le 10 février 2023 (© B. Taunay)

¹ Savoirs qui portent sur des langues et des cultures étrangères vivantes.

Autre exemple, **quelle place donner à la Chine mondialisée** ? On l'observe, l'influence de la Chine hors de ses frontières a grandi, ce qui génère des inégalités sur place, un changement (parfois) du référentiel de normes. Comment s'emparer de ce sujet et comment y associer par exemple l'analyse du rôle des diasporas ?

Les jeunes chercheurs ensuite sont au cœur de l'attention du CEFC. En effet, ils font face à une diminution drastique des postes de chercheurs et d'enseignants-chercheurs en France et hésitent de fait à s'engager dans une carrière qui semble bouchée. Ensuite, la défiance actuelle envers la Chine et la faiblesse du débat public français conduisent des établissements à faire le choix d'un non renouvellement des postes sur le monde sinophone ; qui réduit en retour le nombre de thèses engagées sur cet espace. Face à cela, **le rôle du Centre est d'encourager les études sur le monde chinois**. C'est pourquoi un effort est fait sur la formation des jeunes chercheurs, avec le projet d'organiser plus de journées doctorales ainsi que des écoles d'hiver thématiques, qui allieraient présentations théoriques et missions de terrain.

Enfin, le CEFC vise à déployer un réseau de partenaires en Chine continentale. L'ouverture d'un nouveau bureau est à l'étude et des discussions sont en cours pour pouvoir accueillir des chercheurs (affectés, en délégation, ou de passage sur des périodes plus courtes) en différents points du pays. Tous les chercheurs qui s'intéressent à la Chine contemporaine au sens large y seront les bienvenus. Le centre vise par ailleurs à renforcer son réseau de chercheurs associés, avec l'organisation prochaine de premières journées de laboratoire.

Célébrer 30 ans de publication sur la Chine : la revue *China Perspectives*

Fondée en 1992 à Hong Kong par le Centre d'études français sur la Chine contemporaine (CEFC), **la revue *China Perspectives*** est d'abord publiée en français sous le nom de *Perspectives chinoises*. La version sœur en anglais voit le jour en 1995. Les deux versions sont conjointement publiées jusqu'en 2022, puis uniquement en anglais à partir de 2023.

Prenant la suite de précédentes publications visant initialement à rendre compte de l'actualité chinoise et sinologique, d'abord via le *Bulletin Mensuel* (Antenne française de sinologie à Hong Kong) de 1979 à 1983, puis avec le *Bulletin de sinologie* de 1983 à 1992, la revue *Perspectives chinoises/China Perspectives* témoigne des évolutions de la Chine et des mondes chinois contemporains (Hong Kong, Taïwan, Macao, diaspora).

La revue a peu à peu changé d'identité, suivant les modifications tant du monde informationnel que scientifique. Véritable fenêtre sur la Chine dans les années 1980 et 1990, fournissant données et informations de première main en français et en anglais, *Perspectives chinoises/China Perspectives* a entamé progressivement une mue vers un format plus scientifique.

L'obtention de différents index de reconnaissance de sa qualité scientifique au niveau français (HCERES), européen (ERIH PLUS) et international (SSCI) en sont les témoins et la revue compte désormais comme une des publications de sciences humaines et sociales sur la Chine les plus cotées au niveau mondial.



China Perspectives est donc aujourd'hui un des étendards du Centre et c'est ce que sont venus présenter le directeur du CEFC (également directeur de la publication : **Benjamin Taunay**) et la rédactrice en chef de la revue (**Marie Bellot**, chercheuse au CEFC). Trois présentations-débats ont eu lieu. D'abord à l'institut français à Pékin, le jeudi 30 novembre 2023, puis le lendemain après-midi à l'Université normale de Chine de l'Est (à Shanghai), et enfin le soir à la résidence du Consul général de France.

Visite d'Antoine Petit, Président directeur général du CNRS au CEFC le 29 novembre 2023

Le mercredi 29 novembre 2023, **Antoine Petit**, Président directeur général du CNRS, était dans les locaux du CEFC accompagné par **Edouard Besserve** (adjoint au directeur de la DEI pour l'Asie, l'Océanie, l'Europe de l'Est et la Russie), par **Isabella Villavicencio** (chargée de coopération internationale - Chine, Asie du Sud-Est et Océanie), et par **Philippe Arnaud** (directeur du bureau Chine). Assistaient à cette rencontre : **Benjamin Taunay**, directeur du CEFC, les chercheurs statutaires du centre, plusieurs chercheurs associés, les personnels d'appui à la recherche, ainsi que **Thomas Garcin**, directeur de l'IFRJ et directeur de l'UAR 3331, présent en distanciel.



Rencontre entre Antoine Petit et la Présidente de l'Université des sciences et technologies, où est hébergé le CEFC à Hong Kong (le 29 novembre 2023, © HKUST)

Cette rencontre a été l'occasion d'échanges sur l'évolution des recherches en SHS en Chine, et sur leur conduite depuis Hong Kong. Ce fût également une opportunité de préciser **les moyens à mettre en oeuvre, y compris humains, pour mener à bien une politique scientifique ambitieuse sur cette partie du monde.**

La question de l'**attractivité** et de la **visibilité** du CEFC, en particulier pour **les jeunes chercheurs en SHS**, a été longuement évoquée. Encourager les doctorants grâce à des **contrats doctoraux**, mais aussi soutenir les **postdoctorants**, est en effet aujourd'hui crucial afin de former **une nouvelle génération d'intellectuels** sur la Chine contemporaine.



Présentation des 30 ans de Perspectives chinoises/China Perspectives, à Pékin le 30 novembre 2023 (© M. Corbard)

L'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE)

LI Zheng, Sarah LIU



LI Zheng, Représentant INRAE-Cirad pour la Chine depuis 1999.

La collaboration de l'INRAE avec la Chine s'illustre par la création de plusieurs laboratoires conjoints et le développement de projets en réponse aux grands défis environnementaux actuels.

Aperçu de la coopération avec la Chine

La coopération de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) avec la Chine a débuté officiellement depuis les années 1980, initiée par des accords signés avec la CAAS (*Chinese Academy of Agricultural Sciences*) et la CAS (*Chinese Academy of Sciences*). Le 1er juillet 1999, un bureau de représentation de l'INRAE en Chine a été mis en place afin de renforcer les collaborations existantes et d'établir de nouveaux partenariats avec la Chine dans les domaines de la recherche, de l'innovation et de l'enseignement supérieur. Désormais, **plusieurs accords ont été signés**

pour faciliter et garantir la coopération, grâce auxquels des activités variées se sont développées, tels que **des échanges** entre scientifiques français et chinois, **la formation** des doctorants et des chercheurs (chinois et français), l'organisation de **séminaires**, la participation à **des projets de recherche internationaux** et des visites de délégations bilatérales.

En Chine, la CAAS et la CAS représentent les piliers des organisations de recherche avec lesquels l'INRAE collabore. Le SYSU (*SUN Yat-sen University*), le CAU (*China Agricultural University*) figurent parmi les plus importants partenaires universitaires.

L'INRAE développe ses partenariats prioritaires et structure sa coopération internationale, notamment en Chine, en s'appuyant sur des laboratoires internationaux associés (LIA) d'une durée de 5 à 10 ans.

Les partenaires de l'INRAE en Chine sont multiples et variés, comprenant des organismes de recherche, des établissements d'enseignement supérieurs, des fondations, ou encore des autorités gouvernementales.



Le 1er juin 2021, le Président-directeur général de l'INRAE, Philippe MAUGUIN, et SUN Tan, le Vice-Président de la CAAS, ont renouvelé l'accord-cadre pour une durée de cinq ans. Cette signature a eu lieu en ouverture du symposium franco-chinois sur les sciences agricoles de la 14^{ème} Commission mixte scientifique, sous l'égide des ministères de la recherche des deux pays et avec la participation de leur Ambassade respective. © CAAS



Cartographie des laboratoires conjoints de l'INRAE en Chine

La collaboration de l'INRAE avec la Chine s'illustre par la création de plusieurs laboratoires conjoints et le développement de projets en réponse aux grands défis environnementaux actuels¹.

L'INRAE compte actuellement **9 laboratoires internationaux associés (LIA)** en Chine, dont **5 à Pékin**, **1 à Shanghai**, **1 à Suzhou**, **1 à Canton** et **1 dans le Yunnan**. Ces projets répondent aux grands défis actuels que sont le **changement climatique**, la **protection des plantes**, l'**agroécologie**, l'**écosystème des forêts** et la **santé humaine**. 4 LIAs sont associés au Centre franco-chinois sur la neutralité carbone, CNC*.

Ces coopérations font l'objet de nombreuses copublications et programmes d'échanges de scientifiques, d'étudiants, et de compétences.

*En avril 2023, a été décidée la création du **Centre franco-chinois sur la neutralité carbone (CNC)**. Une déclaration d'intention a été signée, pour la France, par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et le Ministère de l'Europe et des Affaires Etrangères et, pour la Chine, par le Ministère de la Science et de la Technologie. Le CNC contribue aux engagements de la France et de la Chine pour atteindre leurs objectifs en faveur de la neutralité carbone, tout en facilitant la coopération scientifique entre les deux pays. (cnc-fr-cn.com)

¹ Partenaires de longue date, le CNRS et l'INRAE ont renforcé leurs coopérations scientifiques au service des Objectifs de Développement Durable en 2021.



©INRAE/Beijing

LIA ECOLAND 2

Partenaires : INRAE, Université de Lorraine, Université *SUN Yat-sen*, Université agricole de Chine du Sud.

Thème : Mieux connaître les potentialités des sols contaminés et mettre au point des approches et des procédés pour leur redonner de la valeur.

LIA IFOPE

Partenaires : INRAE, Université forestière de Pékin

Thème : Ravageurs forestiers envahissants affectant la biodiversité et les écosystèmes forestiers.

LIA INNOGRAPE

Partenaires : INRAE, Université de Bordeaux, CAS.

Thème : Amélioration génétique de la vigne, connaissance des mécanismes régulateurs et de la modélisation de l'élaboration de la qualité du raisin en réponse à l'environnement et aux pratiques viticoles, mutualiser des enseignements et des expérimentations.

LIA ZOE-V

Partenaires : INRAE, CAS.

Thème : Virus émergents-*One Health*.

LIA BIPI

Partenaires : INRAE, Académie chinoise des sciences agricoles.

Thème : Lutte contre les insectes nuisibles : vers des méthodes de biocontrôle innovantes.

LIA WGB

Partenaires : INRAE. Académie chinoise des sciences agricoles.

Thème : Caractérisation et utilisation de la diversité génétique du blé (au sens large) pour relever les défis de l'agriculture et répondre à la demande croissante de l'humanité.

LIA FOODPRINT

Partenaires : INRAE, Agrocampus Ouest, Université de Suzhou

Thème : Génie des procédés de la filière lait : modélisation du séchage des poudres de lait, de la transformation (traitements thermiques, mélange) jusqu'au devenir de l'aliment dans le tube digestif.

LIA PLANTOMIX

Partenaires : INRAE, Université agricole du Yunnan.

Thème : Mélange de plantes pour la protection des cultures.

LIA A-AGD

Partenaires : INRAE en associant Montpellier SupAgro, AgroSup Dijon, ENSFEA, INP Toulouse pour l'ENSAT, Université de Bourgogne, Université de Bourgogne Franche Comté, Université agricole de Chine.

Thème : Agroécologie et sols.



Suite aux résultats très positifs des collaborations menées entre 2015 et 2020 par l'INRAE, L'Université de Lorraine et l'Université Sun Yat-sen, le LIA Ecoland est renouvelé en tant que LIA Ecoland 2 et étendu à un nouveau partenaire, l'Université Agricole de Chine du Sud (SCAU). ©SYSU

La formation : un levier majeur pour le maintien et le développement de la coopération

En 2009, le **consortium Agreenium** a été créé dans le but de promouvoir la recherche scientifique et l'enseignement supérieur agronomique et vétérinaire français, et de renforcer sa dimension internationale. Depuis sa création, des MoUs ont été signés en Chine successivement avec la CAS, la CAAS et le CSC, en vue de renforcer la formation conjointe des doctorants, notamment des doctorants chinois en France. En tant que membre fondateur, INRAE a contribué et a bénéficié de ces programmes de bourses.

La plupart des doctorants chinois envoyés en France dans le cadre des LIAs sont lauréats de la bourse *Agreenium&CSC*.



Rencontre *Agreenium* avec les boursiers chinois au Salon International de l'Agriculture en 2019.
©Agreenium

Dans le cadre de l'**initiative PREZODE***, des missions auprès des organismes chinois sont organisées par la représentation de l'INRAE en Chine en lien avec la direction régionale pour l'Asie du Sud-Est du CIRAD. Des partenaires potentiels institutionnels et individuels sont en cours d'identification.

*L'**initiative internationale PREZODE** a été lancée lors du *One Planet Summit* sur la biodiversité, en janvier 2021, à l'initiative de INRAE, de l'IRD et du Cirad. A la date du 24 janvier 2024, plus de 230 partenaires internationaux, issus des mondes scientifiques, académiques et associatifs, et les gouvernements de 25 pays, ont signé la déclaration d'intention. PREZODE place la recherche en santé animale, humaine et environnementale au cœur des efforts mondiaux nécessaires pour mieux comprendre, prévenir, surveiller et détecter à temps les risques de pandémies zoonotiques.(prezode.org)

Les co-publications de l'INRAE

Publications INRAE 2021-23

Nom	Nbre de publications	Impact normalisé par catégorie de citation(CNCI)	Collaborations internationales
INRAE	21764	1.21	12836

Co-publications INRAE-Chine 2021-23

Nom	Documents Web of Science	Impact normalisé par catégorie de citation(CNCI)
INRAE*Chine	1347	2.6

Pour information

Co-publications CNRS-INRAE 2021-23

Nom	Nbre de publications	Impact normalisé par catégorie de citation(CNCI)	Collaborations internationales
CNRS*INRAE	8922	1.2	5099

Retrouvez notre **Revue de presse**

<https://cnrsbeijing.cnrs.fr/pressechine/>

Bulletin de veille

du **CNRS** en Chine et
en Mongolie

Dans la presse chinoise en mars 2024

Le bureau du CNRS à Pékin fait une revue de presse hebdomadaire de la politique et des grandes orientations en R&D&I en Chine et en Mongolie

Retrouvez la liste complète des articles sur notre site :
<https://cnrsbeijing.cnrs.fr/pressechine/>

A la une

Ouverture des programmes 2024 de coopération scientifique et universitaire entre la France et la Chine continentale

L'ensemble des détails relatifs aux programmes sont accessibles sur le site de l'Ambassade de France en Chine ([lien](#)).

Chine — États-Unis dans la course aux technologies quantiques

(27-03-2024) Alors que dans la course aux technologies quantiques, la Chine se concentre sur la sécurisation des communications et les États-Unis cherchent à développer les capacités informatiques avancées, les dernières données sur les brevets publiées par l'Office chinois de la propriété intellectuelle, suggère que Pékin pourrait modifier son approche.

La Chine en tête des demandeurs de brevets internationaux

(27-03-2024) Selon le site d'information américain Axios, la part de la Chine dans les demandes de brevet internationaux représenterait plus d'un quart de toutes les demandes déposées. Elle détiendrait le plus grand nombre de brevets dans trois principales catégories : l'apprentissage automatique, la vision par ordinateur, les équipements personnels et informatique.

Carte des principales structures chinoises en ingénierie (Partie 1)



Chinese Academy of Engineering

Chinese Academy of Sciences (CAS)

• Inst. of Electronics

SKL of Transducer Tech. (North base)
 National KL of Microwave Imaging Tech.
 KL of High-power microwave source and Tech.
 KL of Spatial Information Processing and Applied System
 KL of Electromagnetic Radiation and Detection Tech.
 Research and Development Center of Space Traveling-Wave Tubes

• Academy of Opto-Electronics

KL of Computational Optics Imaging Tech.
 Diode-pumped Laser Engineering Center
 Introduction of the Lighter-Than-Air Vehicle Center

• Inst. of Electrical Engineering

KL of Applied Superconductivity
 Tech. and Engineering Center For Space Utilization
 Payload Operation & Application Center
 Reliability & Product Assurance Center

• Inst. of Automation

SKL of Management and Control for Complex Systems
 KL of Molecular Imaging
 The Sino-French Lab. in Computer Science, Automation and Applied Mathematics
 National Lab. of Pattern Recognition
 International Research Center for AI Ethics and Governance / Precise Perception and Control Research Center /
 Digital Content Tec. and Media Service Research Center / Center for Research on Intelligent Perception and Computing /
 Brainetome Center /
 Research Center for Brain-inspired Intelligence /
 Integrated Information System Research Center /
 National Engineering & Tec. Research Center for ASIC Design / Intelligent Manufacturing Tec. and System Research Center

Shanghai Jiaotong Univ.

• School of Mechanical Engineering

SKL of Mechanical System and Vibration
 National Engineering Lab. for Automotive Electronic Control Tech. /
 Reducing Emissions from Coal Combustion
 KL for Power Machinery and Engineering, MoE
 Engineering Research Center of Solar Power and Refrigeration, MoE
 Shanghai KL of Digital Manufacture for Thin-walled Structures / Advanced Manufacturing Environment
 Inst. of Manufacturing Tech. and Equipment Automation/Automotive Engineering/Mechatronics & Logistics Equipment/Mechatronics Design and Knowledge-based Engineering/Design and Control Engineering for Heavy Equipment/Biomedical Manufacturing and Life Quality Engineering/Robotics/Intelligent Manufacturing and Information Engineering/Vibration, Shock & Noise/Turbomachinery/Advanced Energy and Powertrain Tech./Thermal Energy Engineering/Refrigeration and Cryogenic/Engineering Thermophysics/Fuel Cells

• Inst. of Engineering Thermophysics

National Energy Wind Turbine Blade R&D Center
 Research Center for Energy and Power
 Energy Storage R&D Center
 Heat and Mass Transfer Research Center

• Inst. of Acoustics

SKL of Acoustics
 KL of Underwater Acoustic Environment Lab.
 KL of Information Tech. for AUVs
 KL of Noise and Vibration Research
 KL of Speech Acoustics and Content Understanding
 Underwater Acoustic Engineering Center
 Ocean Acoustic Tech. Center
 Research Center for Ultrasonics and Technologies
 National Network New Media Engineering Research Center

• Technical Inst. Of Physics and Chemistry

National Engineering Research Center of Engineering Plastics
 KL of Photochemical Conversion and Optoelectronic Materials / Functional Crystals and Laser Tech. /
 Cryogenics / Bio-inspired Materials and Interfacial Science / Solid Laser Tech. / Cryobiomedical Tech. /
 Thermal Process Tech. / Space Energy Conversion Tech.

• Inst. of Mechanics

SKL of Nonlinear Mechanics
 SKL of High Temperature Gas Dynamics
 National Microgravity Lab.
 KL of Mechanics in Advanced Manufacturing

• National Center for Nanoscience and Tech.

KL for Biological Effects of Nanomaterials and Nanosafety
 KL of Standardization and Measurement for NanoTech.
 KL of Nanosystem and Hierarchical Fabrication

• Inst. of Process Engineering

SKL of Biochemical Engineering
 SKL of Multi-phase Complex Systems
 KL of Green Process and Engineering
 Outline of development centre of process engineering
 Biomass Engineering Research Center

• Inst. of Microelectronics

KL of Microelectronic Devices Integrated Tech.
 KL of Silicon Device Tech.
 Center of Integrated Circuit Advanced Process /
 System Packaging and Integration Tech./ Three Dimensional Memory Tech. /
 Communication and Information Engineering / Green Energy Automotive Electronics / Health Electronics / Smart Sensing /
 Intelligent Manufacturing Electronics / Silicon Device and Integration / High-Frequency High-Voltage Device and Integrated Circuits / Microelectronic Instrument and Equipment / EDA / R&D Center for Internet of Things

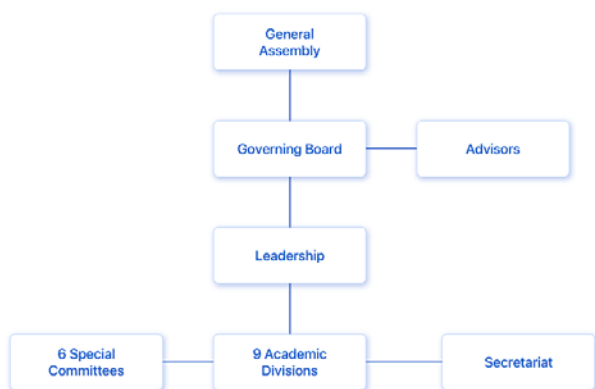
L'Académie chinoise d'ingénierie (CAE)



Bureau du CNRS en Chine

Basée à Pékin, l'**Académie chinoise d'ingénierie (CAE)**¹ est placée sous l'autorité directe du conseil des affaires d'état. Elle est la plus haute institution académique de Chine dans les domaines des **sciences et technologies de l'ingénieur**. L'organe décisionnel de la CAE est l'Assemblée générale qui élit les nouveaux membres tous les deux ans par votes. La CAE compte notamment **neuf divisions académiques, six comités spéciaux**.

Le président actuel est **LI Xiaohong**.



Structure institutionnelle de la CAE

En mettant l'accent sur les besoins économiques et sociaux à l'échelle nationale et régionale, les priorités de la CAE sont de mener des recherches préparatoires stratégiques et prospectives sur des enjeux majeurs, et d'appuyer les décisions clés en matière d'ingénierie. Pour atteindre ces objectifs, la CAE met en place environ **150 projets de recherche chaque année** et organise environ **100 événements** universitaires dans le domaine de l'ingénierie.

Elle recrute ses meilleurs talents en Chine et à l'étranger, organise le prix « *Guanghua* de la science et de la technologie de l'ingénierie » qui récompense les jeunes chercheurs exceptionnels. La CAE développe également la formation d'ingénieurs et la vulgarisation scientifique auprès de la jeunesse.

La CAE entretient de solides coopérations bilatérales et multilatérales avec des académies des sciences de l'ingénieur, académies des sciences ou de médecine dans le monde, **soit 58 académies ou organisations d'ingénieurs dans 42 pays**. Elle est membre du Conseil international des académies des sciences de l'ingénierie et de la technologie (CAETS) et héberge deux Centres sous les auspices de l'UNESCO.

À propos de collaborations bilatérales de la CAE

Selon le site de la CAE, une série d'activités conjointes ont été menées ces 10 dernières années.

avec la France :

- **Elaboration de rapports scientifiques** avec l'Académie nationale de technologie de France : « Rapport sino-français sur l'énergie nucléaire » et « Recherche sino-française sur la stratégie énergétique de l'hydrogène ».
- Organisation de « **Symposiums sino-français sur la médecine** » avec l'Académie française de médecine.
- Projet « **Système et politique de prévention et de contrôle de la tuberculose** » avec l'Académie nationale de médecine et le CNRS (avec le co-parrainage de l'Académie chinoise des sciences médicales).

avec l'Allemagne :

- Recherches conjointes sur la transformation des systèmes énergétiques et organisation de séminaires sur la « production intelligente » en collaboration avec l'Académie nationale allemande des sciences et de l'ingénierie (*acatech*).

¹ Chinese Academy of Engineering : <https://en.cae.cn/cae/html/en/index.html>.

Sous les auspices de l'UNESCO

La CAE a créé deux centres :

- En 2014, le **Centre international des connaissances pour les sciences et technologies de l'ingénieur (IKCEST)**.



- En 2016, le **Centre international pour l'enseignement de l'ingénierie (ICEE)**, en collaboration avec l'Université Tsinghua.



Ouverte aux coopérations internationales, la CAE souhaite étendre ses échanges et ses relations aux organisations étrangères et à toutes les académies nationales d'ingénierie existantes dans d'autres pays.

À propos des collaborations multilatérales de la CAE

L'Académie est membre d'un certain nombre d'organisations internationales dont le **Conseil international des académies des sciences et technologies en ingénierie (CAETS)**. Elle est un membre fondateur de l'*InterAcademy Medical Panel* (IAMP, aujourd'hui *IAP for Health*).

La CAE est très active en termes événementiels s'associant en Asie avec l'Académie d'ingénierie du Japon et l'Académie nationale d'ingénierie en Corée, et en occident, avec notamment la *Royal Academy of Engineering* du Royaume-Uni et la *National Academy of Engineering* aux États-Unis.

Chaque année, la CAE organise environ 20 à 30 [forums internationaux](#) dans les domaines des sciences et technologies en ingénierie. Elle est également impliquée dans les projets de l'initiative « *One Belt One Road* ».



Président du CAE, M. LI Xiaohong. @ CAE



Publications du CAE. @ CAE

L'Institut d'automatisation de l'Académie chinoise des sciences (CASIA)

Bureau du CNRS en Chine



Créé en 1956, l'**Institut d'Automatisation de l'Académie Chinoise des Sciences** (*The Institute of Automation of the Chinese Academy of Sciences* : CASIA¹) est une institution de recherche de premier plan en Chine dans le développement de technologies avancées d'**automatisation et d'intelligence artificielle**.

L'Institut est aujourd'hui tourné vers la recherche fondamentale et appliquée des domaines de l'automatisation, du traitement de l'information, de l'intelligence artificielle et de la robotique, incluant la reconnaissance de formes, la vision par ordinateur, le traitement du langage naturel, la conception d'équipement médicaux intelligents, l'apprentissage automatique, etc.

Tournées vers l'innovation et le transfert de technologies, les recherches développées au CASIA ont des applications dans divers secteurs, notamment de la santé, de l'industrie manufacturière, de la sécurité, des transports et de l'informatique.

L'institut compte **11 départements de recherche, 2 laboratoires nationaux, 1 centre national d'ingénierie, 1 laboratoire clé CAS et 5 laboratoires communs**.

Jusqu'à fin 2021, l'institut comptait **1 105 employés** à temps plein, dont 118 professeurs et ingénieurs, 305 professeurs associés et ingénieurs associés. Le CASIA accueille 3 académiciens de la CAS ; 1 membre TWAS ; 14 boursiers IEEE et 16 lauréats du *National Science Fund for Distinguished Young Scholars*.

1157 étudiants de troisième cycle, dont **573 doctorants** et **584 étudiants en master**, ainsi que **65 post-doctorants** développent leur recherche à l'Institut.

La CASIA est affiliée à l'Association chinoise en automatisation et à la Société chinoise de l'image et du graphisme. L'institut parraine trois revues académiques : IEEE / *CAA Journal of Automatica Sinica* (SCI Journal), *ACTA Automatica Sinica* (chinois) et *Machine Intelligence Research*.

¹ <http://english.ia.cas.cn/>

Plusieurs laboratoires spécialisés en automatisation et en intelligence artificielle

- **Laboratoire de vision par ordinateur** : Ce laboratoire travaille sur des technologies telles que la reconnaissance faciale, la vision par ordinateur 3D, la segmentation d'images et autres applications visuelles.
- **Laboratoire de traitement du langage naturel** : Outre le traitement du langage naturel, cette unité se concentre sur la compréhension du langage, la traduction automatique et le développement de systèmes de dialogue intelligents.
- **Laboratoire de robotique** : Dédié à la recherche en robotique avancée, ce laboratoire travaille sur le développement de robots intelligents, de systèmes de contrôle robotique et d'algorithmes de planification de mouvement.
- **Laboratoire d'apprentissage automatique** : Y sont recherchés les aspects théoriques et pratiques de l'apprentissage automatique, y compris les réseaux de neurones profonds, l'apprentissage par renforcement et l'application de ces techniques à des problèmes du monde réel.
- **Laboratoire des systèmes de contrôle automatique** : Parmi les recherches, la modélisation des systèmes dynamiques, la commande optimale et la conception de systèmes de contrôle robustes.
- **Laboratoire de sécurité informatique** : Entre autres sujets, la détection des menaces, la cryptographie, la protection des systèmes informatiques contre les attaques.
- **Laboratoire des systèmes intelligents et d'automatisation industrielle** : Ce laboratoire travaille sur le développement de systèmes intelligents pour améliorer l'efficacité et la productivité dans les environnements industriels.

Collaborations nationales et internationales :

L'Institut a développé des partenariats de recherche internationaux avec des institutions académiques, des laboratoires de recherche et des entreprises aux États-Unis, au Royaume-Uni, en France (dont **Le Laboratoire sino-français d'informatique, d'automatisation et de mathématiques appliquées (LIAMA), fondé en 1997**), l'Australie, la Nouvelle-Zélande, l'Italie, l'Espagne, Singapour, la Belgique, l'Allemagne, le Japon et la Corée. Ces partenariats ont permis des échanges d'expertise, la conduite de **projets de recherche conjoints** et la mise en commun de ressources.

Par ailleurs, le CASIA joue un rôle actif dans **la formation des chercheurs et des ingénieurs** hautement qualifiés.

Selon le site de l'Institut, plus de 320 personnels R/D sont envoyés chaque année à l'étranger pour des échanges scientifiques et technologiques.

- Le Laboratoire Sino-Européen **d'Informatique, d'Automatisme et de Mathématiques Appliquées** (2009)

- L'Institut Chine-Singapour des **médias numériques**, avec le soutien de la *Media Development Authority* (MDA) de Singapour

- Laboratoire commun avec l'Université des sciences et technologies de Hong Kong (USTC) pour mener des recherches sur la **reconnaissance intelligente**.

- Des accords ont été signés entre CASIA et le *Juelich Research Center* et l'Université d'Essex.

Laboratoires internationaux conjoints² :

- Centre de recherche Chine-Royaume-Uni sur **l'éthique et la gouvernance de l'IA** (2021)

- **Sino-Swiss Laboratory for Data Intensive Neuroscience** (2015)

- Laboratoire sino-australien de **Brainnetome** (2014)



@ CASIA

² Le bureau ne dispose pas d'information spécifique sur l'activité actuelle de ces coopérations.

IRP PER

Processus pour la Remédiation de l'Environnement



Gilles Mailhot et Marcello Brigante



Gilles Mailhot, Directeur de Recherche à l'Institut de Chimie de Clermont-Ferrand (ICCF) – UMR CNRS 6296 et au Laboratoire de Météorologie Physique (LaMP) – UMR CNRS 6016, Université Clermont Auvergne (UCA).



Marcello Brigante, Professeur à l'Institut de Chimie de Clermont-Ferrand (ICCF) – UMR CNRS 6296.

Le projet de recherche international (IRP) PER

Le projet PER « *Laboratory of Environmental Processes and Remediation* » (Laboratoire des Processus pour la Remédiation de l'Environnement) basé à l'origine sur deux groupes associés maintenant trois laboratoires français, UMR CNRS-UCA, et trois facultés de l'Université de Wuhan :

- **L'Institut de Chimie de Clermont-Ferrand (ICCF)** (UMR 6296, CNRS — Université Clermont Auvergne)
- **Le Laboratoire Microorganismes : Génome Environnement (LMGE)** (UMR 6023, CNRS — Université Clermont Auvergne)
- **Le Laboratoire de Météorologie Physique (LaMP)** (UMR 6016, CNRS — Université Clermont Auvergne)
- **La School of Resource and Environmental Science (SRES)** de l'Université de Wuhan
- **La School of Civil Engineering (SCE)** de l'Université de Wuhan
- **La School of Water Resources and Hydropower Engineering (SWRHE)** de l'Université de Wuhan

Cet IRP a été créé sur une collaboration de recherche qui a débuté en 2006 entre des chimistes de l'Université Clermont Auvergne de l'ICCF et ceux de l'Université de

Wuhan de la SRES. Cette collaboration s'est développée à travers de nombreux échanges dont des étudiants en thèse partagés entre les deux institutions.

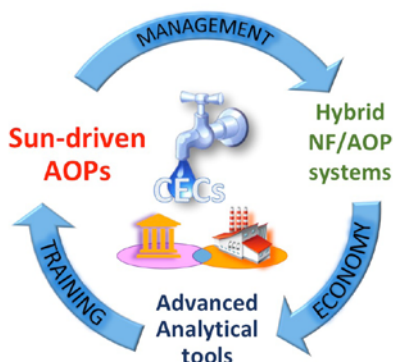
Ce projet d'IRP est basé sur des études en lien avec **l'évolution et la qualité de l'environnement** face aux nombreuses pressions anthropiques qu'il subit. Nous étudions comment améliorer la qualité de l'environnement notamment de l'air, du sol et de l'eau ; et donc la réduction de l'impact à l'exposition des produits chimiques sur la santé de l'homme et de l'environnement. Notre objectif final est de **proposer des traitements simples et économiques** pour les eaux usées réelles, les sols ou l'air, en se concentrant sur la dégradation des polluants organiques mais aussi sur la désinfection des matrices (bactéries, virus, micro-organismes pathogènes) jusqu'à **la conception d'une technologie pilote** impliquant des dispositifs pratiques de traitement des eaux usées basés sur les résultats de la recherche.

Ce projet s'appuie sur les savoir-faire respectifs et complémentaires des différentes équipes

Côté français

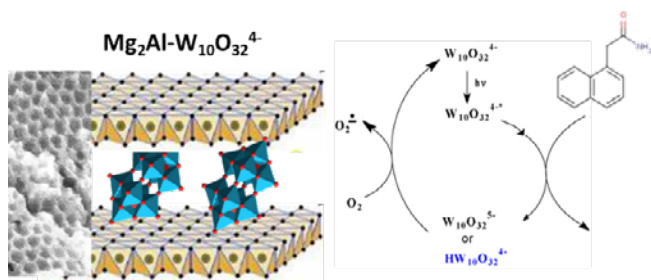
- L'équipe «**Photochimie**» de l'ICCF, à l'origine de la collaboration, possède une forte expertise dans le domaine des réactions photochimiques en milieu aquatique

(surfaces continentales et atmosphère). Elle s'est également spécialisée dans la recherche sur la décontamination des eaux usées à travers **l'étude de processus d'oxydation avancée (AOP)** originaux avec une spécificité dans l'identification des espèces transitoires et des radicaux, ainsi que leur réactivité vis-à-vis de la matière organique et des micro-organismes.



Cycle vertueux du traitement de l'eau via les AOPs.

L'activité des chercheurs de l'équipe « Matériaux Inorganiques » de l'ICCF impliqués dans cet IRP, se concentre sur **la conception et la synthèse de matériaux inorganiques 2D** (en particulier **les argiles anioniques**) pour des applications environnementales dans les compartiments aquatiques et les sols. L'approche principale consiste à adapter la chimie, la structure et la morphologie des minéraux argileux synthétiques (essentiellement des hydroxydes doubles lamellaires (HDL) et des nanostructures associées (**nanoparticules d'oxyde métallique** supportées, bio-nanocomposites) pour améliorer les propriétés de surface/porosité et la réactivité des matériaux.



Exemple d'HDL utilisé pour la dégradation de la matière organique présente dans l'eau.

• L'équipe présentant des expertises en **biocatalyse**, métabolisme et microbiologie environnementale associe des chercheurs de l'ICCF et du LMGE. Cette équipe combine des approches et des expertises biologiques et chimiques pour **comprendre le devenir environnemental**

des pesticides dans les compartiments aquatiques et les sols en allant de l'isolement des micro-organismes dégradant les pesticides à l'établissement de leurs voies de biodégradation. Les impacts des pesticides sur les communautés microbiennes dans les sols et les écosystèmes aquatiques sont également étudiés.



Photos de microorganismes isolés de sols contaminés.

• Enfin, la dernière équipe française composée de chercheurs du LaMP et de l'ICCF possède une forte expertise dans **la caractérisation des composants atmosphériques** grâce à la mise en œuvre d'instruments permettant d'accéder à : (i) la spéciation moléculaire des espèces chimiques (gaz, aérosol, nuage), (ii) la distribution de la taille des particules d'aérosol et des hydrométéores. En lien avec la caractérisation multiphasique de l'environnement atmosphérique, l'équipe a pour objectif de décrire les processus de transformation des polluants présents dans l'atmosphère.

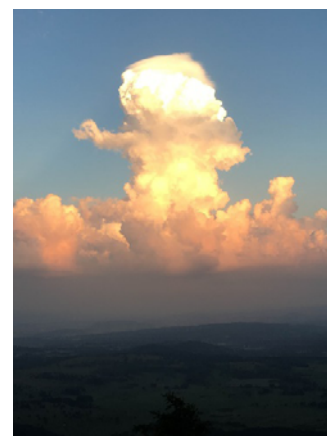


Photo de nuages formés sur la chaîne des puy.

Côte chinois

• L'équipe de **photochimie environnementale et hydrologie** des contaminants de l'Université de Wuhan, à l'origine de la collaboration, associe des chercheurs de la SRES et de la SWRHE. Cette équipe conduit quatre axes de recherche principaux : (1) le cycle photochimique des métaux de transition tels que le Fe et le Cu, et ses effets sur l'environnement ; (2) la spéciation de l'arsenic et la transformation des espèces au cours des réactions photochimiques ; (3) les processus d'oxydation avancée basés sur le radical hydroxyle ou les radicaux soufrés pour le traitement des eaux ; (4) la surveillance à long terme de l'environnement aquatique, l'évaluation et la gestion de la pollution diffuse, le traitement et la restauration des écosystèmes aquatiques.

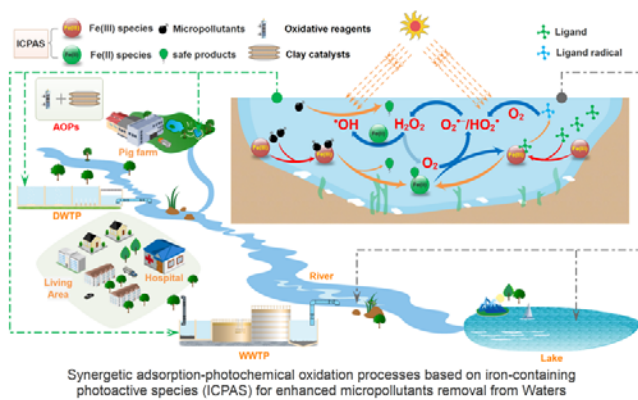
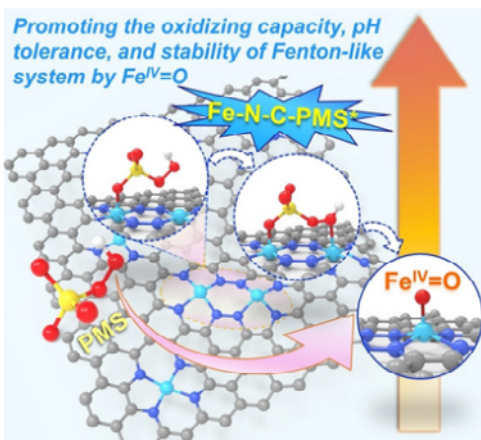


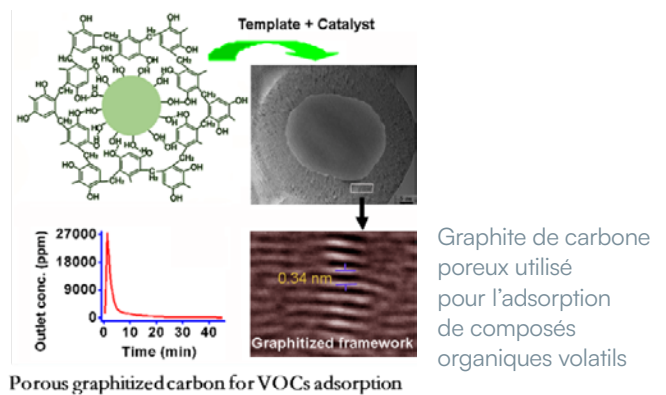
Schéma représentant le rôle photochimique du fer dans l'environnement aquatique.

• L'équipe **oxydation avancée**, composée de chercheurs de la SRES, est spécialisée dans l'application de divers procédés pour le **traitement des eaux usées et la protection de l'environnement**. Les procédés sont basés sur : 1) les radicaux hydroxyles-peroxydes générés via des

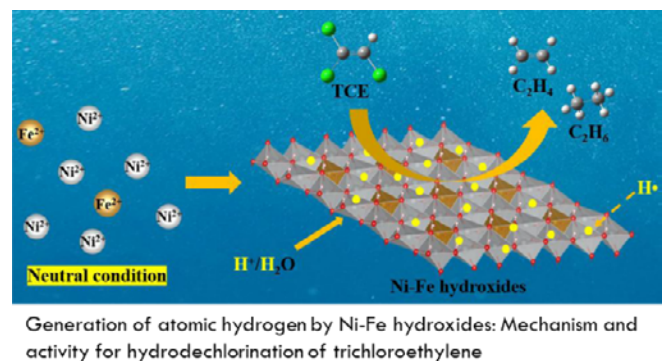


processus de Fenton, électro-Fenton et photo-Fenton ; 2) l'ozone avec des processus d'ozonation favorisés par des irradiation UV, des ultrasons ou encore des catalyseurs couplés ou non avec des ultrasons ; 3) les persulfates activés électrochimiquement ou photochimiquement. Ce travail fournit les bases scientifiques pour des applications de procédés de traitement des eaux à plus grandes échelles.

• L'équipe **adsorption et catalyse** pour l'environnement et l'énergie se concentre sur le développement de matériaux et de procédés pour **l'assainissement de l'environnement et la conversion énergétique durable**. Elle a accumulé de nombreuses expertises dans le domaine de la synthèse et de la caractérisation des matériaux, de l'invention d'équipements et du développement de procédés. Ces matériaux sont le plus souvent utilisés comme absorbant et catalyseur d'oxydation en milieu aqueux pour les polluants organiques ou en phase gazeuse pour les COVs.



• L'équipe **Matériaux et technologies** avancés pour le **traitement de l'eau** de l'Université de Wuhan se concentre sur la synthèse de matériaux fonctionnels avancés et sur



Génération d'hydrogène atomique à partir d'hydroxyde de Ni-Fe pour l'élimination des chlores du trichloréthylène.

les mécanismes d'oxydoréduction lors de leur application dans le traitement de l'eau. Des matériaux fonctionnels avancés, tels que la rouille verte, à base de fer atomique, le disulfure de molybdène, le graphène, sont développés pour les processus de décontamination de l'eau. Ces processus prometteurs comprennent à la fois des réactions de réduction et d'oxydation.

La présentation des différentes équipes françaises et chinoises met en avant, des complémentarités mais aussi **une force scientifique importante pour le développement de procédés** de traitement des pollutions présentes dans les différents compartiments de l'environnement (air, eau et sol).

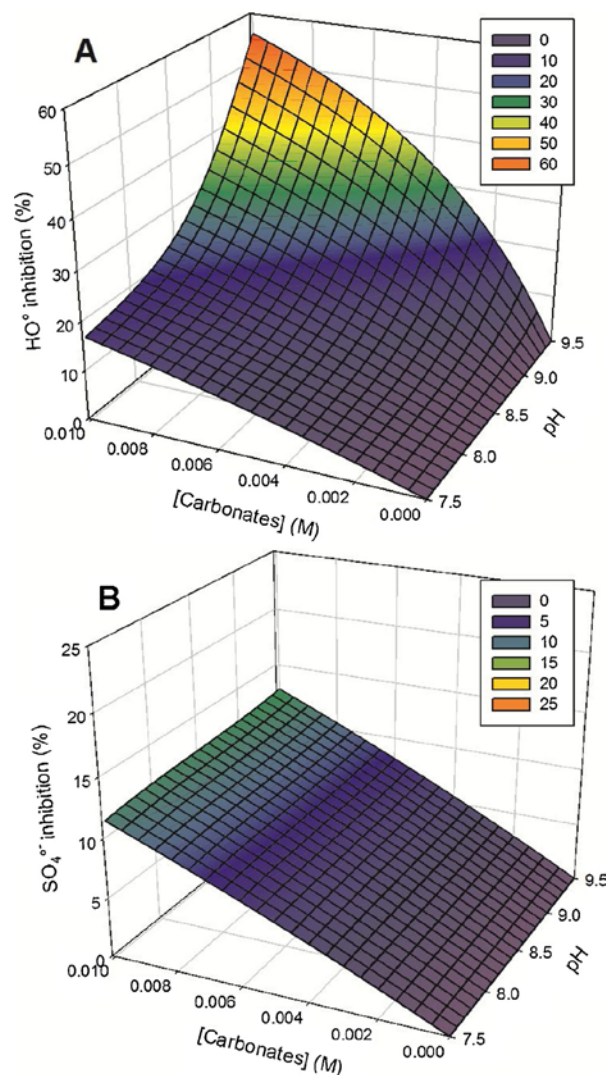
Principaux résultats collaboratifs récents obtenus sur les thématiques de l'IRP

Après avoir longtemps travaillé sur des procédés d'oxydation avancée générant principalement le **radical hydroxyle** nous avons plus récemment développé des procédés à base de radicaux avec **l'atome de soufre**. Ces deux types de procédés ont ensuite été comparés et ont été appliqués sur des milieux réels. Les effets de la matière organique mais surtout des ions naturellement présents dans les environnements aquatiques ont été étudiés.

Au cours d'une étude originale nous avons comparé l'efficacité d'activation du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et du persulfate ($S_2O_8^{2-}$) en utilisant le rayonnement UVA et UVB. **Le bisphénol-A (BPA)** est utilisé comme polluant modèle pour estimer l'efficacité du processus oxydatif dans les eaux simulées et réelles des stations d'épuration. Une attention particulière a été accordée à l'efficacité d'élimination du BPA et à l'implication des radicaux responsables de sa dégradation ainsi qu'à l'effet de constituants inorganiques présents naturellement dans les eaux (carbonates et ions chlorures) et de la matière organique.

En présence de H_2O_2 , les ions carbonates inhibent fortement l'efficacité de la dégradation du BPA, tandis que cet effet, est moins prononcé en présence du système UVA/B et $S_2O_8^{2-}$. De plus, la présence d'une concentration élevée d'ions chlorure a montré une forte augmentation de l'élimination du BPA dans ces dernières conditions. En effet, un fort impact des ions chlorures est observé sur le système UVA/B- $S_2O_8^{2-}$ où les radicaux sulfates photogénérés peuvent entraîner la formation d'espèces réactives telles que les radicaux hydroxyle, chlore et dichlore, et probablement la formation de $HOCl/OCl^-$ qui est un puissant oxydant.

Ces résultats ont été obtenus en combinant **une approche de modèle cinétique chimique et des expériences de**



Inhibition des radicaux hydroxydes (A) et sulfates (B) en fonction de la concentration en carbonates dans l'eau et du pH.

photolyse laser. Les études réalisées dans des eaux de station d'épuration ont montré que la présence de matière organique dissoute représente le principal piègeur de radicaux et est donc inhibiteur de l'efficacité des procédés. Cependant, cet effet négatif peut être contrebalancé par des ions chlorures en utilisant le procédé UVA/UVB- $S_2O_8^{2-}$.

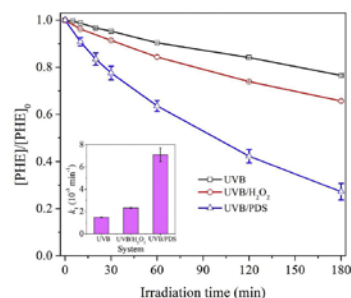
Cette étude est très encourageante pour des applications futures de **l'activation solaire du persulfate** dans le but d'éliminer des polluants organiques présents dans des eaux de station d'épuration contenant des concentrations élevées d'ions chlorure. Elle montre également clairement que **les radicaux à base de soufre** sont beaucoup moins impactés par les composés naturellement présents dans les eaux pour dégrader les polluants organiques présents dans les milieux aquatiques.

Fort de constat, nous avons travaillé sur **un nouveau procédé** impliquant à la fois le Fe(III) et le S(IV). L'efficacité du système Fe(III)-S(IV) utilisé comme procédé d'oxydation avancée a été étudiée en utilisant l'**aniline**¹ comme composé modèle polluant dans l'eau. La cinétique chimique, les paramètres clés et le mécanisme d'oxydation de l'aniline ont été examinés en mettant l'accent sur la contribution des différents radicaux à base de soufre (principalement $\text{SO}_4^{\cdot-}$ et $\text{SO}_5^{\cdot-}$). Nos résultats montrent une amélioration significative de l'efficacité de l'oxydation de l'aniline observée à pH 4,0 avec des concentrations de 1,0 mM S(IV) et 0,1 mM Fe(III). De plus, l'efficacité de dégradation diminue drastiquement à 10% en l'absence d'oxygène indiquant le rôle significatif de l'oxygène dans ce type de processus. Des expériences de cinétique de compétition et des expériences de piégeage de radicaux ont montré que le radical $\text{SO}_5^{\cdot-}$ est responsable d'environ 60 % de l'oxydation de l'aniline dans le système Fe(III)-S(IV) dans les conditions expérimentales de ce travail. Pour la première fois, nous avons déterminé les constantes de réactivité du deuxième ordre entre $\text{SO}_5^{\cdot-}$ ($5,8 \times 10^6 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$) ou $\text{SO}_4^{\cdot-}$ ($7,7 \times 10^9 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$) et l'aniline, le tout à pH 3,0. Des expériences séquentielles avec des additions successives de sulfite améliorent considérablement l'efficacité d'oxydation.

Ces résultats peuvent fournir une compréhension précise du mécanisme global et peuvent avoir des implications prometteuses dans le développement d'**une nouvelle technologie rentable** pour le traitement de l'eau contenant des composés organiques. De plus, les résultats de ce travail aident à comprendre **la pertinence et le mécanisme de l'oxydation des contaminants organiques** par le radical $\text{SO}_5^{\cdot-}$, radical prépondérant dans ce type de procédé et qui pourtant n'a pas fait l'objet de beaucoup d'attention jusqu'à présent dans les procédés d'oxydation avancée classiques utilisant du peroxymonosulfate ou du persulfate.

D'autres études originales ont été lancées sur **le traitement des solutions utilisées pour décontaminer les sols**.

Ces solutions sont à base de surfactant, comme le **Tween 80** (polyoxyéthylène-(20)-sorbitane monooléate - $\text{C}_{64}\text{H}_{124}\text{O}_{26}$) qui est un surfactant non ionique. Dans nos études nous avons utilisé le phénanthrène comme modèle de polluant des sols. Ces solutions de lavage contenant donc du Tween 80, du **phénanthrène** et d'autres composés extraits du sol, ont été traitées par plusieurs type de procédés d'oxydation avancée : i) activation du persulfate par l'irradiation sous lumière solaire du complexe de Fe(III)-EDDS (acide éthylènediamine-N,N'-disuccinique) ; ii) activation du persulfate et du peroxyde d'hydrogène par irradiation sous UVB. Les impacts des concentrations en oxydant, du pH, des différentes espèces ioniques extraites des sols (CO_3^{2-} , Cl^- , NO_3^-) ont été analysés. Les différents radicaux générés (OH^{\cdot} , $\text{SO}_4^{\cdot-}$ et $\text{Cl}_2^{\cdot-}$) sont aussi identifiés, et leur réactivité sur le Tween 80 et le phénanthrène, leur importance dans les procédés sont évaluées via des réactions de compétition et des analyses par photolyse laser pulsé à la nanoseconde. Ces études très complètes ont permis de confirmer que **l'utilisation du persulfate était plus efficace que celle du peroxyde d'hydrogène** pour la dégradation du polluant organique du fait d'une plus grande sélectivité du radical sulfate moins impacté par les différents composés extraits des sols. Ces travaux proposent des procédés innovants **pour le traitement des solutions de lavage des sols** via l'activation du persulfate sous irradiation solaire.



Dégradation du phénanthrène en présence de Tween 80 dans différents systèmes. Dans l'encart sont représentées les constantes de vitesse de pseudo-premier ordre de dégradation du phénanthrène dans ces systèmes. [Phénanthrène] = 10 mg L^{-1} , [Tween 80] = $0,5 \text{ g L}^{-1}$, [PDS] = [H₂O₂] = 5 mM , pH 3,3.

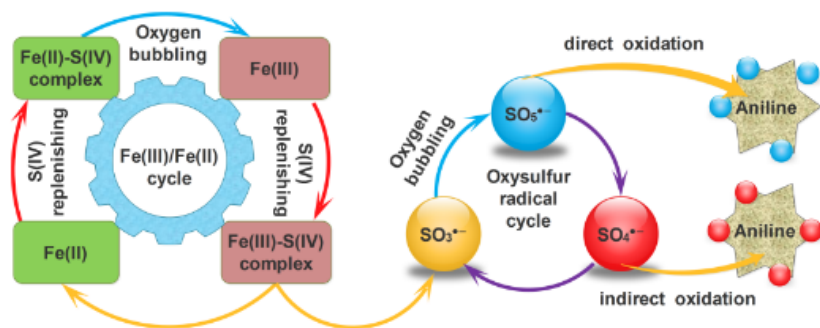


Schéma des interactions mises en évidence dans le système impliquant le fer et le soufre et implication des radicaux oxygénés dans le processus d'oxydation.

¹ L'aniline, est un composé organique aromatique. C'est une amine primaire aromatique dérivée du benzène, toxique pour l'homme et l'environnement.

Dans le cadre de cet IRP, nous avons travaillé dans un premier temps sur **la mise au point de nouveaux procédés de traitement des compartiments aqueux**. Les recherches mises en place sont toujours réfléchies dans le cadre du développement durable, en privilégiant l'utilisation de l'irradiation solaire, de composés naturellement présents dans l'environnement ou encore des matériaux facilement récupérables et recyclables.

Notre consortium s'étant étoffé récemment nous allons commencer à travailler également sur **la décontamination des sols et de l'atmosphère**. Enfin, il est important de mentionner que les travaux réalisés dans cet IRP reposent essentiellement sur **l'échange d'étudiants de master ou de thèse** permettant à ces jeunes d'acquérir à la fois de nouvelles méthodes de travail dans un laboratoire de recherche mais aussi de découvrir une culture différente, ce qui sans aucun doute va enrichir fortement leur formation universitaire.

Publications récentes les plus significatives réalisées dans le cadre de l'IRP :

W. HUANG, A. BIANCO, M. BRIGANTE, G. MAILHOT, Journal of Hazardous Materials, 2018, 347, 279-287.

"UVA-UVB activation of hydrogen peroxide and persulfate for Advanced Oxidation Processes: Efficiency, mechanism and effect of various water constituents".

Y. TAO, H. ZHANG, M. BRIGANTE, G. MAILHOT, Chemosphere, 2019, 236, 124366. "Phenanthrene degradation using Fe(III)-EDDS photoactivation under simulated solar light: A model for soil washing effluent treatment".

Y. YUAN, T. LUO, J. XU, J. LI, F. WU, M. BRIGANTE, G. MAILHOT, Chemical Engineering Journal, 2019, 362, 183-189. "Enhanced oxidation of aniline using Fe(III)-S(IV) system: Role of different oxysulfur radicals".

Y. TAO, O. MONFORT, M. BRIGANTE, H. ZHANG, G. MAILHOT, Chemosphere, 2021, 263, 127996.

"Phenanthrene decomposition in soil washing effluents using UVB activation of hydrogen peroxide and peroxydisulfate".

X. HUANG, Y. PENG, J. XU*, F. WU, G. MAILHOT, Chemosphere, 2021, 263, 128142. "Iron(III)-induced photooxidation of arsenite in the presence of carboxylic acids and phenols as model compounds of natural organic matter".

H. WANG, Y. ZOU, W. WANG, Y. ZHANG, G. MAILHOT, J. LI, F. WU, L. LUO Chemosphere, 2023, 315, 137761. "Quantitative structure-activity relationship for the photooxidation of aromatic micropollutants induced by graphene oxide in water".

M. CAI, P. CHENG, J. LI, F. WU, M. SARAKHA, G. MAILHOT, M. BRIGANTE, Journal of Cleaner Production 2023, 414, 137702, "Toward a better understanding of peroxymonosulfate and peroxydisulfate activation using a nano zero-valent iron catalyst supported on graphitized carbon: Mechanisms and application to the degradation of estrogenic compounds in different water matrix".

Y. WU, X. HUANG, J. XU, W. HUANG*, J. LI, G. MAILHOT, F. WU Water Research, 2023, 119683. "Insight into the Effect of Natural Organic Matter on the Photooxidation of Arsenite Induced by Colloidal Ferric Hydroxides in Water".

M. CAI, P. CHENG, J. LI, F. WU, M. SARAKHA, G. MAILHOT, M. BRIGANTE, Journal of Environmental Chemical Engineering, 2023, 11(5), 110959. "Synergistic degradation of bisphenol A heterogenous Fenton and photo-Fenton systems catalyzed by graphitized carbon-nano zero valent iron".

M. CAI, S. GOWRISANKARAN, M. GREGOR, H. MAKAROV, T. ROCH, J. LI, F. WU, G. MAILHOT, M. BRIGANTE, O. MONFORT, Chemical Engineering Journal, 2024, 481, 148623. "Unravelling the activation mechanism of oxidants using copper ferrite nanopowder and its application in the treatment of real waters contaminated by phenolic compounds".



Photo de la cérémonie d'ouverture du *workshop* sur l'IRP en novembre 2023 à Wuhan.

IRP METISLAB

Modélisation et traitement d'images et du signal pour la Santé

Patrick Clarysse, LIU Wanyu



Patrick Clarysse est le porteur Français de l'IRP METISLAB. Directeur de Recherche CNRS au CREATIS (Unité de Recherche en Imagerie Médicale), UMR CNRS 5220, Inserm U1294, INSA-Lyon, UCBL1, Université de Lyon.



LIU Wanyu est le porteur chinois de L'IRP METISLAB, co-directeur de l'Université de Technologie Sino-Européenne de Shanghai (UTSEUS).

Présentation de l'IRP METISLAB

Le projet de recherche international METISLAB (2019-2023) émane d'un précédent laboratoire commun international (LIA) de même nom, établi entre **CREATIS**, **l'Institut de Technologie de Harbin (HIT)** et **l'Université Médicale de Harbin (HMU)**, et étendu à **l'Université de Shanghai**. En capitalisant sur l'expertise et les réalisations antérieures des experts chinois et français, l'IRP METISLAB vise à co-développer des **méthodes d'analyse et de modélisation d'images médicales** nouvelles et avancées avec des applications principalement en **imagerie cardio-vasculaire**. Le programme de recherche est organisé en quatre thèmes de recherche regroupés en deux axes.

Un premier axe plus fondamental étudie des aspects théoriques de l'analyse d'images, en particulier des méthodes de traitement avancées et génériques d'images de différents types et complexité (scalaires, vectorielles et tensorielles), la reconstruction des formes et structures anatomiques, puis des méthodes statistiques et d'apprentissage machine pour l'aide à l'analyse et au diagnostic en imagerie médicale.

Le deuxième axe est dédié à des applications en imagerie cardio-vasculaire. L'ultrastructure 3D des organes, notamment le myocarde, est explorée à différentes échelles et des modèles numériques sont élaborés. En outre, la manière dont l'eau se diffuse dans l'ultrastructure du tissu sera simulée dans le but d'étudier son impact sur l'imagerie de diffusion par résonance magnétique.

La relation entre l'ultrastructure et la fonction cardiaque est également étudiée. Des approches de modélisation inverse sont développées pour identifier les propriétés mécaniques individualisées du myocarde et des vaisseaux. La combinaison de ces paramètres avec d'autres mesures anatomiques et tissulaires basées sur l'imagerie dans des approches statistiques multiparamétriques appliquées à de vastes collections de données cliniques doit apporter de nouveaux moyens de détecter et de caractériser les maladies cardio-vasculaires.

Illustration de quelques réalisations

Reconstruction à partir d'images ultrasonores à ondes divergentes à l'aide de réseaux neuronaux convolutionnels profonds pour l'imagerie cardiaque ultrarapide

L'imagerie ultrasonore par ondes divergentes (OD) est devenue une méthodologie très prometteuse pour l'imagerie cardiovasculaire en raison de sa haute résolution temporelle. Cependant, s'ils sont limités en nombre, les transmetteurs OD offrent une qualité d'image inférieure à celle des schémas focalisés classiques. Une approche de reconstruction conventionnelle (connue sous le nom de *compounding*) consiste à additionner des séries de signaux ultrasonores de manière cohérente, au détriment

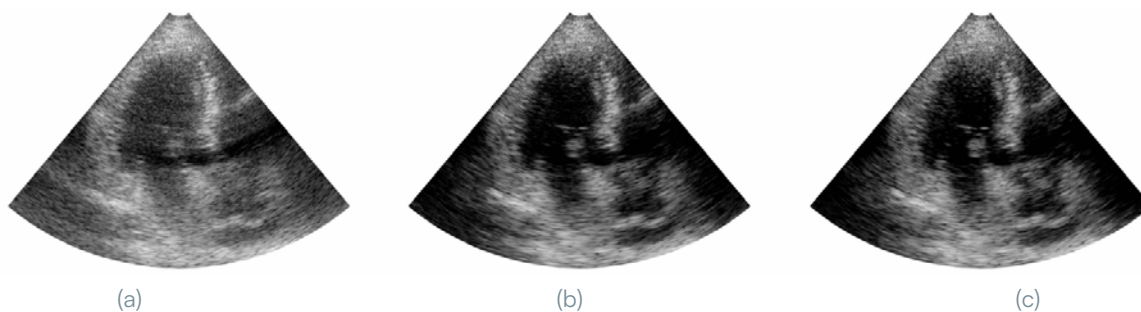


Figure 1. Reconstruction d’une image échocardiographique à partir de (a) 3 OD et *compounding standard*, (b) 3 OD et le réseau CNN proposé. (c) image de référence reconstruite à partir de 31 OD et *compounding standard*.

[Lu-2022] J. Lu, F. Millioz, D. Garcia, S. Salles, D. Ye, and D. Friboulet, Complex Convolutional Neural Networks for Ultrafast Ultrasound Imaging Reconstruction from In-Phase/Quadrature Signal, IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectricity and Frequency Control, vol. 69, Issue 2, 2022. ArXiv: arxiv.org/abs/2009.11536

de la cadence d’acquisition des images. Pour remédier à cette limitation, nous avons proposé une architecture de réseaux neuronaux convolutionnels (CNN) pour **une reconstruction de haute qualité des images ultrasonores OD** en utilisant un petit nombre de transmissions. Étant donné les propriétés spatiales variables des images OD en fonction de la profondeur, nous avons adopté le modèle d’inception composé de la concaténation de noyaux convolutifs multi-échelles. Une transformation entre les images de faible qualité et leur reconstruction de haute qualité correspondante a été apprise en entraînant le réseau à l’aide d’exemples *in vitro* et *in vivo*.

Les résultats démontrent que le réseau proposé peut produire des images de haute qualité en utilisant seulement trois OD, produisant une qualité d’image équivalente à celle obtenue avec une approche standard de 31 OD (Figure 1). Nous avons en outre montré qu’il est possible de réduire davantage la quantité de données en dérivant une version complexe de ce réseau (c’est-à-dire un réseau neuronal convolutionnel avec des poids complexes) qui opère directement sur les données nativement complexes. Nous avons démontré expérimentalement que ce réseau complexe

fournit la même qualité d’image que celle obtenue à partir des données RF, tout en réduisant le volume de données, ce qui permet d’atteindre une fréquence d’images de plus de 550 images par seconde [Lu-2022].

Analyse multi-échelle de l’ultrastructure du tissu cardiaque

Pour comprendre la relation entre la structuration du tissu cardiaque et la fonction du cœur, nous étudions l’arrangement local des agrégats de cardiomyocytes à l’intérieur du cœur. Pour cela, nous avons analysé **des données de micro-tomographie à contraste de phase à rayons X**, acquises à l’ESRF-Grenoble. **Une méthode de squelettisation a été développée** pour améliorer l’estimation et évaluer uniquement la disposition locale des tissus à l’intérieur du feuillet [Wang et al., 2022]. Les feuillets sont d’abord identifiés, puis leur squelette 3D est extrait, et l’orientation des tissus est estimée sur cette surface (Figure 2). Par rapport à notre approche précédente, la méthode du squelette met en évidence une extraction d’orientation plus robuste à la fois dans les

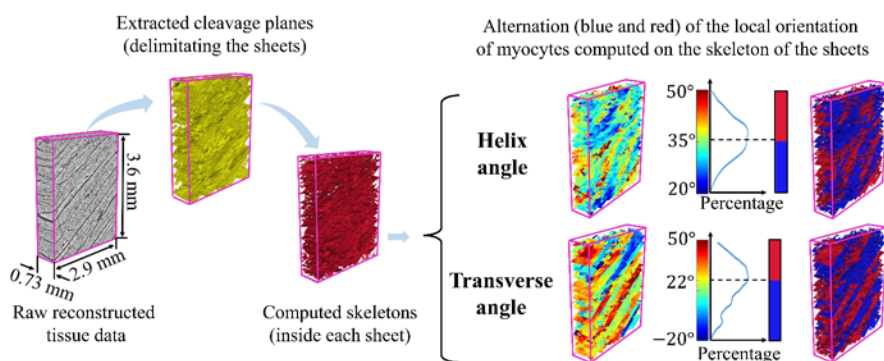


Figure 2. Illustration du *pipeline* de traitement pour calculer l’orientation locale des agrégats de cardiomyocytes en se basant sur l’extraction du squelette des feuillets. (from [Wang et al., 2022]).

[Wang et al., 2022] S. Wang, F. Varray, W.-Y. Liu, P. Clarysse, and I.E. Magnin, “Measurement of local orientation of cardiomyocyte aggregates in human left ventricle free wall samples using x-ray phase-contrast microtomography”, Medical Image Analysis, vol. 75, 2022.

données de simulation et les données expérimentales. A partir de cette méthode, nous avons mis en évidence dans deux de nos ensembles de données que **les agrégats de cardiomyocytes subissent des «oscillations»** le long de la direction perpendiculaire aux feuillettes. Les effets de cette observation sur la mécanique tissulaire seraient très intéressants à étudier.

Simulation de la diffusion dans des tissus biologiques et de son impact sur l'acquisition en IRM

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) de diffusion est une technique non invasive très prometteuse pour étudier la structure des tissus biologiques en analysant **la diffusion des molécules d'eau**. Cependant, l'évaluation des propriétés de diffusion dans la microarchitecture complexe des tissus biologiques à partir d'acquisitions en IRM reste un défi. La simulation de Monte Carlo peut produire une vérité terrain et en ne considérant que la diffusion des molécules d'eau à l'intérieur des tissus. Une simulation réaliste de la diffusion présente **trois défis majeurs** (figure 3) :

- générer un modèle de tissu réaliste en entrée,
- régler le simulateur Monte Carlo avec des paramètres optimaux,
- évaluer l'impact des paramètres de la séquence d'imagerie RM sur la diffusion observée.

Dans la thèse de Y. Jing, nous avons développé divers modèles de tissus cardiaques avec différents degrés de réalisme dans les paramètres géométriques et physiques et nous avons généré des références de diffusion à des

échelles optimales en utilisant la simulation Monte Carlo. Nous avons ensuite observé cette diffusion à l'aide d'une séquence IRM de diffusion avec différents ensembles de paramètres et quantifié la distorsion de diffusion observée par rapport aux vérités terrains. Cette étude vise à fournir des éléments objectifs afin d'optimiser les paramètres IRM pour observer avec précision **le phénomène de diffusion dans les tissus biologiques cardiaques**.

Initiation d'un atelier annuel Franco-Chinois 'Medical Image Analysis and AI'

Fin 2020, METISLAB a organisé une session spéciale à l'IEEE International Conference on Signal Processing (IEEE-ICSP), qui comprenait une sous-session sur le thème du traitement et de l'interprétation des images médicales, et une sous-session qui était la première édition d'un atelier Franco-Chinois sur le thème de l'analyse des images médicales et de l'intelligence artificielle. Les deuxième (<https://mai-21.sciencesconf.org/>) et troisième ([IEEE-ICSP](https://doi.org/10.1109/ICSP47923.2021)) éditions de cet atelier se sont tenues respectivement les 25-26 octobre 2021 et le 24 octobre 2022, avec des présentations invitées, classiques et flash, et une session de posters dans une salle virtuelle sous *SpatialChat*. Etant donné la situation sanitaire à cette période, ces événements se sont déroulés en ligne. En 2023, **la 4ème édition** a eu lieu à Shanghai en présentiel avec également un accès à distance (<https://mai-23.sciencesconf.org/>) et a fait aussi office de **réunion de clôture de l'IRP**. Cet atelier est cependant destiné à être réédité chaque année afin de prolonger les partenariats initiés ou renforcés grâce à METISLAB.

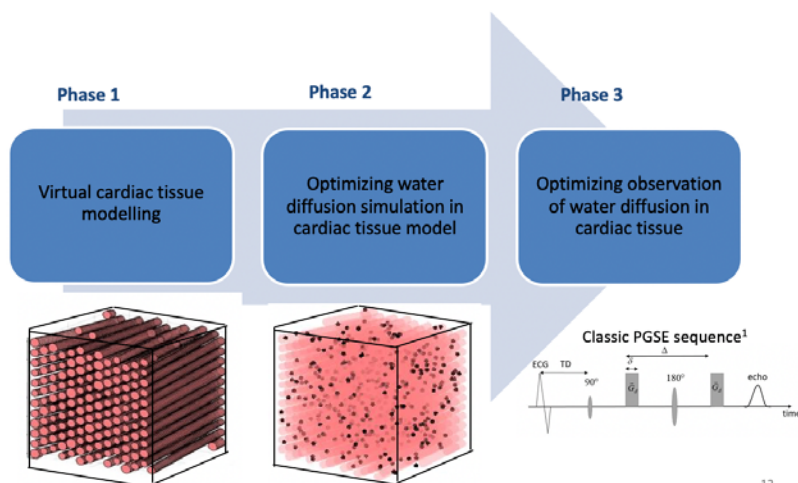


Figure 3. Trois défis dans la simulation Monte Carlo de la diffusion des molécules d'eau dans les tissus cardiaques en IRM.

[Jing, et al., 2023] Y. Jing, I.E. Magnin and C. Frindel, *Monte Carlo simulation of water diffusion through cardiac tissue models*, *Medical Engineering and Physics*, Vol. 120, 104013, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2023.104013>.



Le « 4^{ème} atelier franco-chinois en analyse médicale d'images et intelligence artificielle (MAI) » a accueilli une cinquantaine de participants les 21 et 22 Novembre 2023.

Les institutions et laboratoires impliqués

Côté français :

Centre de Recherche en Acquisition et Traitement d'Images pour la Santé (CREATIS)

Centre National de la Recherche Scientifique, CNRS (UMR 5220)

Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (U1294)

Université de Lyon

Institut National des Sciences Appliquées de Lyon

Université Claude Bernard Lyon 1

Côté chinois:

Harbin Institute of Technology

Harbin Medical University (2nd affiliated Hospital)

Shanghai University

En Bref

Date d'exercice : 2019-2023

Directeur FR : Patrick Clarysse

Directeur CH : LIU Wanyu

Effectif : FR : 11 / CH : 16

Nombre de doctorants : 8

Nombre de laboratoires : FR : 1 / CH : 3

Nombre de co-publications : 18 articles dans des journaux, 16 communications

Villes impliquées :

En France : Lyon / En Chine : Harbin, Shanghai

Principaux évènements :

Initiation d'un atelier annuel Franco-Chinois « *medical Image Analysis and AI* » en 2020. La 4^{ème} édition a pu se dérouler en présentiel à Shanghai en Novembre 2023.

Site internet : <https://www.creatis.insa-lyon.fr/site/fr/projets-transversaux/metislab>

Modélisation mathématique de la croissance des plantes : La genèse d'une collaboration franco-chinoise de plus de 25 ans

Marc Jaeger



Marc Jaeger est Directeur de Recherche au **Cirad**. Ses spécialités couvrent l'imagerie et la simulation de la croissance des plantes. Il fut en poste au LIAMA à Pékin de 2001 à 2006 et a assuré deux mandats de direction du LIAMA avec le Prof. **HU Baogang** (2002-2006). Il est actuellement directeur adjoint de l'UMR AMAP, basé à Montpellier¹.

Le Cirad comprend 29 unités de recherche (des unités mixtes de recherche - UMR, des unités propres de recherche - UPR, et une unité de services - US) réparties dans trois départements scientifiques : Systèmes biologiques (Bios), Performances des systèmes de production et de transformation tropicaux (Persyst) et Environnements et sociétés (ES)².

UMR AMAP - botanique et Modélisation de l'Architecture des Plantes et des végétations. L'UMR (Unité mixte de recherche) AMAP³ est une unité interdisciplinaire qui travaille à l'acquisition de **connaissances fondamentales sur les plantes et les végétations** dans le but de prévoir la réponse des écosystèmes aux forçages environnementaux, en termes de **distribution/conservation** des espèces et de la biodiversité, **production des cultures** agronomiques, **stockage du carbone** dans la biomasse végétale, **protection de l'environnement** et des services écosystémiques.



La modélisation de la structure des plantes et de leur fonctionnement

La modélisation de la structure des plantes et de leur fonctionnement est un challenge scientifique pluridisciplinaire mobilisant les chercheurs depuis

¹ DUA UMR Amap (UMR CIRAD, CNRS, INRAE, IRD, Université de Montpellier) <https://agents.cirad.fr/Marc+JAEGER>

² <https://www.cirad.fr/nous-connaître/unites-de-recherche>

³ <https://amap.cirad.fr/fr/index.php>



plus de 40 ans. **Une des équipes pionnières sur le sujet est l'UMR AMAP**, initialement Atelier de modélisation de l'architecture des plantes créé au **Cirad** par **Philippe de Reffye**⁴ en 1987 sur l'impulsion de ses travaux conduits sur la modélisation de la structure du caféier (Reffye, 1978) et des premières simulations des modèles de croissance des plantes définis par **Francis Hallé** (Hallé et Oldemann, 1970). Dans les années 90, les travaux permettant de **modéliser et simuler** la structure des plantes, et en particulier des arbres, conduisent à la constitution de l'UMR AMAP avec de nombreuses applications des **plantes virtuelles 3D générées par simulation**. A compter de 1996, à la simulation de la structure des plantes sont petit à petit ajoutés des processus fonctionnels dynamiques tels que **la mécanique**, puis **la production et la répartition de la biomasse** entre les différents organes. L'originalité de l'approche d'Amap, multidisciplinaire, intéresse de fait non seulement le milieu de **l'agronomie** et de **la biologie** mais aussi celui de **l'automatisme**. Et c'est dans le cadre de l'évaluation de l'unité que s'effectue un premier contact entre Amap et l'INRIA.

Contexte de la coopération du laboratoire LIAMA

C'est à la suite d'un colloque sur la modélisation du vivant que P. de Reffye effectue **une première mission en Chine** en avril 1998 au LIAMA, laboratoire mixte créé en 1997 par l'INRIA et l'Académie des Sciences de Chine, spécialisé en informatique, en automatique et en mathématiques appliquées. **Le LIAMA fut le premier laboratoire de**

recherche public mixte franco-chinois existant en Chine. Il accueillait, au sein du NLPR (*National Laboratory of Pattern Recognition*) de l'Institut d'Automatique de Pékin, des chercheurs français et chinois sur des missions de courte et moyenne durée sur des projets mutuellement sélectionnés et soutenus par les institutions des deux pays (INRIA, MOST, MAE), sur des thématiques souvent proches de **l'imagerie**. Cette mission a permis de définir le cadre partenarial et un nouvel axe de recherche multidisciplinaire pour développer conjointement **une approche mathématique de la modélisation des plantes** tout en validant les travaux sur le terrain, en particulier avec le soutien de la *Chinese Agricultural University* (CAU).

De retour en France, Philippe de Reffye instruit son projet scientifique d'expatriation au Cirad, et il rejoint le LIAMA avec un collègue informaticien, **Frédéric Blaise** (fin 1998) pour une période de 3 ans, apportant au LIAMA la première présence permanente de chercheurs français sur site.

Fin 1998 Philippe de Reffye et feu le Professeur **HU Baogang** de **l'Institut d'automatisation de l'Académie chinoise des sciences** (CAS) lancent le projet de **modélisation de la croissance des plantes** au sein du LIAMA avec un partenariat impliquant le laboratoire *Environnemental Ressource de la Chinese Agricultural University*. La méthodologie de modélisation des plantes développée dans le cadre de ce projet, baptisée par la suite **GreenLab**, se positionne à l'interface modèles structure-fonctions de plantes (FSPM *Functional-Structural Plant Model*) et des modèles de culture classiques en agronomie.

⁴ https://www.ac-sciences-lettres-montpellier.fr/academie/membres/biographie/4197_VERCHERE%20de%20REFFYE-Philippe

L'approche GreenLab



Logo GreenLab, réalisé par feu le Professeur HU Baogang

Dans les modèles de culture, on quantifie la production par type d'organe. La modélisation, dont le but est d'évaluer une production par unité de surface (un rendement), est fondée sur l'évolution de la quantité de biomasse accordée à chaque type d'organe, regroupés en compartiments. La biomasse

journalière produite par le compartiment des feuilles est évaluée en fonction des conditions environnementales (température et lumière principalement) puis répartie au sein des différents compartiments (fruits, racines, etc). L'interaction entre le compartiment des feuilles et la lumière est défini par une loi d'**interception lumineuse simple** (*Lambert Bert*) avec le **LAI** (*Leaf Area Index*) qui représente la **surface feuillée interceptant la lumière**. Dans ce type d'approche, il n'est pas besoin d'explicitier les nombres d'organes par compartiment, seules de bonnes estimations des poids (et surface de feuilles interceptant la lumière) importent.

A l'opposé, **les modèles structure-fonctions de plantes** (FSPM) construisent explicitement la structure de la plante au fur et à mesure de son développement, et la taille des organes (voire la mise en place de certains) est définie par la biomasse disponible évaluée par **un calcul explicite de l'interaction de la lumière avec la géométrie de chaque feuille**. Cette production locale se doit ensuite d'être transportée pour être distribuée dans la structure simulée de la plante. Ainsi, ce type de modèle mécaniste est complexe à implémenter et à calibrer, mais permet de bien prendre en compte de multiples interactions à l'échelle de la plante individuelle. Le fil suivi au LIAMA est de développer **une approche mutuellement inspirée des deux conceptions**, en partant de deux hypothèses simplificatrices principales, déjà inhérentes aux modèles de culture :

1. Tous les tissus (bourgeons) en croissance de même nature (en différencient les typologies d'axes présents) et apparus au même cycle (même date) disposent des mêmes conditions environnementales, et partagent ainsi le même destin ;
2. La biomasse produite est attribuée à un *pool* commun avant d'être distribuée aux différents organes.

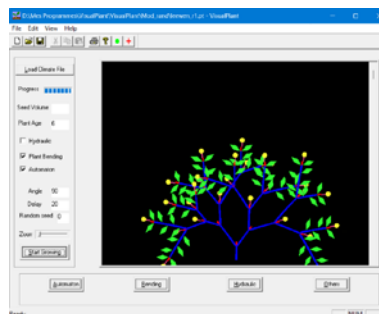
Moyennant ces hypothèses, on peut factoriser un grand nombre de processus simulés dans les FSPM (Cournède et al., 2006).

L'approche GreenLab peut donc être vue à la fois comme une extension des modèles de culture et comme une simplification et une mathématisation du modèle structure fonction de plantes FSPM”

Développement des outils et des expérimentations de terrain

Une autre originalité conduite à Pékin fut de développer **simultanément i) les outils de modélisation et simulation, ii) les outils de calibration et les expérimentations terrain**. Au début des années 2000, des résultats notables sont déjà acquis : la modélisation de la structure est construite par des automates à double échelle, dont le nombre d'organes peut être estimé par des opérateurs matriciels récursifs. La factorisation des organes est aussi opérationnelle, faisant tomber la complexité algorithmique des simulations. Enfin, **les premières applications portant sur les plantes agronomiques non ramifiées** démarrent grâce aux expérimentations en champ conduites à la CAU conjointement au développement d'outils d'estimation des paramètres. Philippe de Reffye et le Professeur HU Baogang animent par ailleurs le LIAMA par leur direction.

A l'automne **2001, le LIAMA entre dans une nouvelle phase inscrivant le Cirad et le CNRS comme partenaire** ainsi que **l'Université de TsingHua** et affichant l'accueil de chercheurs français permanents, du CNRS, **Michel Ayrault** est accueilli au LIAMA sur des problématiques de **modélisation/simulation de turbulences** conduite avec *TsingHua* ; et du Cirad, Philippe de Reffye prolonge son séjour pour 2 ans et est rejoint par **Marc Jaeger, informaticien en imagerie**, et **Jean François Barczi** succède à Frédéric Blaise.



2001. Capture d'écran de *VisualPlant*, le premier logiciel GreenLab développé au LIAMA, au sein de l'institut d'Automatique par le doctorant ZHAO Xing sous la direction de P. de Reffye.



Le Prof. ZHANG Baogui (à gauche) et le Prof. GUO Yan de la Chinese Agricultural University encadrant Philippe de Reffye dans une expérimentation menée sur des plants de maïs. Site: Champ expérimental de la CAU, sur le campus Nord de Pékin.



2003 PMA Proceedings Book. Actes du premier symposium international PMA03, série initiée par le Prof. HU Baogang et Marc Jaeger.



Sous la direction du Prof. HU Baogang et Marc Jaeger le **LIAMA** entre dans une troisième phase avec l'accueil croissant de chercheurs dont **Jean Claude Paul** (INRIA) sur les **modèles de visualisation**, **Thierry Fourcaud** (Cirad), sur les aspects **mécaniques des racines**, **Alexia Stokes** (INRA) sur les services de **stabilisation des sols** en pente par la végétation. L'INRA devient membre du consortium.

De 2002 à 2007, au sein du projet *Greenlab*, les partenariats se développent avec les institutions chinoises notamment avec *la Chinese Academy of Forestry*, la *Beijing Forestry University* sur des thématiques de modélisations des arbres, les services écosystémiques apportés, mais aussi sur les technologies d'imagerie (visualisation en temps réel de plantes et paysages simulés, digitalisation et reconstruction 3D à partir de photos ou données LIDAR). Le partenariat s'étend à d'autres institutions françaises dont le **laboratoire MAS de l'Ecole Centrale de Paris** et **l'Université de Wageningen** des Pays Bas. Alors que P. de Reffye rejoint la France, le Professeur HU et M. Jaeger lance la série des conférences PMA (*Plant Modelling & Applications*) en 2003, récurrentes tous les 3 ans donnant une visibilité internationale à la collaboration.

Malgré les retours progressifs des chercheurs du Cirad et de l'INRA, la coopération reste dynamique avec le soutien des projets et de la mobilité par les institutions.

L'EPI DigiPlante liant l'INRIA, le Cirad et l'Ecole Centrale est ainsi créé, des **projets conjoints ANR** (NATSIM, EMERGE) et **programmes du MOST** sont montés et instruits. **Philippe de Reffye** obtient en 2006 le **prix de l'amitié des autorités chinoises**.

Dans la dernière décennie, sur les développements du modèle *GreenLab*, l'accent est porté sur les collaborations menant à **des actions de diffusion du modèle**, via le **développement d'outils libres** (Ribeyre *et al.*, 2018), la constitution de ressources pédagogiques en ligne, soutenues par l'UVED (GLUVED), la réalisation d'ouvrages en Français (Reffye *et al.*, 2018), et de publication de synthèse (Reffye *et al.*, 2021). La rédaction d'un nouvel ouvrage de synthèse (en Anglais) est en cours, mobilisant au sein de **CASIA** l'équipe de la docteure **KANG Mengzhen**.

In fine, autour du projet *GreenLab*, la collaboration entre le Cirad, l'institut d'Automatique, la CAU et leurs partenaires a permis jusqu'à ce jour **l'encadrement de plus d'une quarantaine de doctorants, plus de 400 publications** et de nombreux **développements logiciels**. Elle est à l'origine de l'équipe projet **INRIA-ECP DigiPlante** créée au retour de P. de Reffye de Chine en France à l'INRIA. Elle se perpétue et s'étend aujourd'hui dans le cadre des partenariats et des projets conduits à l'UMR AMAP, en particulier sur **le projet horizon Eco2adapt** porté par Amap (A. Stokes) et la **CAF**.



Photo de groupe de l'évènement PMA03 qui s'est tenu en octobre 2003 dans le *Fragrant Hill Hotel* au nord de Pékin construit par **Leoh Ming Pei**.

Références :

de Reffye, 1979 - Modélisation de l'architecture des arbres par des processus stochastiques. Simulation spatiale des modèles tropicaux sous l'effet de la pesanteur ; Application au *Coffea robusta*. Th. Doct. d'Etat, Univ. Paris Sud, Orsay, 1979, 194 p.

de Reffye, P., Jaeger, M., Houllier, F., & Barthélémy, D. (2016). Architecture et croissance des plantes: modélisation et applications. Epub ; Quae.

de Reffye, P., Jaeger, M., Barthélémy, D., Houllier, F., 2018. Architecture des plantes et production végétale. Les apports de la modélisation mathématique. Versailles, Quae: 357 p.

de Reffye, P., Hu, B., Kang, M., Letort, V., & Jaeger, M., 2021. Two decades of research with the GreenLab model in Agronomy. *Annals of Botany*, 127(3), 281-295

Site du projet Horizon eco2adapt :

<https://www.eco2adapt.eu/>

Ressources pédagogiques "Plant growth architecture and production dynamics" :

<https://greenlab.cirad.fr/GLUVED/html/index.html>

Hallé, F., Oldemann, R.A.A. 1970. Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux. Paris: Masson.

Ribeyre, F., Jaeger, M., Ribeyre, A., de Reffye, P., 2018. StemGL, a FSPM tool dedicated to crop plants model calibration in the single stem case. *IEEE Proceedings of 6th International Symposium on Plant Growth Modeling, Simulation, Visualization and Applications (PMA'18)*, Nov 2018, Hefei, China. pp. 33-38, (10.1109/PMA.2018.8611601)

Cournède, P. H., Kang, M. Z., Mathieu, A., Barczy, J. F., Yan, H. P., Hu, B. G., & De Reffye, P. (2006). Structural factorization of plants to compute their functional and architectural growth. *Simulation*, 82(7), 427-438

Complétez votre information sur nos différents supports



Consultez notre [site web](https://cnrsbeijing.cnrs.fr/) et découvrez les coopérations du CNRS en Chine avec la [carte interactive](https://cnrsbeijing.cnrs.fr/) :

<https://cnrsbeijing.cnrs.fr/>



Edition 2024 de l'état des lieux de la coopération du CNRS avec la Chine.



Le magazine « [Le CNRS en Chine](#) », édité en français et en chinois, donne la parole aux acteurs de la coopération à travers leurs actualités, leurs projets, des dossiers thématiques, des analyses, etc.

« Requins » fossiles du Permien et du Trias de Chine : une diversité largement sous-estimée

Gilles Cuny



Gilles Cuny est paléontologue, Professeur des Universités au sein de l'UMR 5023 **LEHNA** (dans l'équipe « Paléontologie, paléoécologie, paléobiogéographie, Evolution (P3E) »). Il est notamment spécialiste des **requins fossiles** à l'Université Claude Bernard Lyon 1.

Contexte

Jusqu'à présent **les faunes de « requins » fossiles du Trias de Chine** n'ont pas attiré l'attention qu'elles méritent. J'emploie ici le terme requin entre guillemet car j'y inclus, outre les requins actuels, tous les poissons cartilagineux fossiles dont la morphologie rappelle ces derniers sans pour autant en être de proches parents. **Le Trias**, qui s'étend sur environ 50 millions d'années entre -250 et -200 Ma, est une période géologique très importante car elle suit l'une des pires extinctions en masse que la Terre ait connue, celle de la fin du Permien. Celle-ci est survenue il y a 250 millions d'années et a vu **la disparition de plus de 90% des espèces** qui existaient à l'époque. Les poissons cartilagineux furent particulièrement touchés et toute information permettant de comprendre comment les survivants tirèrent leur épingle du jeu est particulièrement importante, d'autant plus qu'actuellement ces animaux sont soumis à de graves risques d'extinctions suite à l'impact des activités humaines sur leur environnement.

J'ai eu la chance d'être invité en août 2019 à l'**Université de Pékin** par **SUN Zuoyu** du Département de Géologie avec l'idée d'aider son étudiant **LI Jiachun** (Figure 1) qui commençait sa thèse et s'orientait vers l'étude de ces animaux.



Figure 1. LI Jiachun, T-shirt noir à droite, lors d'une excursion dans le cadre du *8th International Meeting on Mesozoic Fishes and aquatic tetrapods* à Stuttgart auquel Jiachun avait pu assister à l'occasion de son séjour en France. On reconnaît à gauche **Chris Duffin**, spécialiste de « requins » et **Hans Hadgorn**, spécialiste du Trias, au centre.

Aussi, grâce à une bourse du *China Scholarship Council*, LI Jiachun a-t-il également pu être accueilli durant une année (de nov.2022 à oct. 2023) au sein de l'UMR CNRS 5023 « **Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés (LEHNA)** » à laquelle j'appartiens dans l'équipe « Paléontologie, paléoécologie, paléobiogéographie, Evolution (P3E) ».

Les résultats de cette collaboration, toujours en cours, se sont avérés à bien des égards surprenants. Les travaux de LI Jiachun ont pour l'instant couverts **l'étude de faunes marines du Trias du Sud de la Chine** dans les provinces du *Guangxi* et de *Guizhou* ainsi qu'**une faune d'eau douce du Trias moyen** dans la partie centrale du pays dans la province de *Shaanxi*.

De mystérieux survivants dans les océans

Jusqu'à présent, on considérait que seuls deux groupes de « requins » résistaient bien à l'extinction de la fin du Permien : **les néosélaciens**, auxquels appartiennent tous les requins et les raies modernes, et **les hybodontes**, un groupe florissant au Trias qui disparaîtra à la fin du Crétacé il y a 66 millions d'années, en même temps que les dinosaures. Or les faunes du *Guangxi* et du *Guizhou* ont livré des assemblages de dents millimétriques appartenant non pas à deux, mais à trois groupes. En plus des habituels néosélaciens et hybodontes, on trouve en effet **des dents présentant une morphologie inhabituelle** dont les affinités phylogénétiques restent pour l'instant floues.

Les « requins » possèdent un squelette cartilagineux. Ce dernier se fossilise très difficilement et les paléontologues doivent souvent se contenter de dents retrouvées isolées pour les étudier. A partir d'un tel matériel, il est donc souvent très difficile de reconstituer avec précision les relations de parenté de leurs propriétaires. Tout ce que nous pouvons dire pour l'instant est que ces dents ne possèdent aucun caractère permettant de les attribuer soit à des hybodontes, soit à des néosélaciens. Leur morphologie, dite « **cladodonte** » (Figure 2), est beaucoup plus proche de ce que l'on peut observer chez des animaux typiques de la période précédant la crise de la fin du Permien, sans pour autant leur correspondre exactement. Les faunes chinoises présentent ainsi une diversité plus importante qu'attendue.

Les deux sites étudiés jusqu'à présent se situent à l'intérieur ou à proximité du bassin de *Nanpanjiang* qui correspondait à l'époque à un dépôt marin profond. L'une des hypothèses que nous souhaitons tester pour expliquer cette diversité inattendue est que **ce bassin profond aurait servi de refuge à ces « requins »** durant la crise de la fin du Permien. Ils auraient ensuite colonisé les niches écologiques en eaux peu profondes en bordure du bassin laissées vacantes par leurs prédécesseurs du Paléozoïque. Les dents retrouvées présentent **une grande diversité morphologique** indiquant une spécialisation vers des régimes alimentaires variés correspondant à une diversification de ces animaux dans leur nouvel environnement.

Comparées à des faunes d'âges équivalentes ailleurs dans le monde, **les formes durophages¹** semblent cependant beaucoup plus rares au sein des faunes chinoises. Une explication à cela pourrait être justement le fait que ces animaux avaient trouvé refuge en eau profonde, un milieu généralement dénué de vie sur le fond et n'offrant donc pratiquement aucune proie protégée par une coquille. Cet environnement n'aurait donc pas favorisé l'apparition d'une denture pour broyer des coquilles en un court laps de temps, quelques millions d'années, après leur colonisation de milieux peu profonds. De plus, le succès de ces formes « cladodontes » inhabituelles, contrairement à celui des néosélaciens et des hybodontes, semblent de courte durée car ils disparaissent avant la fin du Trias et n'ont pour l'instant pas été retrouvés hors d'Asie. La raison de ce phénomène reste à expliquer et demeure l'une des priorités de la collaboration en cours.

¹ (Biologie) Animal qui se nourrit de proies dures par rapport à ses dents et devant être broyées, comme des mollusques à coquille, des crabes, etc.

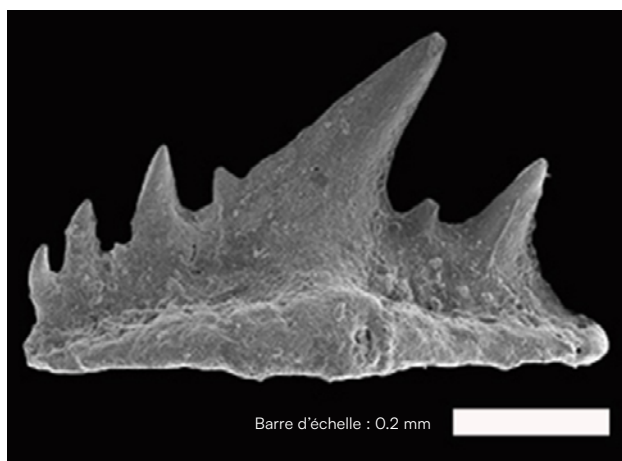


Figure 2. Dent de *Rosaodus xingyiensis* du Trias moyen (240 millions d'années) de la province du *Guizhou*. L'alternance de denticules de taille variable sur la couronne et la base de la dent projetée du côté interne sont des caractères typiques de la morphologie dite « cladodonte ».



Figure 3. Voie de dispersion des « requins » à travers l'océan Téthys après la crise de la fin du Permien. Remarquez que les « cladodontes » (en bleu) ne sont présents qu'en Chine (1) et de manière anecdotique au Japon (3), tandis que les hybodontes (en rouge) et les néosélaciens (en orange) sont bien présents en Oman (2) et en Chine.

Les faunes de « requins » chinoises présentent suffisamment d'éléments en commun avec des faunes d'âge similaire, notamment celles découvertes en Oman qui avaient été étudiées par mon étudiante en thèse **Martha Koot**, pour que nous puissions retracer les voies de dispersion de ces « requins » à travers l'océan Téthys qui séparait la Chine et le Japon des grandes masses continentales de l'hémisphère Sud (Figure 3). Bien que nécessitant de plus amples études, cela pourrait suggérer que certains néosélaciens et hybodontes auraient reconquis les océans après la crise de la fin du Permien à partir de la zone refuge que constituait le bassin de *Nanpanjiang*.

Et en eau douce ?

L'étude des « requins » du Trias de Chine nous permet également de mieux comprendre ce qui s'est passé en eau douce après la crise de la fin du Permien. L'étude d'une faune lacustre du Trias moyen de la province du *Shaanxi*, âgée d'environ 240 millions d'années, a en effet mis en évidence la présence de deux espèces différentes de « requins » hybodontes dans ce type d'environnement qui occupaient la niche de grand prédateur. Une telle diversification au sommet de la chaîne alimentaire implique un écosystème complexe capable de subvenir aux besoins de ces animaux moins de dix millions d'années après la crise, un temps assez court à l'échelle géologique.

C'est loin d'être fini !

De nombreuses découvertes ont donc été réalisées au cours de ces quatre dernières années, mais les données restent cependant trop parcellaires pour vraiment comprendre les modalités d'évolution de ces poissons cartilagineux à ce moment clé de leur histoire. Fort heureusement, nous commençons à peine à nous faire une idée du potentiel du registre fossile chinois. Li Jiachun étudie en ce moment **une faune pré-crise** datant du Permien de la province du Sichuan. Celle-ci permettra des comparaisons de composition avec les faunes post-crise mentionnées ci-dessus, permettant de déterminer **quels types d'adaptations écologiques** ont été le plus affectés par la crise. Nous espérons ainsi pouvoir obtenir une meilleure compréhension des mécanismes par lesquels la crise de la fin du Permien a affecté l'évolution des poissons cartilagineux.

Le Trias de la province du *Guizhou* a également livré un crâne pratiquement complet d'un hybodont. Une telle découverte nous permettra une compréhension beaucoup plus fine **des relations de parenté** et **de la morphologie** de ces animaux, qui viendra compléter l'étude des dents isolées.

Le potentiel des fossiles chinois est plus que significatif pour nous permettre de comprendre l'évolution des poissons cartilagineux à travers la pire extinction en masse que la Terre ait connue. »

Si nous comparons à la situation actuelle où une majorité de lignées de poissons cartilagineux (requins, raies et chimères) enregistre une réduction importante de la taille de leurs populations, atteignant parfois 80%, suite à l'impact des activités humaines sur leur environnement, on comprend aisément l'intérêt de ces études en « temps profond » qui seules nous donnent le recul nécessaire pour mieux prévoir, et peut-être **corriger, l'évolution à venir de notre biosphère**. Cette collaboration franco-chinoise a donc de beaux jours devant elle.

Références

- Li, J., Sun, Z., Cuny, G., Ji, C., Jiang, D., & Zhou, M. (2022). An unusual shark assemblage from the Ladinian—Carnian interval of South China. *Papers in Palaeontology*, 8(1), e1404. <https://doi.org/10.1002/spp2.1404>
- Li, J., Sun, Z., Cuny, G., & Jiang, D. (2023). Early Triassic chondrichthyans from the Zuodeng Section, Guangxi Province, South China: Palaeobiological and palaeobiogeographical implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 624, 111635. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2023.111635>
- Li, J. C., Sun, Z. Y., Cuny, G., Meng, Q. Q., & Jiang, D. Y. (2023). Hybodontiform sharks from Middle Triassic Chang 7 Member of the Ordos Basin, Shaanxi, North China: palaeobiological and palaeoecological significances. *Palaeoworld*, 32(1), 93-103. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2022.08.001>



6
équipes de recherche

3
thématiques transversales

Le Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés (LEHNA UMR CNRS 5023)

Organisée autour de 6 équipes de recherche et de 3 thématiques transversales, l'axe de recherche de l'LEHNA couvre un gradient de domaines allant des sciences de **l'évolution aux sciences de l'environnement en passant par l'écologie évolutive et l'écologie fonctionnelle**. Les objets d'étude principaux sont **les milieux aquatiques et les organismes qui les habitent**.

L'équipe **Paléontologie, Paléoécologie, Paléobiogéographie, Evolution (P3E)** s'intéresse à la caractérisation et compréhension des motifs, rythmes et modalités des variations de biodiversité à différentes échelles spatio-temporelles, apportant différentes expertises nécessaires à l'analyse multidisciplinaire d'objets biologiques anciens (de l'individu à la région biogéographique en passant par la communauté et l'écosystème).

L'observation de la Terre : un partenariat franco-chinois pour mieux étudier l'environnement

Jean-Louis Roujean



Jean-Louis Roujean Directeur de Recherche CNRS, CESBIO UMR 5126

Jean-Louis Roujean est le principal investigateur français de la mission franco-indienne TRISHNA (*Thermal Infrared Imaging Satellite for High-resolution Natural resource Assessment*) qui sera lancé en 2026. Les travaux présentés ici sur le thème des effets directionnels du rayonnement thermique émis par la surface s'inscrivent dans la cadre de la préparation à cette mission.

Pour mieux cerner le dérèglement climatique et ses effets désastreux à l'échelle de la planète, développer des collaborations scientifiques internationales s'impose.

C'est dans ce contexte qu'a été formalisée en 2019 une coopération **entre le Centre d'Etudes Spatiales de la BIOSphère (CESBIO) et l'Aerospace Information Research Institute (AIR)** de l'Académie des Sciences de Chine (CAS) pour l'étude de l'environnement par satellite dans le cadre du *National Key Research and Development Program* du Ministère chinois de la Science et de la Technologie (MOST). Cette initiative vise à formaliser un partenariat démarré plus tôt avec Dr **CAO Biao** et Dr **BIAN Zunjian**, tous deux chercheurs au *State Key Laboratory of Remote Sensing Science de l'Aerospace Information Research Institute*, qui avaient effectué des visites scientifiques d'un an en France. Les **objectifs sont d'analyser et de modéliser les données spatiales d'observation de la Terre dédiées à l'étude de l'environnement**, en mettant l'accent sur les propriétés d'anisotropie¹ des surfaces car elles génèrent des effets directionnels qui modifient la donnée satellitaire, et qui doivent être corrigés ou peuvent être exploités.

Les objectifs du projet et sa méthodologie

Le projet de coopération scientifique vise à répondre à **des problématiques de sécurité alimentaire et aussi de sécurité civile**, dans un contexte d'augmentation des besoins des populations sous l'effet de la pression anthropique et de la dégradation de l'environnement, notamment l'artificialisation des sols. Pour cela, nous avons analysé des **variables climatiques essentielles** qui peuvent être déduites des mesures spatiales telles que **l'albédo² et la température de surface**. Le travail collaboratif inclut la collecte de données, la définition de protocoles de mesures, ainsi que l'analyse des résultats, ce qui a conduit à affiner les algorithmes destinés à traiter les données spatiales. Le manque de précision est à relier à la présence d'effets directionnels du fait des fortes propriétés d'anisotropie des surfaces terrestres vis-à-vis du rayonnement solaire et atmosphérique.

La coopération de recherche avec la Chinese Academy of Science (CAS) a été initiée à Pékin et à Wuhan en 2019 notamment par une série de présentations de la part des instituts respectifs pour cibler des collaborations équilibrées et fructueuses en s'appuyant sur la physique de

¹ L'anisotropie est la propriété d'être dépendant de la direction. Quelque chose d'anisotrope pourra présenter différentes caractéristiques selon son orientation (ex. des lunettes de soleil polarisantes qui ne laissent pas passer la lumière selon la direction dans laquelle on les regarde).

² L'albédo est une valeur physique qui permet de connaître la quantité de lumière solaire incidente réfléchiée par une surface.

la mesure et l'utilisation de modèles. Un autre objectif de la coopération comprend l'élaboration d'une méthodologie et d'un indice pour la durabilité des écosystèmes terrestres pour faire face au défi du changement global et du développement économique, ainsi que l'application à l'échelle mondiale. Pour résoudre le problème, on a privilégié l'usage de modèles physiques du transfert radiatif plutôt que d'avoir recours aux traitements de masse et autres méthodes d'apprentissage, les capacités nouvelles d'observation favorisent de meilleurs diagnostics sur l'état des changements. Les cibles terrestres visées en premier lieu sont les lieux de vie (cas des villes) et les lieux de revenu alimentaire (cas des agro-écosystèmes).

Observer l'évolution des grandes agglomérations chinoises

Les îlots de chaleur urbains conduisent à des taux de mortalité importants à cause de la surchauffe et de bâtiments insuffisamment isolés ou climatisés. La question est de connaître la quantité de chaleur stockée en ville pendant le jour et relâchée ensuite la nuit.

Un travail d'analyse a porté sur **l'évolution des plus grandes métropoles en Chine** (Figure 1) en collaboration avec l'**Université de Wuhan**, en se fondant sur l'albédo de surface qui est un paramètre clé du bilan énergétique et a été identifié comme une variable climatique essentielle. Les variations de l'albédo de surface peuvent être utilisées comme outil de diagnostic du changement climatique local. Cela est particulièrement vérifié dans les zones urbaines où les impacts de la conversion de la couverture terrestre due à l'augmentation des demandes anthropogéniques peuvent être examinés à l'aide des changements d'albédo.

L'étude visait à identifier la contribution de l'urbanisation croissante au climat régional en analysant les données spatiales et temporelles de l'albédo de surface. L'attribution de valeurs d'albédo aux types de couverture terrestre est utile pour déterminer le niveau de transformation et son impact pour les villes chinoises ayant connu des évolutions spécifiques entre 1986 et 2018 (Figure 2).

Un albédo journalier à la résolution de 30 m a été analysé en partant de l'archive ouverte de données issues du satellite américain *Landsat*. Il a permis d'obtenir des erreurs quadratiques moyennes inférieures à 0,044 et un biais d'environ 0,006 entre les observations du satellite et les estimations fournies par le modèle d'albédo.

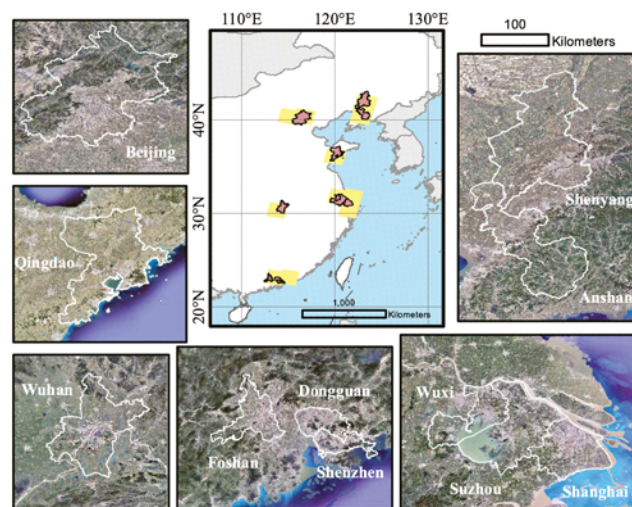


Figure 1. Localisation des villes chinoises étudiées. Les traits blancs délimitent les frontières administratives.

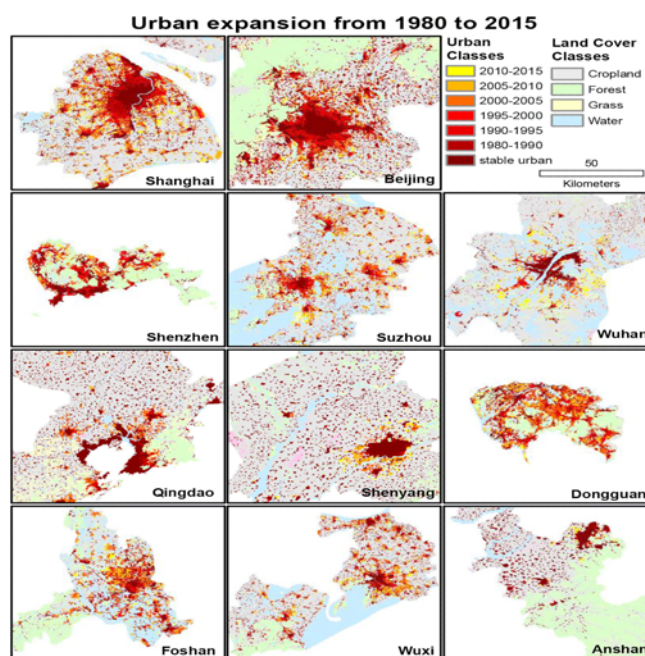


Figure 2. Couverture terrestre des villes et répartition spatiale de l'expansion urbaine. Les deux premières lignes correspondent aux villes de niveau 1, et les troisième et quatrième lignes aux villes de niveau 2 et 3.

Cette précision est jugée satisfaisante pour détecter des changements, ce qui a conduit aux conclusions suivantes :

- Il existe **une tendance notable d'augmentation de l'albédo** au cours des 33 dernières années dans 11 grandes villes chinoises dont la population est supérieure ou égale à 10 millions d'habitants. Les données décimétriques *Landsat* indiquent une tendance trois fois plus importante que le produit GLASS (*Global Land Surface Satellites*) (<https://www.geoportal.org/>), ce qui souligne l'intérêt de la haute résolution spatiale pour obtenir des estimations fiables sur les paysages urbains hétérogènes.
- Une augmentation de l'albédo induit **un forçage radiatif négatif** à un taux moyen de $-2,771 \text{ W/m}^2$ par décennie, indiquant ainsi **un effet de refroidissement** pour la plupart des villes chinoises.
- Les changements d'albédo de surface sont étroitement liés à **la transformation du paysage**, clairement observée en utilisant les données *Landsat 4*. Tout au long de la période étudiée, l'albédo de surface a présenté une courbe temporelle en forme de U dans les zones bâties en cours de développement, avec des pics d'albédo dans les anciens et pour les nouveaux quartiers une diminution de l'albédo.

L'albédo est étroitement lié à l'évolution de l'environnement thermique et du microclimat urbain. Pour la ville de Pékin (Figure 3), la connaissance de la variabilité spatiale et temporelle de l'îlot de chaleur urbain (ICU) est devenue un sujet de prédilection. Il est estimé à partir de la température de surface du sol, elle-même dérivée des observations spatiales dans le thermique, cependant contraintes par la forte anisotropie des paysages urbains. Pour cela, un modèle directionnel a été développé en prenant en compte les principales composantes : les rues ensoleillées et ombragées, les toits et les murs (Figure 4). Le modèle a été évalué favorablement à partir de données mesurées par des capteurs aéroportés et satellitaires (Figure 5).

Les modèles tridimensionnels de transfert radiatif

Les maquettes 3D des villes servent à faire **des projections de verdissement** et à dimensionner le rafraîchissement. Elles offrent aussi la possibilité de qualifier des modèles

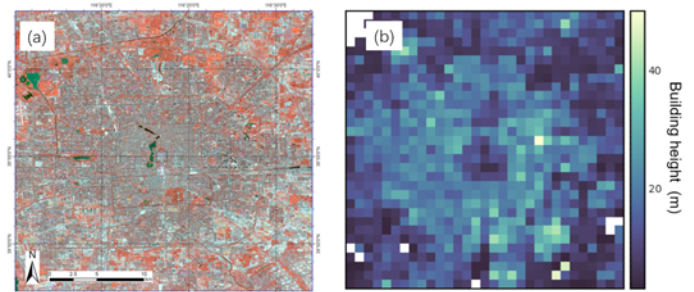


Figure 3. (a) La zone d'étude de la ville de Pékin à partir de l'imagerie *Landsat* en fausses couleurs le 18 septembre 2019. (b) Les résultats statistiques de la hauteur des bâtiments au niveau du pixel.

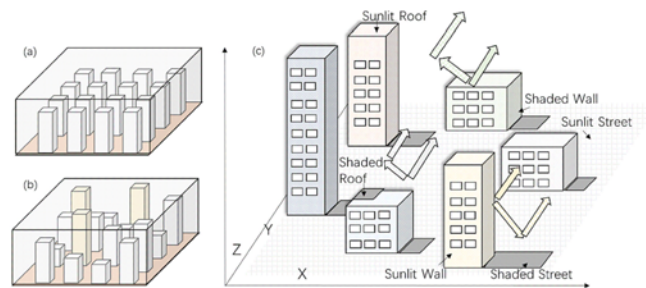


Figure 4. Une scène avec des bâtiments avec (a) la même hauteur et (b) des hauteurs différentes. En (b), les cubes jaunes sont supposés avoir la même hauteur. (c) Schéma du rayonnement infrarouge thermique dans une ville. Les flèches pleines et pointillées représentent le rayonnement direct et le rayonnement réfléchi.

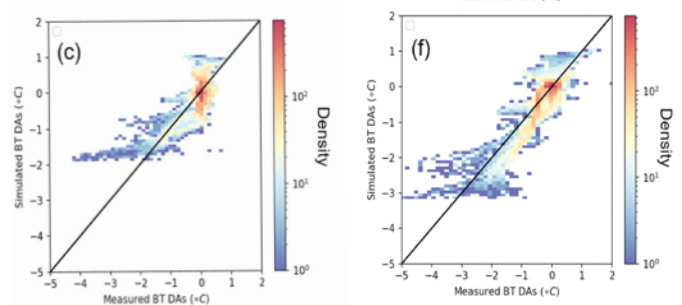


Figure 5. (c) et (f) sont les diagrammes de dispersion des DA (Directional Anisotropy) des températures de brillance (BT) entre les mesures et les simulations. Les barres de couleur dans (c) et (f) représentent la densité des données.

plus simples dits ‘paramétrés’ (voir plus bas) directement applicables aux données satellitaires car peu gourmands en paramètres et en temps de calcul.

Avec des facilités de moyens de calcul en hausse, **les modèles tridimensionnels tels que DART** sont les seuls capables de représenter de façon réaliste les scènes les plus complexes du paysage (Figure 6). Ils gagnent en popularité car ils permettent de mieux comprendre **le fonctionnement des agro-écosystèmes** du fait que chaque composante est analysée du point de vue de sa température et de son albédo.

De manière générale, on trouve que les scènes simulées et observées offrent un très bon accord, ce qui permet de **dresser des inventaires de plus en plus précis des flux d’eau et de carbone** échangés entre la surface et l’atmosphère à l’échelle d’un territoire et par construction à celle d’une région.

Etude de la directionnalité de la température de surface

De nombreux travaux ont été publiés dans le cadre de cette coopération sur le thème **des effets directionnels du rayonnement thermique émis par la surface**. Ils se caractérisent notamment par l’effet de point chaud consistant à **observer un pic thermique dans la direction solaire**. On note tout d’abord des similarités sur la signature directionnelle entre les 4 longueurs d’onde thermiques (de 8,6 µm à 11,6 µm) qui sont celles de la plupart des satellites.

Pour des végétations peu couvrantes (indice foliaire de 0,5) (Figure 7), les variations (du violet au rouge) sont liées au fait de voir plus ou moins du sol nu en augmentant l’angle de visée, les émissivités du sol et de la végétation étant significativement différentes. Pour une végétation couvrante (indice foliaire de 3), c’est l’effet de *hot spot* (point rouge) qui domine.

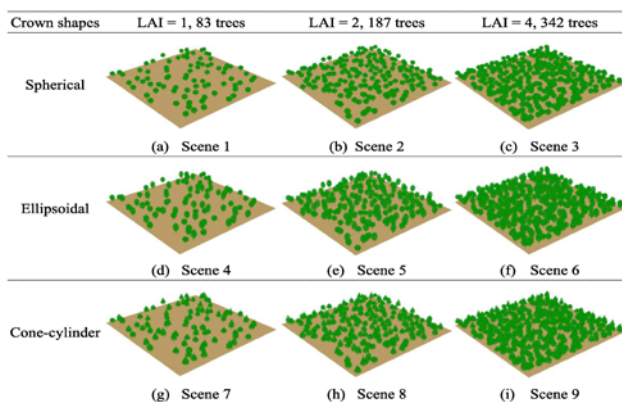


Figure 6. Scènes forestières simulées par le modèle DART. (a-i) Scènes 1-9. Les arbres des scènes forestières sphériques (scènes 1 à 3) sont identiques avec une hauteur de 6 m, une couronne de 2 m de rayon et un tronc de 2 m de hauteur sous la couronne. Les arbres des scènes ellipsoïdales et coniques (scènes 4-6 et 7-9) sont différents, leur hauteur variant de 4 m-8 m (6 m en moyenne dans chaque scène) avec une hauteur de tronc de 2 m sous la couronne. Le demi-axe du sphéroïde et le rayon du cylindre sont tous deux égaux au rayon de la couronne sphérique (2 m). Le diamètre des troncs de tous les arbres est de 0,1 m.

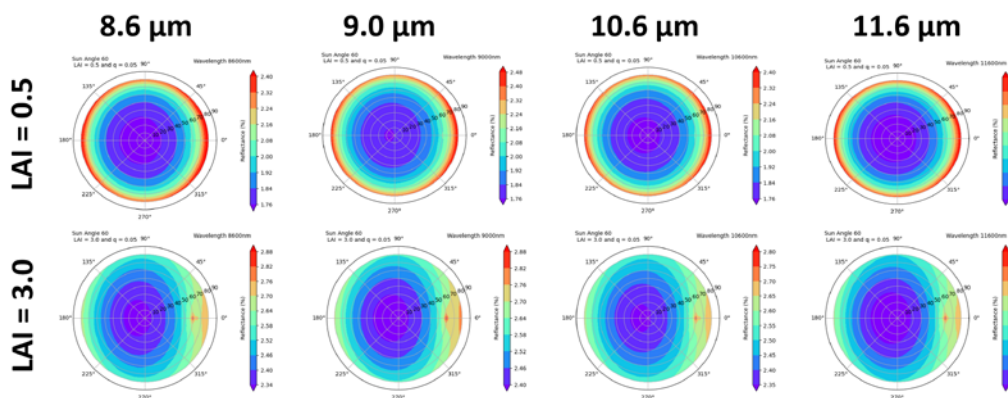


Figure 7. Simulations de la réflectance spectrale thermique à l’aide du modèle 1D SCOPE pour une végétation éparse (haut, faible indice foliaire LAI) et couvrante (bas, fort indice foliaire LAI). Le point rouge représente le phénomène de hot spot.

Les modèles paramétrés offrent une vision synthétique des phénomènes (Figure 8) en combinant les effets de diffusion de volume et les effets géométriques. Ils sont à privilégier en pratique pour une application aux données satellitaires car ils sont efficaces en temps de calcul.

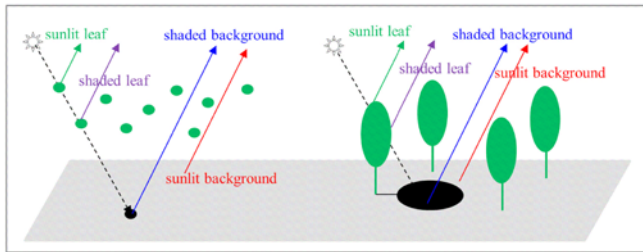


Figure 8. Radiance émise par les quatre composantes d'une scène continue (à gauche) et d'une scène discrète (à droite) distribuées de manière aléatoire. Les flèches rouge, bleue, verte et violette représentent respectivement les contributions de l'arrière-plan ensoleillé, de l'arrière-plan ombragé, de la feuille ensoleillée et de la feuille ombragée.

Ce volet s'inscrit dans le cadre de la préparation de la mission spatiale franco-indienne TRISHNA de mesure de la température de surface qui sera lancée en 2026. Ces travaux de recherche serviront aussi à une mission thermique chinoise en gestation.

La mesure de la radiométrie thermique est fortement influencée par des facteurs environnementaux tels que le vent et l'humidité du sol et de l'atmosphère. C'est pour cela qu'il est important de réaliser des mesures simultanées lorsque l'on s'intéresse à divers sites. Pour cela, les drones paraissent bien adaptés et des données ont été acquises

sur le site d'étude de *Huailai*, situé dans la Province de *Hebei* (Figure 9). Les résultats montrent **une variabilité significative** de la température entre les différentes unités du paysage et surtout **des différences importantes entre les visées verticales et obliques** (Figure 10). Ces résultats permettent de valider les approches théoriques qui serviront au traitement de masse de données satellitaires également impactées par les effets angulaires.

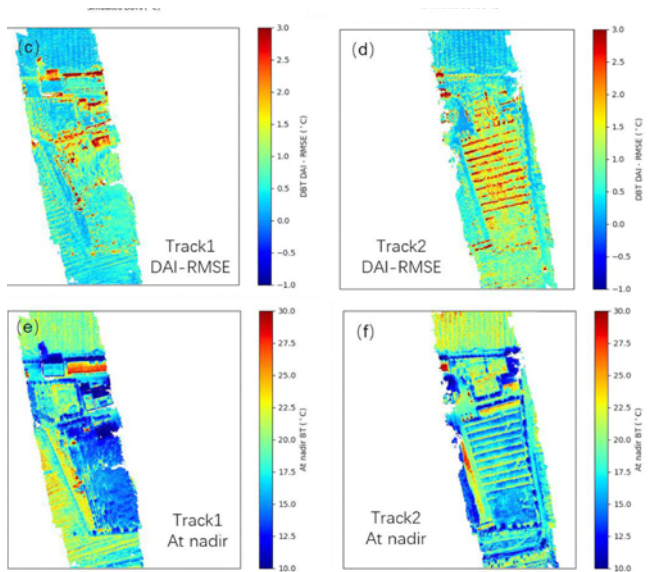


Figure 10. Diagrammes de dispersion entre les températures de brillance (BT) mesurées et ajustées par le modèle modifié pour (a) la trajectoire 1 et (b) la trajectoire 2. On montre aussi la différence entre les différences entre la visée verticale et oblique (DAI pour *Directional Anisotropy Index*) et les variations de la température de brillance (RMSE pour *Root Mean Square Error*) en (c) pour la trajectoire 1 et en (d) pour la trajectoire 2. Les températures de brillance au nadir correspondantes sont montrées en (e, f).



Figure 9. (a) Site d'étude de Huailai le 17 septembre 2019. (b) peuplier, (c) cyprès, (d) pin, (e) paille de maïs sèche, (f) laboratoire et (g) bâtiments du personnel lors des observations le 15 octobre 2019. La ligne pointillée noire représente la trajectoire de vol du drone.

Les équipes française et chinoise forment un consortium interdisciplinaire unique dont la longue collaboration au fil des ans a été efficace sur la modélisation du transfert radiatif optique et thermique. L'excellence dans leur domaine est attestée par le nombre de publications et de citations. La disponibilité accrue de données spatiales est un tremplin idéal pour étendre la coopération sino-française dans le domaine de l'observation de la Terre dédiée à l'étude de l'environnement à d'autres collaborations en Chine.

Le Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère (CESBIO)

Le Cesbio est une Unité Mixte de Recherche (UMR 5126) dont les tutelles sont : CNES, CNRS, IRD, UPS III. C'est aussi une unité sous contrat de L'INRAE et fait partie de l'Observatoire Midi Pyrénées.

Références/publications :

B. Qin et al., "A thermal radiation directionality correction method for the surface upward longwave radiation of geostationary satellite based on a time-evolving kernel-driven model". *Remote Sensing of Environment*, Volume 94, 2023, 113599, doi.org/10.1016/j.rse.2023.113599.

Z. Bian et al., "An angular normalization method for temperature vegetation dryness index (TVDI) in monitoring agricultural drought". *Remote Sensing of Environment*, 2023, 284, pp.113330. (10.1016/j.rse.2022.113330). (hal-03840337)

Z. Bian et al., "A TIR forest reflectance and transmittance (FRT) model for directional temperatures with structural and thermal stratification". *Remote Sensing of Environment*, 2022, 268, pp.112749. (10.1016/j.rse.2021.112749). (hal-03423077)

T. Guo et al., "Multi-decadal analysis of high-resolution albedo changes induced by urbanization over contrasted Chinese cities based on Landsat data.". *Remote Sensing of Environment*, 2022, 269, pp.112832. (10.1016/j.rse.2021.112832). (hal-03817831)

Z. Bian et al., "Modeling the directional anisotropy of fine-scale TIR emissions over tree and crop canopies based on UAV measurements". *Remote Sensing of Environment*, 2021, 252, pp.112150. (10.1016/j.rse.2020.112150). (hal-03388738)

Z. Bian et al., "A semi-empirical approach for modeling the vegetation thermal infrared directional anisotropy of canopies based on using vegetation indices". *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, February 2020, Pages 136-148, https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2019.12.004.

B. Cao et al., "A General Framework of Kernel-driven Modeling in the Thermal Infrared Band". *Remote Sensing of Environment*, 2021, 252 112157. https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.112157

B. Cao et al., "A review of earth surface thermal radiation directionality observing and modeling: Historical development, current status and perspectives". *Remote Sensing of Environment* 232 (2019) 111304, https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111304.

CAPTAGE DU CO₂

Absorption chimique du CO₂ : intensifier par la microfluidique

Dominique TARLET, CHENG Hao, FAN Yilin, LUO Lingai



Dominique TARLET, CHENG Hao, FAN Yilin, LUO Lingai, respectivement Maître de conférences HDR Nantes Université, Doctorant Nantes Université - LTeN, Chargé de recherche CNRS HDR, Directrice de recherche CNRS (Laboratoire de Thermique et Énergie de Nantes – LTeN UMR CNRS 6607) <https://lten.cnrs.fr/>

Pourquoi nous nous intéressons au captage du CO₂

Dans un contexte mondial de grands défis sociétaux liés au changement climatique et à la transition énergétique, la thématique «*Carbon Capture, Utilization and Storage*» (CCUS) est identifiée comme une priorité par les instances internationales. Face à l'exigence et à la nécessité de décarbonation, les efforts de recherche s'orientent naturellement vers **le captage du CO₂**, ce qui s'aligne avec les objectifs ambitieux de neutralité carbone fixés tant par l'Union européenne que par la Chine.

Au **Laboratoire de Thermique et Énergie de Nantes** (LTeN — UMR CNRS 6607), notre étude se concentre sur le procédé de **l'absorption chimique du CO₂ par la technologie microfluidique**. Cette stratégie permet de manipuler et de contrôler le captage du CO₂ (gaz) par un solvant chimique (liquide) dans des absorbeurs/réacteurs miniaturisés (Figure 1), avec des dimensions caractéristiques de canaux de l'ordre du micro ou du millimètre.

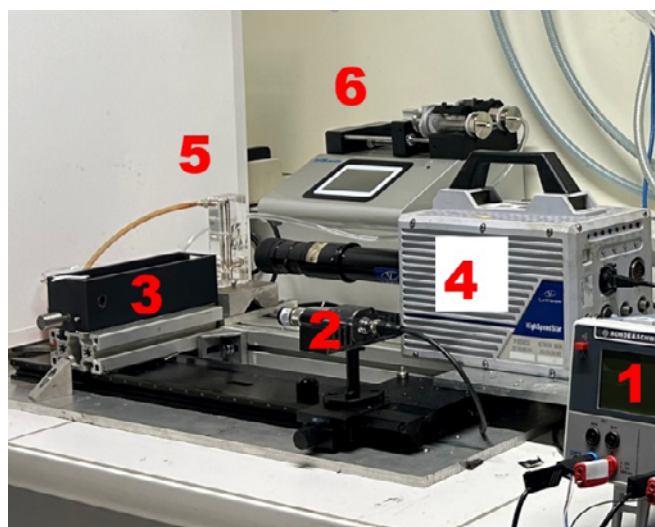


Figure 1. Installation expérimentale au LTeN (UMR CNRS 6607) : 1 — Alimentation, 2 — Laser continu 532 nm, 3 — Nappe laser, 4 — Caméra rapide LAVision, 5 — Mini-canal, 6 — Pousse-seringue

La miniaturisation du procédé offre une meilleure maîtrise de la réaction chimique, tout en répondant aux préoccupations des industriels concernant les installations de grande taille et à forte puissance, telles que les tours d'absorption, en termes de compacité, de maintenance, de coût, de sécurité et de conformité aux normes, de l'impact environnemental, etc. Des efforts ont été consacrés pour développer et exploiter le captage du CO₂ par la microfluidique, hautement efficace, en vue de sa contribution potentielle à la **décarbonation industrielle**.

Notre approche pour intensifier l'absorption du CO₂

Dans ces mini-canaux, notre choix consiste à surpasser les taux de transferts habituellement limités par la simple diffusion du CO₂ dissous à faible vitesse d'écoulement, en imposant aux bulles une déformation dynamique et cyclique. Pour ce faire, nous utilisons une géométrie de chicanes disposées périodiquement en spirale (Figure 2).

Déformer voire rompre les interfaces gaz-liquide, par un écoulement de type « swirl » tridimensionnel de préférence, constitue un axe d'amélioration de l'efficacité du procédé. Cela crée en outre des écoulements secondaires dans la phase liquide proche de l'interface gazeuse, vecteurs d'intensification du transfert de masse. Ces phénomènes ont été clairement observés au cours de notre campagne d'essais à l'aide d'une analyse PTV (*Particle-Tracking Velocimetry*) complétée par une mesure du champ de pH lié à la concentration en CO₂ dissous.

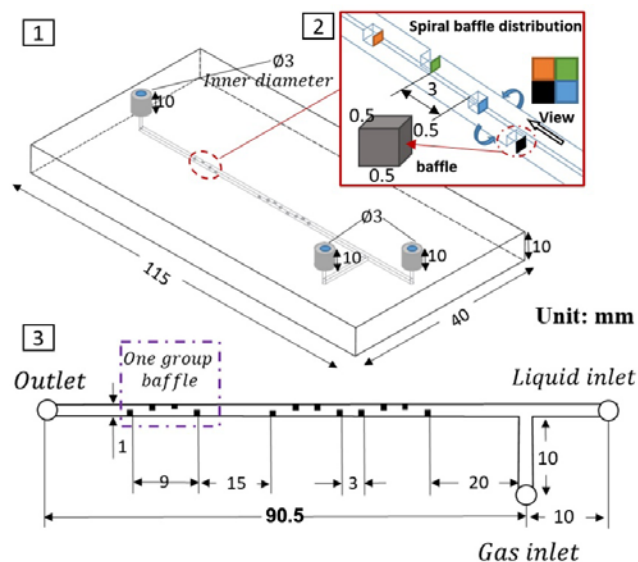


Figure 2. Notre absorbeur mini-canal (section carrée 1 mm) avec chicanes spirales. © Elsevier

Grâce à la mise en œuvre de cette action d'intensification, nous avons obtenu **jusqu'à 38% d'amélioration de l'efficacité d'absorption** par rapport à un mini-canal lisse (Figure 3). Ces résultats sont encourageants et incitent à poursuivre l'optimisation de la géométrie des chicanes, notamment à travers des simulations numériques.

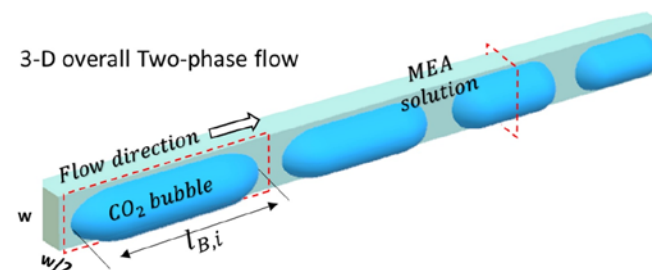


Figure 3. Bulles de CO₂ dans un canal lisse absorbées progressivement par la solution de Monoéthanolamine (MEA) — représentation schématique. © Elsevier

Les moyens et compétences mises en œuvre au LTeN

L'étude **des écoulements multiphasiques** (liquide-liquide ou gaz-liquide) et **des transferts conjugués en micro/mini-canal** est au cœur de notre métier au sein du LTeN, couvrant un spectre d'analyses allant de la caractérisation de l'écoulement et de ses propriétés, à leur utilisation dans l'intensification des transferts, jusqu'à la mise en œuvre à l'échelle de pilotes. Les moyens et compétences déployés au LTeN pour cette thématique se divisent en deux volets :

- (i) **À l'échelle locale**, nous obtenons une compréhension détaillée des **caractéristiques de l'écoulement** par nos méthodes optiques non-intrusives et des post-traitements sophistiqués des images. Celles-ci permettent de visualiser et d'analyser **les champs instationnaires de vitesse**, de concentration en différentes espèces, voire de température au niveau local, essentiels voire indispensables pour mieux maîtriser et intensifier les transferts. Les moyens d'investigation progressent constamment au laboratoire, de l'imagerie classique à l'absorption Beer-Lambert en passant par les trajectoires PTV, la PIV (*Particle Image Velocimetry*), la LIF (*Laser Induced Fluorescence*), la thermographie infrarouge, ou encore la colorimétrie par indicateur pH. D'ailleurs, un partenariat établi avec l'équipe de **Guillaume CASTANET** (DR CNRS, LEMTA-Nancy), spécialiste

de l'imagerie « *lifetime* » à 2 photons et de la spectroscopie *Raman*, permettra d'identifier l'importance cruciale du film liquide aux parois du mini-canal.

(ii) **À l'échelle du pilote**, nous travaillons sur **l'agrandissement de l'absorbeur** en utilisant la parallélisation massive mettant à contribution l'intensification réalisée à l'échelle locale. Les compétences de l'équipe de **LUO Lingai** sur les géométries bio-inspirées multi-échelles sont mises à contribution pour développer **un démonstrateur d'absorbeur CO₂** à l'échelle pilote, compact et intégré, et destiné à une application industrielle. Ce démonstrateur vise à fournir simultanément un taux élevé d'enlèvement de CO₂, une capacité de traitement substantielle, une consommation minimisée de la quantité de solvant, et un coût énergétique maîtrisé. **Le traitement des émissions de postcombustion** constitue une première application envisagée mais pas seulement : on cite par exemple le traitement des effluents du procédé de gazéification.

Collaboration franco-chinoise : historique, développements récents et perspectives

Une **collaboration franco-chinoise est établie de longue date** dans notre équipe nantaise, en particulier sur les procédés en microfluidique, à travers des séjours scientifiques des chercheurs chinois en France pour des thèses en cotutelle (Dr. **FAN Zhiwei**, 2005-2006) et des Post-doctorats (Dr. **CAO Bin**, 2009-2010 et Dr. **BAI Ting**, 2020-2021).

Nous avons su prolonger cette collaboration par un certain nombre d'actions : avec le Dr. CAO Bin et le Dr. BAI Ting de *Xi'an Shiyou University* dans le cadre d'un Partenariat Hubert Curien (PHC) XU GUANGQI (No.45614RM, 2020-2021) axées, d'une part, sur l'aspect fondamental, et avec le Dr. FAN Zhiwei de *Shanghai Jiao Tong University Sichuan Research Institute*, orientées, d'autre part, vers l'application industrielle.



De plus, plusieurs avancées scientifiques ont été réalisées dans le cadre de la thèse de **CHENG Hao**, actuellement en cours à Nantes Université (2021-présent), financée par le *China Scholarship Council* (CSC). Le recrutement d'un autre doctorant sur ce sujet est en cours,

soutenu par un financement CSC-*Réseau polytech*, avec un démarrage envisagé à l'automne 2024.

Laboratoire de Thermique et Énergie de Nantes (LTeN — UMR CNRS 6607)



Le LTeN est une unité mixte de recherche (UMR 6607) de **Nantes Université** et du **CNRS**. L'effectif du laboratoire est d'environ 75 personnes. Depuis sa création en 1967, le LTeN est une unité avec **une identité forte en thermique**, reconnue comme telle au niveau national et international, ainsi que par le tissu industriel. Les activités du LTeN concernent **la compréhension et l'analyse des écoulements et des transferts de chaleur** à différentes échelles, en vue de les maîtriser dans l'espace et dans le temps pour intensifier les transferts qui se produisent au cœur des systèmes énergétiques.

Université Xi'an Shiyou (XSYU)



Fondée en 1951, XSYU est une Université multidisciplinaires de la Chine du Nord-Ouest spécialisée en **ingénierie du pétrole et pétrochimie**.

XSYU est reconnue comme une institution innovante de premier plan dans la province du *Shaanxi*, délivrant elle-même le doctorat et accueillant des post-doctorants.

Institut de recherche du Sichuan de l'Université Shanghai Jiao Tong (SJTU)



L'Institut de recherche du Sichuan de l'Université Shanghai Jiao Tong, fondé en 2018, est situé dans le centre-ville de Chengdu en Chine occidentale et est affilié à l'Université Jiao Tong de Shanghai.

Références significatives :

CHENH Hao, Dominique Tarlet, YAN Yilin, LUO Lingai
Mass transfer enhancement for CO₂ chemical absorption
in a spiral baffle embedded microchannel, Chemical
Engineering Science, Vol. 280, 2023

<https://doi.org/10.1016/j.ces.2023.118968>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009250923005249>

CHENG Hao, FAN Yilin, Dominique Tarlet, LUO Lingai, FAN
Zhiwei

Microfluidic-based chemical absorption technology
for CO₂ capture: Mass transfer dynamics, operating
factors and performance intensification, Renewable and
Sustainable Energy Reviews, Vol. 181, 2023,

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113357>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032123002149>

LUO Lingai

Heat and mass transfer intensification and shape
optimization: A multi-scale approach. 2013. Springer Book
<https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4742-8>.

Arab Belkadi, Dominique Tarlet, Agnès Montillet, Jérôme
Bellettre, Patrizio Massoli

Water-in-oil emulsification in a microfluidic impinging
flow at high capillary numbers, International Journal of
Multiphase Flow, Vol. 72, 2015, Pages 11-23,

<https://doi.org/10.1016/j.ijmultiphaseflow.2015.01.007>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301932215000178>

Dominique Tarlet, FAN Yilin, LUO Lingai

Design and mixing performance characterization of a
mini-channel mixer with nature-inspired geometries,
Chemical Engineering Research and Design, Vol. 164,
2020, Pages 230-239,

<https://doi.org/10.1016/j.chemd.2020.09.026>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263876220304901>

P. Desjonqueres, T. Menard, D. Tarlet, J. Bellettre (2017)
Comparison between numerical and experimental water-
in-oil dispersion in a microchannel. ILASS Conference
2017, Valencia, Espagne.

Antonio Coppola, Fiorella Massa, Fabio Montagnaro,
Fabrizio Scala

Analysis of the behaviour of limestone sorbents for
sorption-enhanced gasification in dual interconnected
fluidised bed reactor, Fuel, Vol. 340, 2023,

<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.127594>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236123002077>

CHENG Hao, TARLET Dominique, LUO Lingai, FAN Yilin
Dynamics of Taylor bubble under chemical reaction
enhanced mass transfer in minichannel, Separation and
Purification Technology, 2024,

<https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.126900>

Présentation de « K.C. WONG Education Foundation »

Bureau du CNRS en Chine

Les objectifs de la Fondation pour l'Education K.C. WONG consistent à promouvoir et faire progresser l'éducation à tous les niveaux en Chine en accordant des bourses aux jeunes chercheurs chinois. »

Une Fondation tournée vers la coopération scientifique internationale

La Fondation pour l'Education K.C. WONG (KCWEF) à Hong Kong, a été créée il y a près de 40 ans, par le fondateur du conglomérat industriel **Kwan-Cheng WONG**. Celui-ci, alors âgé de près de 80 ans, a fait don de 100 millions de dollars pour sa fondation. Elle est gérée depuis 1986 par ses descendants.

L'objectif de KCWEF est de **financer des projets liés au développement humain et au renforcement du potentiel scientifique de la Chine continentale**. Le fondateur et ses descendants entretiennent des relations étroites notamment avec les acteurs académiques universitaires et de recherche dont par exemple l'Académie des sciences de Chine (Programme « CAS-K.C. WONG Fellowships » établi en 1987).

Depuis sa création, la Fondation a mis en place un certain nombre de **programmes de coopérations avec des universités et des instituts de recherche** de différents pays partenaires, notamment la *Royal Society* (1987-2005), l'Académie britannique des sciences (1987), l'Université d'Oxford et le *King's College* de Londres (1988), mais aussi le **CNRS (1989)**, l'Institut français des hautes études scientifiques, et le *Deutscher Akademischer Austausch Dienst* en Allemagne (1990)¹.



KWAN-CHENG WONG



Ancien président de la Chambre générale de commerce chinoise de Hong Kong et représentant de la communauté d'affaires, M. Kwan-Cheng WONG 王寬誠 (1907-1986) est un homme d'affaires hongkongais. Né à Ningbo en 1907, il a consacré sa vie à la formation des talents scientifiques et pédagogiques avec l'objectif de développer l'éducation, les sciences et la technologie en Chine.



¹ Source : Livre anniversaire des 30 ans de K.C. WONG.

Ces programmes financent des universitaires de Chine continentale, de Hong Kong et de Macao qui poursuivent **des études de doctorat**, menent des **recherches postdoctorales**, participent à **des échanges universitaires**. En Chine, la Fondation a créé divers programmes pour soutenir le Ministère de l'Éducation (MoE), l'Académie chinoise des sciences (CAS), l'Université *Jiao Tong de Shanghai*, l'Université *Jiao Tong de Xi'an*, l'Université chinoise des sciences et des technologies (USTC), l'Université du *Zhejiang*, l'Université de *Shanghai*, l'Université de *Ningbo*, l'Université de technologie de *Ningbo* et l'hôpital *Jinling de Nanjing*.

Ces programmes ont permis à près de 10 000 éducateurs et scientifiques de partir à l'étranger pour poursuivre des études ou de participer aux échanges universitaires. **5000 personnels** de la CAS auraient bénéficié des programmes de la Fondation qui a sponsorisé également près de **1000 évènements scientifiques** (conférences, symposiums, etc.).

 **La fondation entretient des relations continues avec le CNRS depuis 1996 en finançant des séjours de chercheurs postdoctorants de Chine continentale dans des unités du CNRS. ”**

K.C.Wong et le CNRS

Signé en 2015, l'accord « **CNRS-K.C. Wong Education Foundation for post-doctoral Fellowships** » soutient chaque année le développement des travaux de recherche de deux jeunes chercheurs chinois (niveau postdoctoral ou équivalent avec au maximum deux ans d'expérience professionnelle), en finançant **des séjours de recherche en France dans les unités du CNRS qui conduisent des coopérations avec la Chine dans le cadre des outils structurants (IRL, IRP)**.

Le programme couvre tous les domaines scientifiques hors SHS. Géré par la DEI et le bureau du CNRS en Chine, un appel à candidatures annuel est dirigé vers les unités du CNRS concernées. Les séjours ont pour objectif le renforcement des actions structurantes. Les bourses prennent la forme d'un **contrat post-doctoral de 12 mois, non sécables**. Les candidats doivent être de nationalité chinoise, résider en Chine et être titulaires d'un doctorat.

Employés par une structure académique ou universitaire, les candidats doivent obtenir l'assurance de leur institution de départ qu'ils retrouveront un poste ou une affectation à leur retour en Chine.

Le dernier appel a été lancé en mai 2023 pour un début de séjour en France prévu en mars 2024.

Calendrier indicatif du prochain appel 2024

- **Fin mai** : lancement de l'appel à candidature
- **Mi-juillet** : clôture
- **Début oct.** : publication des résultats
- **Mars 2025** : début des séjours

Présentation des 2 Lauréates de la campagne de bourses postdoctorales CNRS – K.C. Wong (2023-2024)



Dr. WANG Bingxin a obtenu son **doctorat en Ecologie** à l'Université de *Wageningen* en 2023. Son sujet de thèse portait sur l'identification des points froids et chauds de ravageurs et des maladies des cultures dans un contexte de changement climatique.

Son projet de recherche postdoctoral s'inscrit dans le cadre de l'**IRP GRADIENTS² du CNRS**, un projet de recherche international franco-chinois.

Ses recherches ont pour sujet **l'étude de l'impact des changements climatiques sur les systèmes agricoles** par l'effet de certains ravageurs et notamment les pucerons de blé et les virus qu'ils transmettent. Il s'agit de proposer une approche plus écosystémique en intégrant une méthode statistique novatrice prenant en compte plusieurs espèces de ravageurs et la dynamique de ces populations afin de mesurer l'impact sur les cultures.

Le laboratoire d'accueil est le laboratoire de recherche **ECOBIO** (Ecosystème, Biodiversité, Evolution) qui est une UMR du **CNRS et de l'Université de Rennes**.



Dr. WANG Pei a obtenu son **doctorat en physique chimie** en 2017. Elle a été ensuite « *Lecturer* » à l'*University of Science de Huazhong Agricultural*.

Son projet de recherche postdoctoral a pour objectif d'initier une thématique sur **le recyclage des polymères** dans le cadre du **laboratoire de recherche international (IRL CNRS) E2P2L³**, basée à Shanghai, qui associe entre autres le CNRS et l'entreprise **Solvay (SYENSCO)**.

Ses recherches portent sur **la dégradation biologique des polymères** et la compréhension des mécanismes sous-jacents de cette dégradation afin de mieux maîtriser la transformation des polymères usagés en monomères à haute valeur ajoutée. L'originalité du stage postdoctoral réside dans l'approche combinée de **méthodes de modélisation pour décrypter les mécanismes de biodégradation**.

Son laboratoire d'accueil en France est le **laboratoire de chimie de l'ENS Lyon (UMR5182)**.

²Pour plus d'information sur l'IRP Gradients, voir l'édition No. 35 du magazine « Le CNRS en Chine » (p.26-31)

³Pour plus d'information sur E2P2L voir l'édition 37 du magazine « Le CNRS en Chine » (p.10-14).

Liste des instituts chinois et des laboratoires d'accueil ayant bénéficié du programme « CNRS-K.C.Wong post-doctoral Fellowships » depuis 2015

Année de l'appel	Année du séjour	Domaines	Universités chinoises	Laboratoires d'accueil en France	Structures conjointes en Chine
2015	2016	Physique des particules	University of Science and Technology of China USTC	Laboratoire de physique nucléaire et des hautes énergies (LPNHE /UMR7585) CCPM IN2P3	FCPPL
		Science du climat	Tongji University	Le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE / UMR8212) (CNRS/CEA/UVSQ)	LIA MONOCL
2016	2017	Tectonique, Paléo-sismologies	Institute of Geology, China Earthquake Administration (CEA)	UMR 7154/ Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP)	LIA SALADYN
		Chimie	Laboratory of Catalysts and New Materials for Aerospace, State Key Laboratory of Catalysis, Dalian Institute of Chemical Physics (CAS)	Unité de Catalyse et chimie du solide (UCCS)	IRL E2P2L (Eco-Efficient Products and Processes Laboratory) Solvay
2017	2018	Chimie	Laboratory of Catalysis Chemistry and Nanoscience Department of Chemistry and Chemical Engineering, Beijing University of Technology (BJUT)	UMR 8181 CNRS dirigée par Unité de Catalyse et chimie du solide (UCCS).	IRL E2P2L (Eco-Efficient Products and Processes Laboratory) Solvay
		Multicellularité /évolution des bactéries marines/bactéries magnétotactiques /Chimie Bactérienne	Laboratory of Marine Ecology & Environmental Sciences, Institute of Oceanology, CAS	Lab. de Chimie Bactérienne de Marseille	LIA BIO MNSL (futur LIA-MagMC)
2018	2019	Sciences de la terre	Lanzhou Institute of Seismology, China Earthquake Administration (CEA)	IPGP Institut de Physique du globe de Paris (UMR 7154 CNRS)	LIA SALADYN
		Chimie	Fujian Institute of Research on the Structure Matter (FJIRSM), CAS	Laboratoire Chimie du solide et énergie - Collège de France (UMR8260)	IRL E2P2L (Eco-Efficient Products and Processes Laboratory) Solvay
2019	2020	Catalyse et Spectrochimie	College Of Chemical Engineering, State Key Laboratory of Heavy Oil Processing, China	Université de Normandie, Caen (ENSICAEN/CNRS UMR 6506)	IRP ZEOLITES Laboratoire Catalyse et Spectrochimie (LCS)
		Ingénierie cellulaire, moléculaire et Physiopathologie Articulaire.	Department of hematology, Zhongnan hospital of Wuhan university, Wuhan, Hubei, China	Laboratoire IMoPA, UMR 7365 de l'Université de Lorraine	IRN CESMER Réseau de recherche International Cellules Souches et Médecine Régénérative
2020	2021	Bioenergy & Bioprocess Technology	Qingdao Institute of Bioenergy & Bioprocess Technology, (CAS - QIBEBT)	Groupe VAALBIO (UCCS, Lille, France),	IRL E2P2L (Eco-Efficient Products and Processes Laboratory) Solvay
		Astrophysique /études sur la formation de différentes galaxies	National Astronomical Observatories NAOC (CAS) Beijing	Laboratoire d'Etudes des Galaxies, Étoiles, Physique et Instrumentation GEPI, Observatoire de Paris, UMR 8111 CNRS, Univ. Paris-Diderot	IRP TIANGUAN
		sciences marines et microbiologie / Microbiologie et virologie marine	State Key Laboratory Breeding Base of Marine Genetic Resource, Third Institute of Oceanography Xiamen, Fujian	Laboratoire de microbiologie des environnements extrêmes (LM2E-UMR 6197 UBO-Ifremer-CNRS)	IRP MICROBSEA
		Catalyse et Spectrochimie	College Of Chemical Engineering, State Key Laboratory of Heavy Oil Processing, China University of Petroleum, Qingdao	Université de Normandie, Caen (ENSICAEN/CNRS UMR 6506) Laboratoire Catalyse et Spectrochimie (LCS)	IRP ZEOLITES
2022	2023	Biophysique/Neurosciences	Huazhong University of Science and Technology (HUST), Ph.D in Biophysics(2022)	Institut de génétique Fonctionnelle (CNRS – INSERM, Montpellier, France)	IRP BrainSignal
2023	2024	Ecosystèmes, Biodiversité, Evolution	School of Life Science Institutes of Life Science and Hebei University, Baoding	Unité Mixte de Recherche 6553 ECOBIO Ecosystèmes, Biodiversité, Evolution Univ. de Rennes	IRP GRADIENTS
		Chimie/Photocatalyse, Électrocatalyse et thermocatalyse/ Recyclage des polymères	College of science, Huazhong Agricultural University	ENS Lyon Laboratoire de chimie LCH UMR 5182	IRL E2P2L (Eco-Efficient Products and Processes Laboratory) Solvay

Des programmes de soutien au développement de la coopération scientifique avec la Chine

Pôle enseignement supérieur, recherche et innovation (ESRI),
Service de coopération et d'action culturelle (SCAC), Ambassade de France en Chine.

La visite du Président de la République en Chine en avril 2023 a officialisé la reprise des échanges entre la France et la Chine. Dans le cadre de la coopération scientifique et universitaire, le Service de Coopération et d'Action Culturelle de l'Ambassade de France en Chine a ouvert **plusieurs programmes de soutien pour l'année 2024**. Ces derniers permettent de financer la **mobilité de chercheurs** français en Chine, ainsi qu'un soutien à **l'organisation de conférences scientifiques** franco-chinoises en Chine. Ils peuvent être utilisés en complément des outils de coopération à l'international du CNRS. Les chercheurs français sont fortement encouragés à candidater sur ces programmes afin de découvrir le haut niveau scientifique de la Chine et créer une nouvelle dynamique entre les deux pays.

Les programmes Cai Yuanpei « Découverte » et « Tremplin »

Les programmes Cai Yuanpei « Découverte » et « Tremplin » ont été lancés en 2023 par l'Ambassade de France en Chine dans le but de **soutenir la mobilité des personnels de l'ESR français vers la Chine**.

[Le Programme « Cai Yuanpei-Découverte »](#) permet à tout enseignant-chercheur ou chercheur permanent français de venir découvrir **la recherche menée en Chine dans son domaine d'expertise**. A cette fin, le programme finance **des séjours en Chine offrant l'opportunité aux missionnaires français de rencontrer de potentiels partenaires institutionnels** en visitant des universités et des institutions de recherche chinoises.

Pour les personnes ayant déjà une première expérience de la Chine, [le programme « Cai Yuanpei-Tremplin »](#) permet à tout chercheur (ou groupe de chercheurs français) d'effectuer des mobilités vers la Chine dans le but de **consolider la coopération scientifique franco-chinoise**. Ce programme peut venir en soutien à la création de futures équipes franco-chinoises en répondant à des appels à projets bilatéraux, notamment le programme de « [Partenariat Hubert Curien \(PHC\)-Cai Yuanpei 2025](#) ». Dans le cadre du CNRS, ce programme peut être également utilisé pour **préparer un dépôt de demande d'IRP ou d'IRN avec la Chine**.

Ces deux appels à projets sont ouverts aux enseignants-chercheurs et chercheurs permanents membres de **laboratoires** rattachés à des établissements d'enseignement supérieur ou à des **organismes publics de recherche français**. Une attention particulière est portée aux candidatures de jeunes chercheuses et chercheurs. Tous les domaines scientifiques sont concernés (science et technologie, sciences humaines et sociales). Une priorité est affichée au soutien de projets en lien avec l'enjeu global de la neutralité carbone, en appui au [Centre de Neutralité Carbone franco-chinois](#) (CNC).

En 2023, **45 projets** ont été soutenus par l'Ambassade de France. Les deux programmes « Cai Yuanpei » ont été reconduits et renforcés pour l'année 2024.

Cai Yuanpei : le pionnier des échanges académiques franco-chinois



Cai Yuanpei (1868-1940) fut l'un des premiers étudiants chinois en France et le pionnier des échanges académiques franco-chinois.

Il a été le premier ministre de l'éducation de la République de Chine, président emblématique de l'université de Pékin et premier président de l'Académie centrale de recherche. **Il a introduit le système éducatif français dans la Chine moderne** et a joué un rôle important dans l'histoire des échanges culturels entre la Chine et la France. Avec **LI Shizeng**, il a été une figure essentielle dans la création du mouvement Travail-Etudes et dans la fondation de l'Université franco-chinoise. En outre il a défendu la culture et le système éducatif français en Chine à son époque.

L'appel à projets est actuellement ouvert avec une évaluation au **fil de l'eau** pour des missions à réaliser au cours de l'année 2024. La date de clôture de dépôt des dossiers est fixée au **16 septembre 2024**. L'ensemble des détails relatifs aux programmes ainsi que les procédures de candidature peuvent être consultés sur la [page dédiée](#) de l'Ambassade de France.

Le programme de « Partenariat Hubert Curien (PHC) - Cai Yuanpei 2024 »

PROGRAMME
CAI 蔡元培项目
YUANPEI

Le « PHC - Cai Yuanpei » est le programme bilatéral de Partenariat Hubert Curien (PHC) entre la France et la Chine.

Il a pour objectif de **soutenir la création d'équipes de recherche** équilibrées franco-chinoises pour une durée de deux ans. Les budgets sont dédiés à la mobilité.

« PHC-Cai Yuanpei » est séparé en **deux sous-programmes** :

- Le sous-programme PHC « **Cai Yuanpei Project** » finance des équipes de recherche entre la France et la Chine travaillant sur un **projet de recherche en science et technologie**. Tous les domaines de recherche sont *a priori* concernés. Une priorité est affichée sur la **thématique de la décarbonation**, en soutien à l'initiative entre la France et la Chine de création du **Centre virtuel de Neutralité Carbone**.
- Le sous-programme PHC « **Cai Yuanpei-PhD** » soutient des équipes franco-chinoises de chercheurs co-encadrant des travaux scientifiques réalisés pendant une ou plusieurs thèses de doctorat (en codirection ou cotutelle). Toutes les disciplines scientifiques sont éligibles à cet appel.

Les PHC viennent en consolidation d'équipes de recherche franco-chinoises conjointes, et peuvent potentiellement aboutir à la création de nouvelles structures conjointes de recherche comme les IRN ou IRL du CNRS.

L'appel « **PHC-Cai Yuanpei 2024** » a permis de sélectionner un total de **18 équipes de recherche en 2023**. L'appel « PHC-Cai Yuanpei 2025 » est actuellement ouvert et se clôturera le 17 juin 2024. Les personnes intéressées souhaitant obtenir des informations complémentaires et candidater sont invitées à consulter la [page Campus France dédiée au « PHC - Cai Yuanpei 2025 »](#).

Le Centre de Neutralité Carbone : une initiative franco-chinoise



Le Centre virtuel de Neutralité Carbone franco-chinois (CNC) a pour objectif de faciliter la coopération scientifique entre la France et la Chine dans le domaine de la neutralité carbone. Le CNC s'appuie sur **un réseau d'équipes de recherche franco-chinoises** issues d'universités ou de grands instituts de recherche (CNRS, INRAe, CAS, CAAS) ainsi que sur les projets scientifiques sélectionnés dans le cadre du PHC « [Cai Yuanpei – Project](#) » et en lien avec la priorité « Neutralité Carbone ». Les axes principaux de recherche concernent **l'agriculture, la biodiversité et l'environnement**.

Le programme « Jeunes Talents France-Chine » (JTFC)



Le programme « Jeunes Talents France-Chine » (JTFC) est un **programme bilatéral entre la France et la Chine** qui soutient l'échange **de jeunes chercheurs talentueux en science et technologie** à travers le financement de

séjours (d'une durée moyenne de deux à six semaines) en immersion dans un laboratoire d'accueil en Chine (pour les chercheurs français) ou en France (pour les chercheurs chinois).

Pour 2024, les **domaines scientifiques éligibles à ce programme sont les domaines prioritaires** retenus dans le cadre de la **15^{ème} commission mixte scientifique et technologique franco-chinoise (COMIX)** qui a eu lieu le 19 mars 2024.

Les thématiques retenues sont :

- Changement climatique et neutralité carbone
- Environnement et biodiversité
- Vieillesse (santé)
- Chimie théorique

L'appel à candidature au programme JTFC sera ouvert du 9 avril au 13 septembre 2024.

Fonds pour les sciences humaines et sociales



Fonds pour les sciences humaines et sociales
Ambassade de France en Chine
法国驻华大使馆人文与社会科学基金

Le fonds SHS est un programme de bourses du gouvernement français permettant à des chercheurs chinois d'effectuer un séjour de courte durée en France (3 mois au maximum) pour réaliser un projet de

recherche en sciences humaines et sociales qui donnerait lieu à une publication.

Il est destiné aux doctorants, postdoctorants et chercheurs chinois rattachés à un établissement d'enseignement supérieur ou de recherche en Chine.

Soutien à l'organisation de conférences scientifiques en Chine pour 2024

Pour l'année 2024, l'ambassade de France propose d'apporter un co-financement en soutien à l'organisation de conférences scientifiques franco-chinoises en Chine. Avant tout dépôt de dossier, il est demandé aux porteurs français d'entrer en contact avec le pôle ESRI en envoyant un message d'intérêt à l'adresse science.pekin-amba@diplomatie.gouv.fr.

PÔLE ESRI

Le **Pôle enseignement supérieur, recherche et innovation (ESRI)** de l'ambassade de France en Chine a pour but de soutenir, favoriser et promouvoir le développement de la **coopération scientifique et universitaire franco-chinoise**. Il apporte notamment un accompagnement aux chercheurs français dans le cadre de la coopération scientifique entre la France et la Chine continentale.

Contact ESRI : science.pekin-amba@diplomatie.gouv.fr

Tous les détails relatifs aux programmes de soutien à la coopération franco-chinoise sont accessibles sur le site de l'Ambassade de France à Pékin (<https://cn.ambafrance.org/programmes-de-cooperation-scientifique-franco-chinois>)

Mission du PDG du CNRS, Antoine Petit, à Hong Kong

Bureau du CNRS en Chine

Le 29 novembre 2023, **Antoine Petit**, Président Directeur Général du CNRS, **Edouard Besserve**, adjoint au directeur du département Europe et International (DEI) pour l'Asie, l'Océanie, la Russie et l'Europe de l'Est, et **Isabella Villavicencio Alvergue**, chargée de coopération internationale à la DEI, étaient en mission à Hong Kong. **Une occasion d'apprécier le potentiel de coopération avec des universités hongkongaises de haut niveau résolument tournées vers l'international.**

Cette mission poursuivait trois objectifs : (1) Rencontrer la direction et l'équipe du Centre d'études français sur la Chine contemporaine (CEFC - UMIFRE IRL CNRS) ; (2) Maintenir des échanges de haut niveau avec les universités hongkongaises, notamment **Hong Kong University of Science and Technology (HKUST)** et **Hong Kong Polytechnic University (PolyU)** avec lesquelles le CNRS conduit des recherches communes. Identifier les potentiels de développement ; (3) Renforcer le partenariat avec la Fondation pour l'Education K.C. WONG avec qui le CNRS conduit un programme postdoctoral **CNRS-K.C.WONG Postdoctoral Fellowships**.

Une rencontre avec Mme. Christile Drulhe, Consule générale de France à Hong Kong, a été l'occasion de préciser les actions et les programmes de coopération portés par le Consulat.

Le CNRS à Hong Kong, en bref

Les principales universités hongkongaises qui coopèrent¹ avec le CNRS sont : (1) *Hong Kong University (HKU)* ; (2) *Chinese University of Hong Kong (CUHK)* ; (3) *Hong Kong University of Science and Technology (HKUST)* ; (4) *Hong Kong Polytechnic University (PolyU)*.

Les volumes de copublications du CNRS avec ces universités restent toutefois modestes en comparaison de ceux produits avec la Chine continentale². Sur la période



2018 — 2022, le volume de coproduction du CNRS avec les universités hongkongaises est à la baisse (environ de 15%, sauf avec PolyU ou le volume de co-publications augmente).

Les principales thématiques de collaboration avec HKU sont la physique et l'astronomie, l'ingénierie, les sciences de la terre et des planètes, la biochimie, la génétique et la médecine (HKU-Pasteur). Les mathématiques, les sciences des matériaux et informatiques figurent également dans les coopérations du CNRS avec les autres universités CUHK, HKUST ou encore PolyU.

Deux structures conjointes du CNRS sont présentes à Hong Kong dans le domaine des sciences humaines et sociales :

Le **Centre d'études français sur la Chine contemporaine (CEFC)**³, créé en 1991 sous la forme d'un Laboratoire de Recherche International (IRL), qui a rejoint à l'automne 2020 l'Université de Sciences et Technologies de Hong Kong (HKUST).

Le **Réseau de recherche international (IRN) « Asean-China Norms »** (2019 -2023) qui associe à Hong Kong le *Department of applied social sciences* de PolyU⁴.

¹ Sur la base du nombre de copublications.

² Le CNRS publie trois fois moins de publications avec HKU qu'avec *Tsinghua University*, *Pékin University* ou encore l'*University of Chinese Academy of Sciences (UCAS)*.

³ Le CEFC est une UMIFRE avec pour tutelles le CNRS et le MAE.

⁴ Le Dr Jenny Chan de PolyU est membre de l'IRN Asean-China Norms.

L'Institut CNRS Chimie à Shanghai et à Wuhan

Bureau du CNRS en Chine

Les 10-11-12 mars 2024, **Jacques Maddaluno**, Directeur de l'Institut CNRS Chimie et **Mehran Mostafavi**, Directeur adjoint scientifique, étaient en Chine pour rencontrer, à Shanghai, la direction et les chercheurs du laboratoire de recherche international (IRL) E2P2L et à Wuhan, les porteurs chinois et français du projet de recherche international « PER ».

Le **laboratoire des produits et procédés éco-efficients, « E2P2L »** est le seul laboratoire de recherche international du CNRS en Chine continentale. Créé en 2011 en partenariat avec l'entreprise Solvay, nouvellement SYENSCO, cet IRL associe aujourd'hui de nombreux partenaires académiques dont, du côté chinois, l'*East China Normal University* (ECNU), l'Université de Fudan et l'*East China University on Science and Technology* (ECUST) et, du côté français, l'ENS Lyon, et des laboratoires des universités de Poitiers et de Lille.

Cette mission de l'Institut de chimie a signé le retour des missions de haut niveau du CNRS en Chine continentale. Elle a été l'occasion de rencontrer les équipes de recherche dont la nouvelle directrice d'E2P2L, **ZHENG Jianxia**, et les personnels CNRS affectés, **Jerémie Saffran** et **JIANG Tao**¹. Outre la visite des différents départements de recherche, des interventions ont présenté les **derniers résultats originaux et les orientations de recherche de l'unité**.

Après 40 ans de développements industriel et économique, le **problématique de l'environnement** est un sujet majeur en Chine, c'est aussi l'une des priorités de la coopération scientifique bilatérale entre la France avec la Chine.

Le Projet de recherche international (IRP) « PER » étudie les **processus de restauration de l'environnement**. Cet IRP porté du côté français par **Gilles Mailhot**² et du côté chinois par **WU Feng**³, associe un institut et deux laboratoires de l'Université de Clermont Auvergne, et trois départements en sciences environnementale et ingénierie de l'Université de Wuhan⁴.

Le séminaire scientifique organisé pour l'occasion a été une opportunité pour les **jeunes chercheurs et chercheuses engagés dans l'IRP de présenter leurs derniers résultats avec brio et beaucoup d'enthousiasme**.

En complément de cet agenda scientifique, la rencontre avec Mr Jean-Yves Roux, Consul général de France à Wuhan, aura éclairé la délégation sur l'écosystème en R&D de la capitale du Hubei et sur son potentiel de coopérations scientifiques.



¹ Pour plus d'information sur E2P2L voir l'édition 37 du magazine « Le CNRS en Chine » (p.10-14).

² Directeur de recherche à l'Institut de Chimie de Clermont-Ferrand (ICF).

³ Directeur de recherche au Département en science de l'environnement et ingénierie à l'Université de Wuhan.

⁴ Voir page 24 pour plus de détails sur l'IRP PER.



« Femmes de science et francophonie »

Apéro des sciences
26/03/24



法语活动月
mois de
la francophonie



Le 26 mars 2024 le service scientifique de l'ambassade de France en Chine a organisé un « Apéro des sciences : Femmes de Science & Francophonie ». Des présentations, échanges et témoignages sur les femmes dans le monde de la science ont été suivis par le vernissage de l'exposition « La Science taille XX elles ». Proposée par l'association Femmes & Sciences et le CNRS, cette exposition célèbre le rôle des femmes scientifiques en recherche au travers de portraits originaux réalisés par le photographe Vincent Moncorgé. Présentée pour la première fois au public chinois à l'Institut Français de Pékin, cette exposition montre la diversité des disciplines et des métiers scientifiques et techniques illustrés par ces femmes qui font vivre la recherche.



Journée des bureaux du CNRS, Janv. 2024, Paris,
L'équipe Chine, de gauche à droite:
LI Xin, Karine XIE, Philippe Arnaud,
Isabella Villavicencio-Alvergue, Edouard Besserve



Bureau du CNRS en Chine,
Ambassade de France en Chine,
N°60 Tianze lu, Liangmaqiao,
3e quartier diplomatique, District
Chaoyang, 100600 BEIJING —
PRC
Tél : +86 10 8531 2264

cnrsbeijing.cnrs.fr

Directeur de publication :

Philippe Arnaud

Responsable éditoriale :

Karine XIE

Graphisme et mise en page :

LI Xin

Contact : dei-beijing@cnrs.fr

