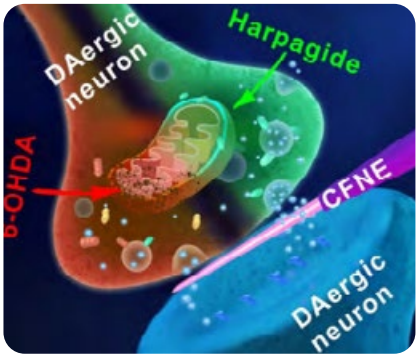
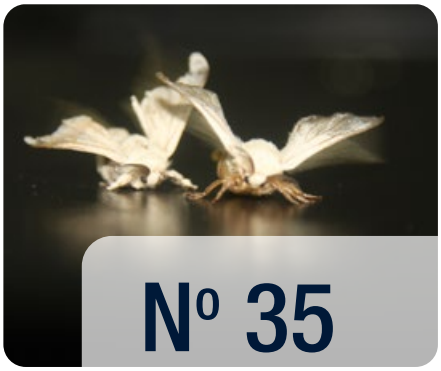
Le CNRS en Chine

La vie des laboratoires





N° 35

Printemps 2022

Bureau du CNRS en Chine

Analyses

Vivier des docteurs chinois en STEM ; Nouveaux membres étrangers CAS 2021

R&D en Chine

R&D&I dans les circonscriptions consulaires de Shanghai et de Canton

Projets

IRP NanoBioCatEchem / IRP GRADIENTS / IRP G-Quadruplex-Heli / OBP et SARS-CoV-2 / Réponse antivirale chez les insectes / Magmas volcaniques...

Evènements

Journée internationale des femmes et des filles de science / *One Ocean Summit*

Sommaire

Editorial 3

Analyses
- Les RH chinoises en R&D : le vivier des docteurs chinois en STEM
- Les nouveaux membres étrangers de la CAS : Edition 2021
- L'épidémie de Covid-19 en Chine … après 2 ans **4-8**

R&D en Chine
- R&D&I dans la circonscription consulaire de Shanghai
- R&D&I dans la circonscription consulaire de Canton **10-19**

Focus Chimie
- Carte des principales structures chinoises en chimie
- Les 4 principaux instituts en chimie de la CAS **20-25**

Projets
- IRP GRADIENTS : impact des changements climatiques sur les pucerons des céréales en Europe et en Chine
- IRP NanoBioCatEchem : à l'interface entre les nanosciences, la nanocatalyse et la biologie sur cellules uniques
- IRP G-Quadruplex-Heli : études des mécanismes moléculaires de la régulation des G-quadruplexes par les hélicases
- Une nouvelle famille de récepteurs activant l'immunité antivirale chez les animaux
- Recyclage des éléments volatils dans les zones de subduction
- Des protéines de papillons de nuit et de mouches blanches contre le SARS-CoV-2 et la COVID-19
- Projet ANR MigraChiCovid **26-51**

Alumni
- Une expérience riche en histoire de l'art, archéologie et en communication scientifique **52-54**

Evènement
- Journée internationale des femmes et des filles de science à Pékin
- PFUE et *One Ocean Summit* **56-57**

Directeur de publication :
Philippe Arnaud
Responsable éditoriale :
Karine XIE
Graphisme et mise en page :
LI Xin
Contact : derci.beijing@cnrs.fr

Date de publication : avril 2022

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
Fax : +86 10 8531 2269
cnrsbeijing.cnrs.fr

Photos de différents articles dans ce numéro

Les noix de coco de Wenchang
Photos article Véronique Anton et Lola Gestin p.14-17

Editorial

Il y a 40 ans, la Chine encourageait ses étudiants à aller se former à l'étranger. De quelques milliers au départ, leur nombre n'a fait que croître pour atteindre, dès le début des années 2000, des centaines de milliers par an. De nombreux programmes d'attractivité espèrent depuis 30 ans le retour au pays de l'élite chinoise la plus diplômée, le succès est mitigé. En parallèle de ce vivier potentiel parti à l'étranger, **les universités chinoises,** qui poursuivent leurs ambitions de figurer dans les meilleurs classements mondiaux, s'attellent à **former localement cette élite** attendue par les laboratoires et les entreprises. L'enseignement supérieur chinois pourrait délivrer **en 2025 deux fois plus de diplômes de doctorat en STEM** (Science, Technologie, Ingénierie et Mathématiques) **que les Etats-Unis**. Les détails sont à lire dans les pages suivantes.

Définies au niveau national, les grandes orientations de la R&D chinoise trouvent leurs déploiements et leurs développements dans les grandes agglomérations et les provinces. Ce numéro vous propose un **focus sur deux grandes régions chinoises** particulièrement **dynamiques en R&D**. La première, associée à la circonscription consulaire de Shanghai, est organisée autour de la **région du delta du fleuve Yangtsé** et regroupe les provinces de l'**Anhui**, du **Jiangsu**, du **Zhejiang** et bien entendu la **municipalité de Shanghai**. La seconde, associée à la circonscription consulaire de Canton, s'étend notamment le long de la **Rivière des Perles** et embrasse le **Sud de la Chine**. On y retrouve les provinces du **Fujian**, du **Guangxi**, de **Hainan**, du **Guangdong** avec les villes de **Canton** et de **Shenzhen**.

Place également dans ce numéro aux projets de coopération avec une présentation de l'**IRP GRADIENTS** qui vient de rejoindre la liste de nos structures de recherche conjointe et qui étudie les **impacts des changements climatiques sur les pucerons des céréales en Europe et en Chine**. L'interdisciplinarité est au cœur de l'**IRP NanoBioCatEchem**, ses recherches sont à **l'interface des nanosciences, de la catalyse et de la biologie sur cellule unique**. C'est également une approche multidisciplinaire qui anime les travaux de l'**IRP G-Quadruplex-Heli** pour l'étude du **rôle des hélicases et des polymérases qui déstabilisent les G-quadruplexes**. Enfin, après avoir été « la star de la génétique », la mouche du vinaigre, *Drosophila melanogaster*, est un modèle précieux pour des recherches sur l'**immunité antivirale** développées notamment avec l'**Institut sino-français Hoffmann d'immunologie** (SFHI) à l'Université de médecine de Guangzhou.

Dans la continuité des éditions précédentes, nous portons un éclairage sur des collègues qui mènent leurs travaux de recherche au sein d'un institut chinois. Un premier article nous conduit dans les profondeurs des abysses pour y étudier le **recyclage des éléments volatils entre l'atmosphère et l'intérieur de la terre**. Le second met en œuvre les **protéines olfactives des insectes** comme **source potentielle pour lutter contre le virus SARS-CoV-2 chez l'homme**.

Du Covid-19, il en est également question dans le programme **ANR MigraChiCovid** qui propose, à travers un documentaire et une exposition photographique, une **analyse sur la population chinoise en France pendant cette dernière épidémie**. Partager et communiquer un savoir, c'est aussi l'engagement de SHEN Juan, **alumni** des universités Paris Sorbonne et Panthéon-Assas Paris II **en histoire de l'art et archéologie, et en communication scientifique**.

Enfin, nous terminons ce numéro en revenant sur deux événements. Le premier a marqué le lancement du « ***One Ocean Summit*** » qui s'inscrivait dans le cadre de la Présidence française du Conseil de l'Union européenne. L'exposition « **Avec les scientifiques du CNRS, explorons de nouveaux mondes** » ainsi que le long métrage « **Antarctica, sur les traces de l'empereur** » coproduit par CNRS Image y ont été mis à l'honneur. Le second a fêté la « **Journée internationale des femmes et des filles de science** » à Pékin. Organisé par l'Institut Français et l'Ambassade de France en Chine, cet événement a été l'occasion de découvrir dix-huit portraits de femmes scientifiques passionnées.

Un **grand merci à tous les contributeurs** sans qui ce magazine ne saurait exister et **à vous lecteurs qui nous restez fidèles**.

Bonne lecture

Philippe Arnaud
Directeur du bureau CNRS Chine

Le vivier des docteurs chinois en Science, Technologie, Ingénierie et Mathématiques (STEM)

Par Philippe Arnaud

En l'espace de quatre décennies, la Chine est passée du statut d'observateur à la périphérie de la science mondiale à celui d'acteur scientifique et technologique des plus productifs et des plus innovants au monde. Le développement exponentiel de la S&T chinoise que l'on observe aujourd'hui trouve une origine dans **les années 80**, alors que **la mobilité et la formation de l'élite chinoise à l'étranger est encouragée**. **Dès 1978**, Deng Xiaoping voit le départ de **milliers d'étudiants vers l'étranger** comme l'**un des leviers importants pour élever le niveau de la science et de l'éducation supérieure chinoise**. Cette « fuite des cerveaux » est considérée, à l'époque, comme souhaitable tant que 10% des dépêchés reviendraient.

Par la suite, en même temps qu'elle va progressivement affirmer sa place de grande puissance économique mondiale, la Chine va accorder au développement de la **science et de la technologie une place centrale dans la modernisation du pays et de son industrie**, et un **rôle moteur pour tirer son économie**. Le pays ambitionne de figurer parmi les nations les plus innovantes et en pointe dans les technologies du numérique, du quantique, de la robotique, des matériaux, des biotechnologies, de la santé ou encore de l'énergie.

Pour atteindre ses objectifs le pays a lourdement et régulièrement investi. En **2021**, environ **345 milliards d'euros**[1] ont été **consacrés à la R&D**, un budget en augmentation de 14.2% en glissement annuel qui représente désormais **2.44% du PIB**.[2] Ce budget est deux fois supérieur à celui d'il y a 6 ans et représente 56 fois celui de 1995. Le pays a également engagé des réformes de son enseignement supérieur pour hisser **une quarantaine de ses universités au plus haut niveau mondial** et y former localement ses talents, en particulier en science et technologie. Enfin, le gouvernement chinois a mis en place, depuis 1994, un ensemble de **programmes d'attractivité** pour encourager le retour de ses chercheurs et ingénieurs partis à l'étranger. **En 2018, au moins 16000 scientifiques et entrepreneurs** chinois des hautes technologies **auraient bénéficiés de ces programmes**.

Cet article fait un point sur le vivier des « ressources humaines » chinoises de haut niveau en Science, Technologie, Ingénierie et Mathématiques (STEM)[3] formées dans les universités chinoises, et sur la mobilité des jeunes chinois qui sont partis étudier ces disciplines aux Etats-Unis.

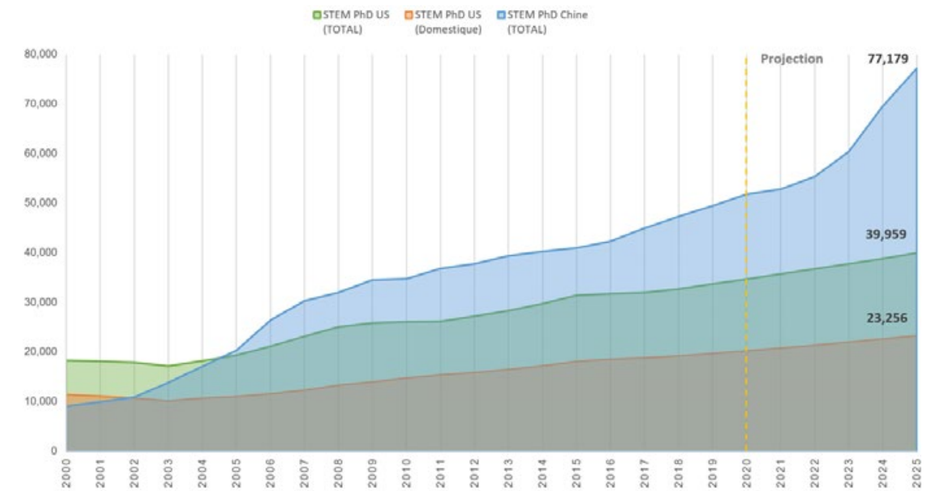
Le vivier en Chine des docteurs en STEM

Ce qui frappe avec la Chine, c'est la vitesse avec laquelle les choses se mettent en place et évoluent. **En 2000**, les universités chinoises décernaient **deux fois moins de doctorats** dans les domaines Sciences, Technologie, Ingénierie et Mathématiques (**STEM**) **que les universités américaines**[5]. Porté par une politique planifiée et des investissements financiers conséquents et réguliers, le nombre de doctorats chinois en STEM va croître rapidement pour dépasser celui des États-Unis en 2005. La Chine ne cessera, en une vingtaine d'année, d'accroître son avance dans la production de docteurs en STEM. Ainsi, alors qu'en Europe comme aux Etats-Unis les carrières scientifiques longues peinent à attirer[4], **le nombre d'étudiants préparant un doctorat en STEM** dans les universités chinoises auraient **augmenté de près de 40%, entre 2016 et 2019**[5,6].

[1] 2786 milliards de yuans, taux 1 rmb=0.124 euro
[2] http://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/202201/t20220127_1827065.html
[3] Pour la Chine, les STEM associent quatre domaines académiques : science, ingénierie, agriculture et médecine. Pour les États-Unis, les STEM associent sept domaines académiques : sciences de la vie, géosciences, mathématiques et statistiques, informatique, sciences physiques, ingénierie et sciences médicales
[4] https://en.irefeurope.org/Publications/Online-Articles/article/STEM-Popularity-in-Germany-A-Reason-for-Optimism/
[5] https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/China-is-Fast-Outpacing-U.S.-STEM-PhD-Growth.pdf
[6] https://www.forbes.com/sites/niallmccarthy/2017/02/02/the-countries-with-the-most-stem-graduates-infographic/

D'ici 2025, le nombre de doctorats en STEM délivrés en Chine devrait être deux fois plus important que celui des Etats-Unis. A cette même échéance, les universités chinoises pourraient compter trois fois plus de diplômés nationaux titulaires d'un doctorat en STEM que les universités américaines (Figure 1).

Figure 1 : Evolution du nombre de doctorats en STEM décernés aux États-Unis (en vert).
PhD STEM aux Etats-Unis décernés aux nationaux (en marron), PhD STEM décernés en Chine (en bleu)[7].



A propos de la qualité des diplômes délivrés en Chine, précisons qu'**en 2019**, **43% des étudiants chinois** en doctorat poursuivaient leurs études dans l'une des **42 universités qualifiées de « *Double First Class* »** (DFC)[8], soit l'élite des universités chinoises. En 2021, 33 de ces universités « DFC » étaient classées parmi les 500 meilleures universités dans le monde, 22 figuraient dans le top 200[9].

L'autre vivier des diplômés chinois de haut niveau en STEM se trouve à l'étranger.

Selon le bureau national des statistiques du Ministère chinois de l'Enseignement (MOE), en 40 ans, ce sont près de **6,56 millions de chinois qui sont partis se former à l'étranger**, 4,9 millions ont terminé leur cursus et **86% des diplômés seraient rentrés** en Chine[10]. Alors même que le nombre de départs s'est accéléré depuis les vingt dernières années, passant de moins de 40000 en 2000 à plus de 700000 en 2019, le **taux de retour** annuel des étudiants chinois n'a fait que croître passant d'environ **23% en 2000** à **82% en 2019** (Figure 2 ci-après). Ce dernier pourcentage, autour de 80%, est en fait relativement stable depuis 2013. En réalité, l'ampleur du retour des étudiants en Chine dépend du pays de formation, des domaines et du niveau des diplômes. Si globalement les étudiants venus de Chine rentrent au pays après leurs études en Europe, nombreux sont les **jeunes docteurs chinois aux Etats-Unis** qui **prolongent leurs séjours de 5 à 10 ans**.

C'est particulièrement vrai pour les étudiants des filières « Science, Technique, Ingénierie et Mathématiques ». En 2020, sur les 370000 étudiants et chercheurs chinois présents aux Etats-Unis, 130000 étaient au moins de niveaux master ou doctorat, et plus de **76000 d'entre eux** étaient

[7] *Sources: Center for Security and emerging Technology (CSET)7, National Center for Education Statistic's Integrated Postsecondary Education Data System (IPEDS), China Statistical Yearbook 2021*
[8] https://www.researchgate.net/publication/330572373_Academic_Leaders_in_Leading_Chinese_Universities
[9] https://www.shanghairanking.com/rankings/arwu/2020
[10] https://www.globaltimes.cn/page/202012/1210043.shtml

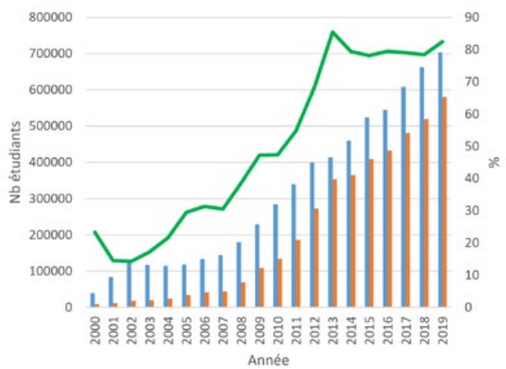


Figure 2.
En bleu : nombre d'étudiants chinois partis étudier à l'étranger, ces 20 dernières.

En rouge : nombre d'étudiants retournés en Chine après avoir étudié à l'étranger.

En vert : évolution du % par an du nombre d'étudiants chinois qui rentrent en Chine apres avoir étudié à l'étranger
Source - *China Statistical Yearbook 2021*

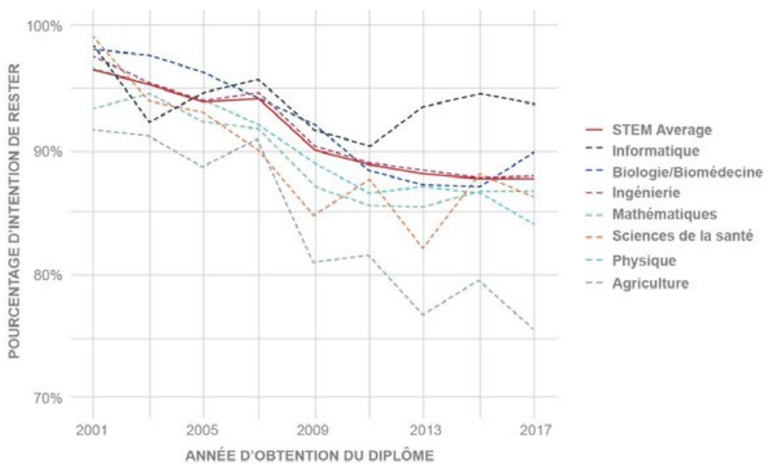


Figure 3.
Evolution du % des étudiants chinois docteurs en STEM qui souhaitent rester aux Etats-Unis après leur diplôme[13].

diplômés en STEM, dont 40% en ingénierie, 22% en informatique, 17% en mathématiques et statistiques.

En 2017, **85% à 90% des étudiants chinois** en STEM **souhaitaient prolonger** leurs séjours aux Etats-Unis après leur diplôme de doctorat[11] (Figure 3). Les demandes de prolongation de séjour sont **particulièrement élevées pour les diplômés en informatique**. Entre 2014 et 2018, 91% des docteurs chinois en Intelligence Artificielle sont restés aux Etats-Unis pour au moins 5 ans après l'obtention de leur diplôme[12].

Enfin, selon une estimation[14], **46000 des 135000 chercheurs internationaux** présents en 2018 **aux Etats-Unis** étaient d'**origine chinoise**. **61%** étaient **diplômés des STEM,** en particulier en biologie, en ingénierie et en physique. ⌘

[11] https://www.uscc.gov/sites/default/files/2020-10/Overseas_Chinese_Students_and_Scholars_in_Chinas_Drive_for_Innovation.pdf
[12] https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/Keeping-Top-AI-Talent-in-the-United-States.pdf
[13] Traité par le *Center for Security and Emerging Technology*, Georgetown University, sur les données 2001 – 2017 de la National Science Foundation (NSF). https://www.washingtonpost.com/politics/2020/04/28/sen-tom-cotton-suggested-chinese-stem-students-head-home-after-studying-us-research-shows-otherwise/
[14] https://www.jhuapl.edu/assessing-us-china-technology-connections/dist/6f836fc5733036e578c346897c5f623a.pdf#page=24

Les nouveaux membres étrangers de l'Académie des Sciences de Chine : Edition 2021

Par le bureau du CNRS en Chine

L'Académie des Sciences de Chine (CAS) est composée d'un vaste réseau de recherche et développement incluant **63000 personnels** et **plus de 110 Instituts de recherche**, d'un système d'enseignement supérieur s'appuyant sur trois universités, et d'**une société savante formée d'académiciens chinois et étrangers.** Créée en 1994, cette assemblée de scientifiques de très haut niveau voit arriver de nouveaux élus tous les deux ans.

En 2021, ce sont **90 nouveaux lauréats** qui ont rejoint les bancs de l'Académie. On dénombre parmi eux, **25 scientifiques étrangers** (Figure 1) dont onze américains, trois anglais, deux allemands, deux israéliens et **un français, Philippe CIAIS**, Directeur de recherche CEA au LSCE (UMR 8212 - CEA/CNRS, UVSQ, Université Paris Saclay).

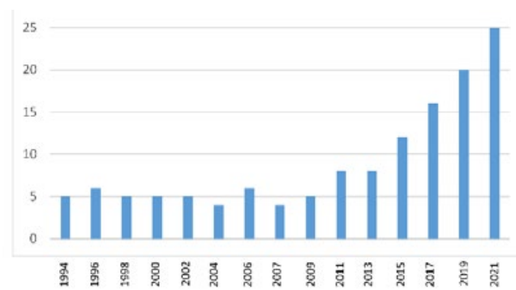
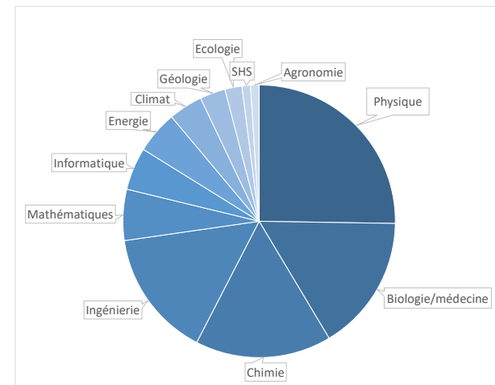


Figure 1 : Evolution depuis 1994 du nombre de scientifiques étrangers membres de l'Académie des Sciences de Chine (Société savante)

Pour comparaison, **en 1994**, cette académie accueillait **cinq chercheurs étrangers** de haut niveau dont 4 américains… ou plutôt sino-américains[1]. Au total, **depuis sa création** cette institution chinoise a nommé **860 académiciens dont 129 scientifiques étrangers**. La moitié d'entre eux sont d'origine américaine dont un quart de sino-américains, dix chercheurs sont originaires du Royaume-Uni ou ont la double nationalité sino-britannique, neuf sont français, cinq suédois, cinq allemands. On compte également quatre suisse et quatre israélien. **Quatorze prix Nobel** figurent dans la liste de ces membres éminents. Ce sont les domaines de la physique, de la biologie/médecine, de la chimie et de l'ingénierie qui sont les plus représentés par les académiciens d'origine étrangère (Figure 2). ⌘



Domaine	%
Physique	25%
Biologie/médecine	16%
Chimie	16%
Ingénierie	15%
Mathématiques	6%
Informatique	5%
Energie	5%
Climat	4%
Géologie	3%
Ecologie	2%
SHS	1%
Agronomie	1%

Figure 2 : Discipline des membres étrangers de l'Académie des Sciences de Chine

[1] Source, statistique de l'Académie des sciences de Chine

L'épidémie de Covid-19 en Chine … après 2 ans

Par le bureau du CNRS en Chine

Deux ans après le début de l'épidémie de Covid-19, près de **158800 cas positifs** de Covid-19 ont été recensés en Chine continentale et, selon les chiffres communiqués, **4638 personnes** en sont **décédées**[1]. A la **mi-mars 2022**, environ **1,23 milliard** de personnes auraient été **vaccinées** dans le pays[2]. Après avoir enregistré quelques cas de virus des souches Delta et Omicron en décembre 2021, qui avaient d'ailleurs entrainé le confinement de villes comme Xi'an (12 millions d'habitants) ou de quartiers à Pékin et à Tianjin, la Chine connait depuis début mars un nouveau pic de l'épidémie. **Plus de 25000** cas positifs ont été enregistrés **entre le 9 et le 22 mars**. L'épidémie a touché 28 localités de niveau provincial dont Shenzhen dans la province du Guangdong, Shanghai ou encore la province du Jilin, dans le Nord-Est de la Chine (Figure 1)[3,4].

Si les chiffres peuvent paraître dérisoires en comparaison d'autres pays, **cette vague qui est la plus importante depuis deux ans** (Figure 2) n'est pas de nature à assouplir les actions des autorités chinoises qui poursuivent toujours la stratégie du « Zéro cas de Covid-19 » sur le territoire. Cette situation épidémique induit des conséquences sur le déroulement de la coopération scientifique internationale avec la Chine.

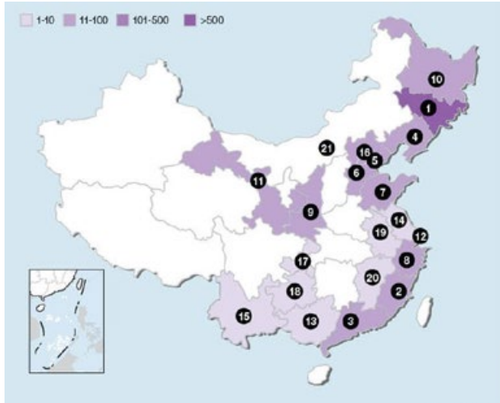


Figure 1 : Carte des provinces chinoises qui ont recensé des cas de Covid-19 - 16 mars 2022

De **nombreux événements sont reportés** dont, pour n'en citer qu'un, la COP15 sur la biodiversité qui devait se dérouler du 25 avril au 8 mai.

Les **contraintes de tests et de quarantaine** pour rentrer en Chine, déjà très fortes, pourraient être renforcées, le **trafic aérien** entre la France et la Chine reste **plus que perturbé**.⌘

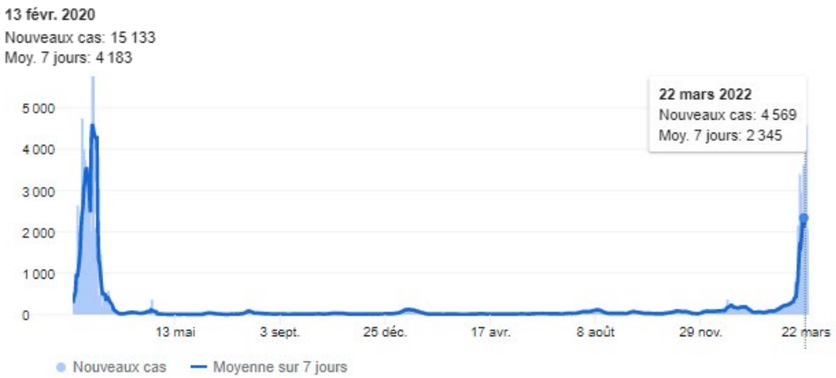


Figure 2 : Evolution du nombre de cas de Covid-19 depuis janvier 2020.

[1] http://en.nhc.gov.cn/2022-04/06/c_85910.htm
[2] https://news.google.com/covid19/map?hl=fr&mid=%2Fm%2F0fbp0&gl=FR&ceid=FR%3Afr
[3] China updates its COVID-19 playbook to allow mild symptoms patients undergo collective quarantine - Global Times
[4] Chinese mainland reports 1,226 new local COVID-19 cases - SHINE News

Complétez votre information sur nos différents supports

Consultez notre **site web** et découvrez les coopérations du CNRS en Chine avec la **carte intéractive** :

https://cnrsbeijing.cnrs.fr/

Edition 2018 de l'état des lieux de la coopération du CNRS avec la Chine.

Trois fois par an, le magazine « Le CNRS en Chine », édité en français et en chinois, donne la parole aux acteurs de la coopération à travers leurs acualités, leurs projets, des dossiers thématiques, des analyses, etc.

R&D&I dans la circonscription consulaire de Shanghai

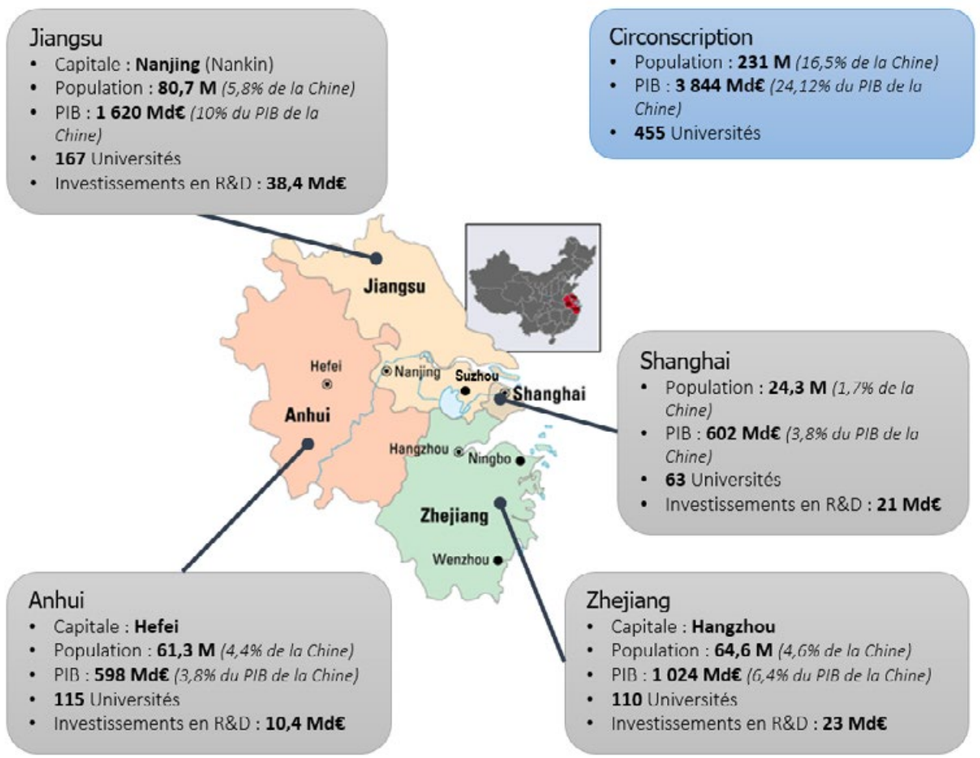
Par Marine Alaouchiche et Xavier Assfeld[1]

Présentation générale

La circonscription consulaire de Shanghai regroupe les provinces de l'**Anhui**, du **Jiangsu**, du **Zhejiang** et la municipalité de **Shanghai**. Très dynamique sur le plan de la science et de la technologie, cette région du **delta du Yangtsé** comprend de grandes villes universitaires et scientifiques d'importance telles que Hangzhou, Suzhou, Nanjing, Hefei et Shanghai pour n'en citer que quelques-unes.

Avec **plus de 231 millions d'habitants** (près de 17% de la population de la Chine, ou 3 fois et demie la population française), la circonscription représente un quart du PIB du pays et un tiers du budget de la recherche chinoise. Elle est une région clé dans la politique d'innovation de la Chine, notamment grâce à la stratégie de développement du delta du Yangtsé.

Elle a pour objectif sa transformation en une zone à la pointe de la technologie d'ici 2025 en favorisant plusieurs pôles industriels de classe mondiale et en devenant un centre national d'innovation.



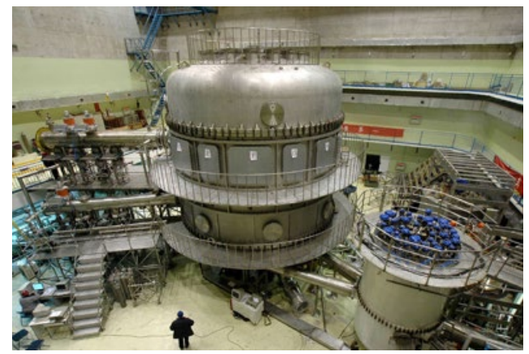
■ Chiffres des investissements en R&D de 2019, PIB de 2021, autres chiffres de 2020

[1] Marine Alaouchiche, Adjointe à l'Attaché pour la Science et la Technologie ; Xavier Assfeld, Attaché pour la Science et la Technologie, Consulat général de France à Shanghai.

Dresser un bilan complet est chose impossible. Nous avons donc décidé de vous présenter un panorama non exhaustif et résultant d'un choix purement arbitraire de la recherche, du développement et de l'innovation dans la circonscription. Nous avons axé ce florilège des actions scientifiques principalement sur quelques travaux conjoints entre la France et la Chine ainsi que sur certains points saillants purement chinois.

Anhui

Positionnée au 10e rang national en termes de capacité d'innovation[2] et malgré son statut de province la moins développée du delta du Yangtsé, l'**Anhui** est en phase de rattrapage économique et affiche la croissance la plus dynamique de la région avec un développement industriel très rapide, tirée par des industries de haute technologie, la recherche scientifique et l'innovation.



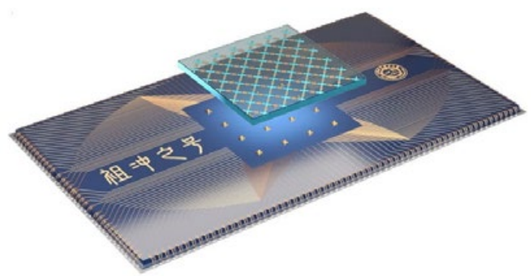
■ L'*Experimental Advanced Superconducting Tokamak* (EAST) à Hefei Source : iter.org

Sa capitale, **Hefei**, 6e rang des zones nationales de haute technologie en 2019, héberge **l'Université des Sciences et Technologies de Chine (USTC)**, seconde université de l'Académie Chinoise des Sciences (CAS), et l'**Institut des Sciences Physiques de Hefei** (HFIPS) qui regroupe 10 unités de recherche et 21 laboratoires et centres de recherche. L'Institut abrite notamment le réacteur **EAST (*Experimental Advanced Superconducting Tokamak*)** conçu pour les expériences de fusion nucléaire dans le cadre du projet international ITER (*International thermonuclear experimental reactor)* et qui vient de battre plusieurs records du monde, de température ou de durée, récemment.

Le HFIPS est principalement engagé avec la France dans le programme SIFFER (*Sino-French Fusion Energy centeR*) cosigné par le CEA et le MoST (*Ministry of Science and Technology*). L'Institut a également signé en 2021 un accord avec **Air Liquide** sur la création d'une *joint-venture* visant à développer et à produire des **systèmes de réfrigération à l'hélium** nécessaires dans de nombreux équipements scientifiques tels que les accélérateurs supraconducteurs, aimants supraconducteurs, dispositifs de fusion…

L'USTC est aussi engagée dans le **Laboratoire Franco-Chinois sur la Physique des Particules (FCPPL)**[3], LIA du CNRS créé en 2007, impliquant plus de **460 acteurs**[4] des deux pays dont la mission est la collaboration en physique des hautes énergies, plus précisément en physique des particules. Le FCPPL aborde également les domaines de la physique des astroparticules, de la cosmologie et de la physique théorique associée.

Connue sous le nom de *Quantum Center*, la province est devenue le cœur de la **mécanique quantique** chinoise avec l'ouverture en 2017 d'un **Institut de recherche et d'innovation sur les technologies quantiques** et le lancement du **Laboratoire National pour l'Informatique Quantique**. Les deux **ordinateurs quantiques** chinois « Jiuzhang » et « Zuchongzhi » ont, par ailleurs, été développés par des chercheurs de Hefei. Le premier, un supercalculateur photonique, utilise 76 photons dans sa première version et 113 dans sa deuxième. Le second, un ordinateur quantique supraconducteur, serait doté de 66 qubits.



■ Schéma du processeur quantique Zuchongzhi arxiv.org. Source : USTC

[2] Selon le *China Regional Innovation Index Report* (2019) de la *Sichuan Academy of Social Sciences*

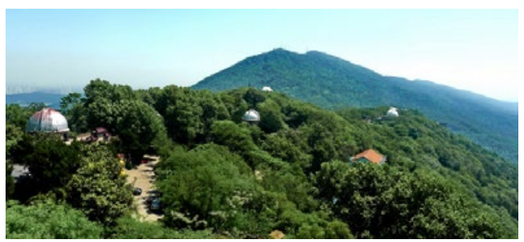
[3] https://cnrsbeijing.cnrs.fr/project/fcppl/

[4] http://fcppl.in2p3.fr/cgi-bin/twiki.source/bin/view/FCPPL/WebHome

Ces puissants systèmes informatiques seraient capables de résoudre des problèmes complexes en très peu de temps, ouvrant de nouvelles opportunités dans le domaine de la recherche quantique. Cependant, les derniers essais n'ont pas été publiés dans des revues scientifiques à ce jour. Autre avancée, un **réseau de communication quantique**[5] s'étendant sur plus de 4 600 kilomètres, combinant plus de 700 fibres optiques au sol, deux liaisons sol-satellite, et accessible à 150 utilisateurs, a également été mis en place avec succès. Une première mondiale et un premier pas vers l'internet quantique chinois.

Avec la création de la zone nationale de développement de l'industrie de haute technologie de Hefei dans laquelle se trouve la *China Speech Valley*, le premier **parc industriel d'intelligence artificielle** de niveau national, l'Anhui se veut aussi un centre scientifique national spécialisé sur l'IA à l'image de l'entreprise de reconnaissance vocale iFlytek, fondée par un diplômé de l'USTC.

Jiangsu



■ Observatoire de la Montagne Pourpre (PMO) à Nanjing
Source : PMO - CAS

Classé 3e national en termes de capacité d'innovation, **le Jiangsu** a placé l'innovation en axe fort de développement et parmi les objectifs majeurs du 14ème plan quinquennal 2021-2025. Comptant sur une base industrielle avancée et dynamique, la province a l'ambition de transformer le delta du Yangtsé en une région à la pointe de la technologie afin de moderniser ses capacités de production et augmenter ses capacités de recherche.

Pôle d'excellence, l'**Université de Nanjing** est classée dans le top 10 des universités du pays en 2021. Egalement présentes dans la province, les universités du Sud-Est, de Suzhou, du Jiangsu (à Zhenjiang) et des Sciences et Technologies de Nanjing sont aussi très importantes sur le plan national. Elles font de Nanjing **le troisième pôle universitaire de Chine** après Shanghai et Beijing.

Depuis 2006, la capitale provinciale, **Nanjing (Nankin),** héberge le **Centre de Recherche en Information Biomédicale Sino-Français (CRIBS)**[6], un programme de recherche international fruit de la coopération entre l'INSERM, l'Université Rennes 1 et l'Université du Sud-Est de Nanjing dont les axes de recherche sont orientés vers les technologies de la santé : imagerie médicale, modélisation mathématique et physique, et les technologies de l'information.

Toujours à Nanjing, depuis 2012, l'Université Lille 1 et l'Université des Sciences et Technologies de Nanjing collaborent au sein du **Laboratoire Franco-Chinois d'Automatique et Signaux (LaFCAS)** qui a pour objectif de développer des méthodes et des techniques de commande avancée.

Situé dans la périphérie de Nanjing, l'**observatoire de la Montagne Pourpre** est en activité depuis 1934 et a permis à ce jour la découverte de 4 comètes et 149 astéroïdes. Le département d'astronomie de l'Université de Nanjing et l'Institut de Radioastronomie Millimétrique (IRAM) ont signé un accord de coopération afin de renforcer l'échange de savoir-faire et accélérer les progrès de l'astronomie millimétrique dans le cadre du projet **NOEMA** *(NOrthern Extended Millimeter Array)* : le radiotélescope millimétrique le plus puissant de l'hémisphère nord, installé en France, qui a pour objectif l'exploration de l'univers et l'étude de ses origines et de son évolution grâce à une très haute sensibilité et précision.

A **Suzhou**, **Biomérieux** a renforcé sa présence en Chine via la société **Hybiome**[7], une entreprise spécialiste des tests d'immunoessais automatisés qui développe, produit et commercialise une offre complète de solutions diagnostiques (réactifs, instruments et logiciels). Hybiome dispose d'unités de production et de laboratoires de recherche au sein du **Parc Industriel Médical de Suzhou**. En 2021, **Sanofi** a inauguré dans ce même parc son nouvel institut de recherche biomédicale[8], le quatrième dans le monde et le premier en Asie. Ce nouveau centre de recherche se concentrera sur la recherche à un stade préliminaire en oncologie, immunologie et inflammation.

Dans un autre domaine, L'INRAE a inauguré, en 2018, le Laboratoire International Associé (LIA) ***Food Print***[9] qui est le résultat d'une coopération entre l'UMR STLO (Villeneuve d'Ascq), l'UMET (Rennes), et l'**Université de Suzhou**. Ce LIA est dédié à la recherche sur les procédés de la filière lait.

Du côté de la coopération médicale, un second **centre d'urologie sino-français**[10] a été inauguré en 2018 avec **l'hôpital No.1 de Suzhou** pour la formation d'urologues et des travaux de recherche communs. Toujours dans cet hôpital, des coopérations en immunologie commencent à percer. Un partenariat de long terme (1995) entre le CHU de Grenoble et **l'hôpital No.2 de Suzhou**[11] sur la **neuro-imagerie**, étendu à la **médecine physique et de réadaptation** en 2015 dans le cadre de **l'hôpital Sino-français de Suzhou**, continue avec le projet d'un *trauma center*.

Zhejiang

Tourné vers l'innovation et les nouvelles technologies, **le Zhejiang** occupe la 5e place nationale en termes de capacité d'innovation. Le nord, avec **Hangzhou** et le delta du Yangtsé, est un bassin très dynamique qui s'est axé sur les secteurs de l'innovation et des services, contrairement aux villes du sud moins développées. La modernisation et la digitalisation de l'économie du Zhejiang ont contribué à la croissance des industries de haute technologie, faisant de la baie de Hangzhou une base industrielle high-tech centrale du pays. Avec 107 centres de R&D recensés en 2016, le Zhejiang possède l'un des écosystèmes d'innovation les plus denses de Chine.

L'**Université du Zhejiang** à Hangzhou avec son positionnement au 3ème rang national et 52ème mondial est une source de talents. L'école des sciences et de l'ingénierie optiques de l'université est membre du Réseau de Recherche International (IRN) **Photonet**, une collaboration franco-chinoise dans le domaine de la photonique et de l'optoélectronique soutenue par le CNRS.

■ L'Université du Zhejiang
nature.com Source : ZJU

[5] https://trustmyscience.com/chine-deploie-premier-reseau-communication-quantique-integre-au-monde/

[6] https://cn.ambafrance.org/IMG/pdf/medecine.pdf

[7] https://www.biomerieux.com/fr/biomerieux-acquiert-la-majorite-du-capital-de-hybiome-et-renforce-ainsi-durablement-sa-presence-en

[8] https://www.yicaiglobal.com/news/sanofi-unveils-first-global-research-institute-in-china-to-develop-innovative-drugs

[9] https://www6.rennes.inrae.fr/stlo/Toutes-les-actualites/Inauguration-du-LIA-Food-Print-a-Beijing

[10] https://cn.ambafrance.org/Cooperation-franco-chinoise-en-urologie-a-Suzhou

[11] https://www.chu-grenoble.fr/sites/default/files/public/presentation_chu_grenoble_alpes_2019.pdf

Fin 2021, **Europlasma** a inauguré son centre de R&D commun avec l'Université de Hangzhou. Experte des solutions de dépollution par torche à plasma, l'entreprise s'est installée à Hangzhou pour y développer le **traitement des cendres volantes et le recyclage de l'aluminium** à travers la technologie plasma, ce qui permet d'atteindre de très hautes températures**.**

Un accord de *joint-venture* signé fin décembre de cette même année entre **Suez** et le district d'Anji prévoit un nouveau grand projet national de R&D dans le domaine du **traitement des déchets de construction**. En effet, la revalorisation de ces déchets en nouvelles ressources s'appuiera sur des technologies basées sur internet, l'internet des objets, ainsi que sur une plate-forme numérique intelligente qui permettra de gérer l'ensemble du processus de collecte, de transfert et de traitement des déchets avec un objectif de taux de réutilisation des déchets d'au moins 85%.

Dans le domaine de la santé, *Essilor International* et l'Université de médecine de Wenzhou ont lancé en 2013 le centre de recherche commun ***Wenzhou Medical University-Essilor International*** **(WEIRC)**[12] pour renforcer la recherche sur la myopie. Ce partenariat vise à créer une plateforme de recherche dans le domaine des sciences de la vision et notamment sur la myopie chez l'enfant. Les travaux de recherche sont réalisés au sein de l'hôpital ophtalmologique de l'Université de médecine de Wenzhou, l'un des meilleurs centres de recherche chinois dans les domaines des sciences de la vision et de l'ophtalmologie.

Shanghai

La municipalité de **Shanghai** souhaite axer son avenir industriel vers des activités à plus forte valeur ajoutée, plus respectueuses de l'environnement et génératrices d'emplois plus qualifiés. En effet, les autorités locales ambitionnent de transformer Shanghai en centre technologique et d'innovation d'influence mondiale à l'horizon 2030.

Le Shanghai Synchrotron Radiation Facility (SSRF) à côté duquel est développé le laser à 100PW. Source : lssf.cas.cn

Pour réussir cette transition, les entreprises industrielles de la ville passent par l'innovation, ce qui se traduit par des dépenses en R&D qui n'ont cessé de croître passant de 23 Mds CNY à 56 Mds CNY entre 2010 et 2019.

D'un point de vue de l'enseignement supérieur, Shanghai, possède un réseau d'universités de qualité avec des établissements reconnus sur le plan national et international comme les universités de **Jiaotong** (4e au rang national et 59e mondial), **Fudan** (6e au rang national et 77e mondial), et **Tongji** (16e au rang national et dans les premières 200 universités mondiales).

Coté médical, le premier **centre d'urologie franco-chinois**[13] a été inauguré en 2004 à l'hôpital de l'Est (Pudong) à Shanghai en partenariat avec l'hôpital Cochin de Paris. Ce centre intervient dans de nombreuses missions humanitaires et les recherches qui y sont menées portent principalement sur le cancer de la prostate. **L'hôpital Ruijin** est également un partenaire clé dans la collaboration hospitalière franco-chinoise. En effet, l'hôpital affilié à l 'Université Jiaotong abrite **l'école médicale sino-française** qui forme chaque année des médecins francophones. Ruijin coopère depuis 2007 avec l'INSERM, le CNRS, l'hôpital Saint Louis et l'Université Paris VII Diderot au sein du **laboratoire international associé franco-chinois de pathologie moléculaire** sur les lymphomes humains en construisant des bases de données cliniques, pathologiques et moléculaires communes, et à travers des programmes de recherche, notamment sur les traitements ciblés et les marqueurs de réponse thérapeutique. Ruijin est aussi membre de l'**IRP Hématologie et Cancer**. Plus récemment, en 2019, une **école franco-chinoise de chirurgie**[14] s'est ouverte à **l'hôpital Renji**, créée par les universités de Strasbourg et Jiaotong, délivrant une formation en partie en français.

Connecté au domaine médical et soutenu par le CNRS, l'**IRP Metislab** vient de quitter Harbin pour rejoindre Shanghai. Il s'adresse à l'analyse de données dynamiques d'imagerie médicale.

L'**Institut Pasteur de Shanghai (IPS)**[15], conjointement soutenu par la CAS (*Chinese Academy of Sciences*) et l'Institut Pasteur, contribue depuis 2004 à la prévention et à la lutte contre les maladies infectieuses grâce à une recherche conjointe sur le diagnostic, la prévention et le traitement des principales maladies infectieuses. La création récente du CMDH (*Center for Microbes Development and Health*) étend les travaux de l'IPS des virus externes au microbiote. L'IPS et l'INRAE collaborent notamment au sein du LIA « ***ZOonotic Emerging Viruses*** » (ZOE-V)[16] afin de mieux comprendre, prédire et contrôler les potentielles zoonoses virales émergentes.

Dans un autre domaine, le laboratoire de chimie **E2P2L**[17] **(*Eco-efficient products & processes laboratory*)**, né de la collaboration entre le CNRS et **Solvay**, vient de fêter ses 10 ans d'existence. Il œuvre en partenariat avec 6 universités, 3 françaises et 3 chinoises. Focalisé sur la recherche et le développement de nouveaux produits et procédés éco-efficients grâce à la catalyse, l'unité mixte internationale (aujourd'hui appelé IRL pour *International Research Laboratory*) œuvre pour une chimie durable.

Dans le domaine spatial, **le satellite SVOM** chargé de surveiller les sursauts gamma sera lancé très prochainement en 2023. Il résulte de l'active coopération entre la CNSA (*China National Space Administration*) et le CNES (Centre National d'Études Spatiales).

Enfin, on ne peut parler de Shanghai sans évoquer le grand projet de laser 100 PW. Développé à côté de l'accélérateur linéaire et du laser à électron libre, c'est l'un des cinq projets mondiaux à tenter d'atteindre cette puissance incroyable.

Perspectives

Nous pourrions compléter cette liste des activités R&D&I emblématiques de la circonscription encore et encore. Nous stoppons ici en espérant vous avoir montré que, dynamique et dense, l'écosystème R&D&I de la circonscription de Shanghai est pluridisciplinaire. Comptant sur un réseau académique de qualité, source de talents, et d'un tissu industriel riche, de nombreuses entreprises et universités françaises ont choisi d'y implanter leurs centres de recherche et d'y développer la coopération scientifique franco-chinoise.

Cet intérêt et cette dynamique se poursuivent avec de nombreux projets sur les prochaines années. Citons comme exemple l'**Université de Bourgogne Franche-Comté** qui développe avec l'**Université de Ningbo** (Zhejiang) une filière médicale francophone. Par ailleurs, l'**IRCAD** (Institut de Recherche contre les Cancers de l'Appareil Digestif) programme pour 2022 une nouvelle implantation internationale à **Wuxi** (Jiangsu) au cœur d'un gigantesque complexe de 4 hôpitaux spécifiquement dédiés à la chirurgie mini-invasive.⌘

[12] https://www.essilor.com/essilor-content/uploads/2016/10/Essilor_communiqu%C3%A9_presse_Wenzhou_Centre_Commun_Recherche_Myopie_Juin2013.pdf

[13] https://cn.ambafrance.org/IMG/pdf/medecine.pdf

[14] https://cn.ambafrance.org/Ouverture-d-une-ecole-franco-chinoise-de-chirurgie-a-l

[15] http://english.shanghaipasteur.cas.cn/Home/

[16] https://www6.lyon-grenoble.inrae.fr/ivpc/Actualites/LIA-ZOE-V-Zoonotic-Emerging-Virus

[17] https://cnrsbeijing.cnrs.fr/project/e2p2l/

R&D EN CHINE

R&D&I dans la circonscription consulaire de Canton

Par Véronique Anton et Lola Gestin[1]

Par sa position stratégique, notamment à travers le pôle attractif que constitue **la grande baie** associant, entre autres, **Hong-Kong, Macao, Guangzhou, Shenzhen** (GBA : *Great Bay Area*), la R&D&I en Chine du Sud est particulièrement dynamique dans la **région du Guangdong**. Les autres provinces de cette région, le **Fujian** et **Hainan**, ne sont pas en reste. Leur engagement en science et technologie est porté par les gouvernements locaux en application à des objectifs de politique nationale, et est soutenu financièrement par de larges subventions et des incitations fiscales conséquentes.

La province du Guangdong

Le **Guangdong** en Chine du Sud, est un pôle majeur, avec Pékin et Shanghai, du développement de la R&D chinoise. La province compterait **pour plus de 16% du nombre de personnels** équivalent temps plein impliqués dans la R&D, contre 6.4% pour Pékin ou encore 4.4% pour Shanghai. En 2020, le total des dépenses en R&D représentait plus de **14% du total national** pour atteindre près de 350 milliards de yuans, soit environ **44 milliards d'euros**. A l'image du pays, 85% du budget de la R&D est investi par les entreprises. Selon les données statistiques du MOST, plus de **26 000 entreprises** du Guangdong développeraient des activités de R&D, sur un total de plus de 162 000 en Chine.

Le budget de **la recherche fondamentale** représente près de **6%** du budget total, celui de **la recherche appliquée 9%**. Au cours des quatre dernières années, la province s'est hissée en haut du classement pour les capacités innovantes régionales et incarne un véritable berceau pour l'innovation dans un bassin dynamisé par le projet de la grande baie Guangdong-Hong Kong Macao[2].

Canton (Guangzhou)

L'oncologie et **les sciences environnementales** sont deux grands secteurs de la recherche développée à **Canton**[3]. La ville est particulièrement innovante dans le domaine des **nouvelles énergies** utilisant la biomasse (biogaz, biomasse, bactéries, biofuel, bioénergie,…). Ces recherches et ces innovations sont principalement portées par l'université de technologie de Chine du sud (**SCUT**) ou encore par le *Guangzhou Institute of Energy Conversion (GIEC)*.

Canton est le point focal de nombreuses coopérations scientifiques entre la France et la Chine dont le Laboratoire International Associé (LIA-INRAE) **ECOLAND** « *Ecosystem Services provided by Contaminated Land « Ecoland* »[4] et le laboratoire sino-français en mathématiques fondamentales (**IRP LSFMF-CNRS**)[5]. L'**Université Sun Yat-Sen** accueille dans ses murs l'Institut LEHN pour les matériaux fonctionnels (LIFM) tandis que l'**Université Médicale de Guangzhou** héberge l'Institut sino-français **Jules Hoffmann** (SFHI)[6].

ECOLAND
INT.
JOINT LAB

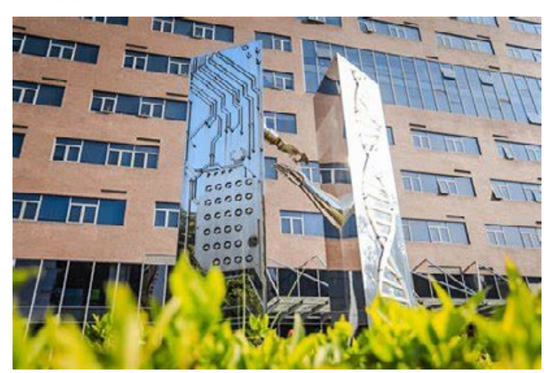
■ Prélèvement d'échantillons de sol à Dingnan dans le cadre du LIA Ecoland

Shenzhen

Située entre Hong Kong et Canton, **Shenzhen** est passée en 40 ans du statut d'usine du monde à celui de *Silicon Valley* chinoise. Forte de ses réussites, la mégapole amorce actuellement **un nouveau tournant vers les biotechnologies** et vient d'établir une liste de **10 thématiques** prioritaires dans ce domaine : médicaments innovants, intelligence artificielle (modélisation du cerveau), biologie synthétique, bio-informatique, séquençage de l'ADN, biothérapie, imagerie médicale, nouveaux capteurs et senseurs, diagnostic in vitro, ingénierie tissulaire et médecine régénératrice. La ville possède déjà quelques références de haut niveau dans ces domaines telles que le *Beijing Genomics Institut* (BGI) ou le *Shenzhen Institute of Advanced Technologies* (SIAT) de l'Académie des sciences de Chine (CAS).

Les **technologies de l'information** : technologies de communication, traitement et transmission des données, Internet des objets, etc, y sont aussi très bien représentées avec des « poids lourds » industriels tels que **Huawei**, **Tencent** ou ***Yulong*** *Computer Telecommunication Scientific*, **DJI**, pour ne citer qu'eux. La R&D y est également très avancée dans le secteur des technologies de l'information appliquées à la finance, comme la cyber sécurité ou le paiement par mobiles.

中国科学院深圳先进技术研究院
SHENZHEN INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES



■ Source : SIAT - CAS

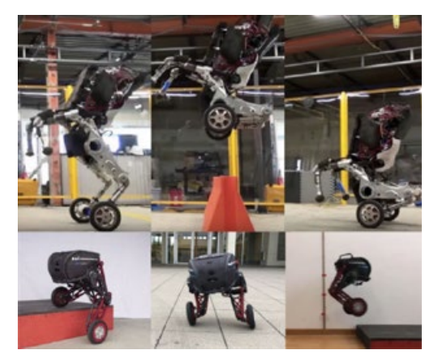
Shenzhen Institute of Artificial Intelligence and Robotics for Society (AIRS) est l'un des dix meilleurs instituts de recherche fondamentale de Shenzhen.

Il associe sept des plus grands instituts mondiaux de recherche **en robotique et en IA**, dont :

- *Chinese University of Hong Kong (Robotics and Intelligent Manufacturing Research Institute, MIT)*
- *College of Computer and Artificial Intelligence Laboratory*
- *Carnegie Mellon University Robotics Institute*
- *University of Pennsylvania GRASP Laboratory,*
- *Stanford University Artificial Intelligence Laboratory,*
- *Zurich Institute of Technology Robotics and Intelligent Systems Institute*
- *Edinburgh University School of information*

Par ailleurs, la ville de Shenzhen a attiré 10 récipiendaires étrangers du prix Nobel acceptant de diriger un laboratoire de recherche dans la municipalité.

AIRS SHENZHEN INSTITUTE of ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ROBOTICS for SOCIETY 深圳市人工智能与机器人研究院



■ AIRS : projet de collaboration internationale de robots collaboratifs mobiles: relever les défis du monde réel - Modélisation et contrôle d'un robot sauteur hybride à roues. Source : AIRS

---

[1] Véronique Anton, Attaché de coopération universitaire et scientifique, Consulat de France à Canton et Lola Gestin, VI Chargée de mission scientifique, Consulat de France à Canton.

[2] Rebalancing economy with science and Tech, Chen Jia, 26 juillet 2021, China Daily (HK)

[3] En référence au nombre de publications de *Web Of Science*

[4] Voir en ce sens: LIA ECOLAND (https://lse.univ-lorraine.fr/recherche/lia-ecoland)

[5] Voir en ce sens : IRP LSFMF (https://cnrsbeijing.cnrs.fr/project/lsfmf/)

[6] Voir en ce sens : Sino-French Hoffmann Institute (https://sfhi.gzhmu.edu.cn/en/index.htm)

Dongguan

Cette ville de 9 millions d'habitants héberge le *Chinese Spallation Neutron Source* (CSNS). Mis en service en 2018, le CSNS est **la première source de neutrons de spallation en Chine** et la 4ème au monde, après celles en Grande-Bretagne, aux Etats-Unis et au Japon. C'est au sein de la *Dongguan University of Technology* qu'a été créé l'IFC (Institut Franco-Chinois) DGUT/CNAM[7] pour la formation d'étudiants dans les domaines de l'ingénierie de la communication, des logiciels et du design mécanique, en partenariat avec le Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM).

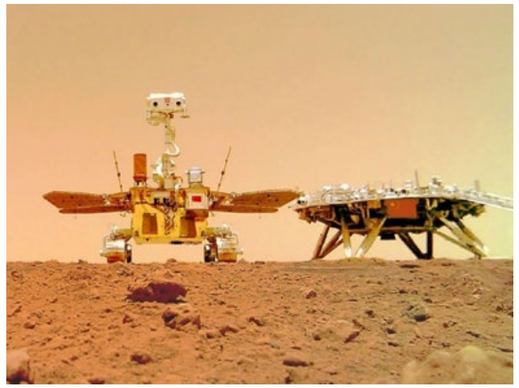
■ La source de neutrons de spallation de Chine (CSNS), exploitée par l'Institut de physique des hautes énergies (IHEP), construite dans la ville de Dongguan en Chine.
Source : CSNS - CAS

Foshan

La ville de **Foshan** a développé depuis plus de deux décennies **une industrie de l'hydrogène** comprenant les acteurs de toute la filière, ce qui est illustré aujourd'hui par une flotte de bus en fonctionnement dans le réseau urbain. Ce développement, fortement soutenu par les gouvernements national et locaux, s'accompagne de la montée en puissance des fabricants de voitures, camions et tramways hybrides à hydrogène.

Zhuhai

La ville de **Zhuhai** est connue pour accueillir tous les deux ans **le plus grand salon national** de démonstrations d'**aéronefs militaires et civils**, et de lanceurs spatiaux. C'est également à Zhuhai que l'**IFCEN**, Institut Franco-Chinois sur l'Energie Nucléaire, a été installé en 2010.



■ Selfie sur Mars du robot Zhurong et, en arrière-plan, de son atterrisseur – Source : Agence spatiale chinoise, la CNSA (*China National Space Administration*).

Province du Fujian

Le **Fujian** compte plus de **800 000 personnels** (ETP) impliqués en R&D, dont **295 000 chercheurs**. En 2020, 84 milliards de yuans, **10 milliards d'euros**, ont été investi en R&D par cette province, soit **3.45% du budget national**. 90% de ce budget a été employé pour le développement de la recherche, 3% ont été investi en recherche fondamentale et 7% en recherche appliquée. Comme pour le Guangdong, l'investissement des entreprises en R&D est très élevé et représente plus de 89% du budget investit en R&D par la province.

Xiamen

A **Xiamen**, le *State Key Lab. of Marine Environmental Science* de l'université de Xiamen est particulièrement réputé dans le domaine des **technologies marines**[8] et leur production (houlomotricité, marémotricité, éolien,…).

L'IRP MicroBSea qui étudie la diversité et la biologie des microorganismes des grands fonds et **l'IRP NanoBioCatEchem** (cf. p32-p34) en nanobioanalytique et nanocatalyse électrochimique sont associés avec respectivement le *Key Laboratory of Marine Biogenetic Ressources (State Oceanic Admnistration)* et le *State Key Laboratory of Physical Chemistry of Solid Surfaces* de l'Université Xiamen. Celle-ci héberge également un département d'ethnologie et d'anthropologie.

[7] Voir en ce sens : IFC DGUT/CNAM (https://international.cnam.fr/centre-chine/centre-cnam-chine-928816.kjsp)

[8] http://mel.xmu.edu.cn/en

Province du Guangxi

Nanning

De climat subtropical, la province du **Guangx**i trouve ses ressources économiques principalement dans **l'agriculture**. Toutefois, portée par une politique nationale en R&D décentralisée, la province investit également dans les **nouvelles technologies de communication et du numérique** : villes intelligentes, IoT, Clouds[9], mais aussi dans le **domaine médical**. Frontalière, la province développe ses coopérations en science et technologie principalement dans la cadre de l'initiative chinoise des nouvelles routes de la soie (**OBOR**), notamment avec des pays de l'ASEAN dont la Thaïlande, le Laos ou encore le Cambodge.

Province du Hainan

Sanya

L'île de **Hainan** est connue pour ses activités dans le spatial. C'est en effet, entre autres, depuis cette île à proximité relative de l'équateur, que **la Chine lance ses lanceurs** moyens (Longue Marche 7) et lourds (Longue Marche 5). Les instituts de recherche de Hainan sont également actifs dans **les domaines de la biochimie**, de **la génétique**, de **la chimie** et **des sciences de l'environnement**. Rien d'étonnant pour une île possédant des réserves biologiques et une véritable richesse en termes de biodiversité. La ville de **Haikou** héberge le *State Key Laboratory of Biological Technology of Tropical Crop* reconnu pour ses recherches dans le domaine des plantes tropicales.

A **Sanya**, dans le sud de l'île, le *Laboratory of Deep Sea Microbial Cell Biology* de *l'Institute of Deep Sea Science and Engineering (IDSSE)* de la CAS est partenaire de **l'IRP MagMC** qui travaille sur l' évolution et le développement des organismes magnétiques multicellulaires. Cette structure de recherche conjointe étudie **les organismes magnétotactiques** afin de comprendre de façon plus complète l'évolution et le développement de la multicellularité magnétique. ⌘

■ Longue-Marche 8 est le premier lanceur réutilisable du pays. Le vol inaugural a eu lieu le 22 décembre 2020 au départ du centre de lancement de Wenchang sur l'île de Hainan. Source : CNSA

■ Les noix de coco de Wenchang n°2, n°3 et n°4 sont trois types de noix de coco naines issues de l'Institut de recherche sur la noix de coco de l'Académie chinoise des sciences agricoles tropicales à Wenchang.

[9] Guangxi: ouvrir de nouvelles perspectives de coopération en matière d'innovation scientifique et technologique avec l'ASEAN, 28 septembre 2021

FOCUS CHIMIE

Carte des principales structures académiques chinoises en chimie

- 1 académie
- 9 instituts
- 5 universités
- 4 écoles

- 15 centres
- 16 SKLab
- 38 KLabs
- 3 IRP CNRS concernés

- Xinjiang technical Inst. of Physics & Chemistry (CAS)

  Xinjiang Plants Resource Chemistry KL
  Molecular Biology & Cell Biology Lab.
  Green Chemistry & Chemical Engineering Lab.
  Fine Chemical Engineering Technical Research Centre
  Resource Chemistry Research Center
  Material Physics and Chemistry Research Center
  Research Center for Multilingual Information Technology

- Changchun Inst. of Applied Chemistry (CAS)

  SKL of Polymer Physics and Chemistry
  SKL of Electroanalytical Chemistry
  KL of Rare Earth Chemistry and Physics
  Polymer Engineering Lab.
  Green Chemistry and Process Lab.
  National Analytical Research Center of Electrochemistry and Spectroscopy

- Dalian Inst. of Chemical Physics (CAS)

  SKL of Catalysis
  SKL of Molecular Reaction Dynamics
  Lab. of Fine Chemicals
  Lab. of Instrumentation and Analytical Chemistry
  Lab. of Chemical Lasers
  Lab. of Catalysts and New Materials
  Lab. of Biotechnology

- Lanzhou Inst. of Chemical Physics (CAS)

  SKL for Oxo Synthesis & Selective Oxidation
  SKL of Solid Lubrication
  KL of Chemistry of Northwestern Plant Resources
  KL for Natural Medicine of Gansu Province
  Lab. of Clean Energy Chemistry and Materials
  National Engineering Research Center of Fine Petrochemical Intermediates
  R&D Center of Lubricating and Protecting Materials
  R&D Center for Eco-material and Eco-chemistry

- Guangzhou Inst. of Geochemistry(CAS)

  SKL of Organic Geochemistry
  SKL of Isotope Geochemistr
  KL of Ocean and Marginal Sea Geology
  KL of Mineralogy and Metallogeny

- Inst. of Geochemistry (CAS)

  SKL of Ore Deposit Geochemistry
  SKL of Environmental Geochemistry
  KL of High-Temperature and High-Pressure Study of the Earth's Interior
  Center for Lunar and Planetary Sciences

Sichuan Univ.

- College of Chemistry

  National Engineering Lab. for Eco-friendly Polymeric Materials
  KL of Green Chemistry and Technology, MoE
  Center for Degradable and Flame-retardant Polymeric Materials

Nankai Univ.

- College of Chemistry

  SKL of Elemento-Organic Chemistry
  SKL of Medicinal Chemical Biology
  KL of Functional Polymer Materials, MoE
  KL of Advanced Energy Materials Chemistry, MoE
  Tianjin KL of Metal and Molecule Based Chemistry
  Tianjin KL of Advanced Energy Material Chemistry
  Tianjin KL of biological sensing and molecular recognition
  Collaborative Innovation Center of Chemical Science and Engineering (Tianjin)
  Efficient energy storage engineering research center, MoE
  Research Center for Analytical Science
  National Engineering Research Center of Pesticide

Pékin

Chinese Academy of Sciences (CAS)

- Technical Inst. of Physics and Chemistry

  KL of Photochemical Conversion and Optoelectronic Materials
  KL of functional Crysyals and Lasers Technology
  KL of Cryogenics
  KL of Bio-Inspired Materials and Interfacial Science
  KL of Solid Laser Technology
  KL of Cryobiomedical Tecnlology
  KL of Thermal Process Technology,
  KL of Space Energy Conversion Technology
  National Engineering Research Center of Engineering Plastics

- Inst. of Chemistry

  SKL for Structural Chemistry of Unstable and Stable Species
  KL of Organic Solids
  KL of Photochemistry
  KL of Molecular Nanostructure and Nanotechnology
  KL of Colloid, Interface and Chemical Thermodynamics
  KL of Engineering Plastics
  KL of Molecular Recognition and Function
  KL of Analytical Chemistry for Living Biosystems
  Lab. of Advanced Polymeric Materials
  KL of Green Printing

Univ. of Chinese Academy of Sciences

Beijing National Laboratory For Molecular Sciences

Peking Univ.

- College of Chemistry and Molecular Engineering

  SKL for Structural Chemistry of Unstable and Stable Species
  National Lab. of Rare Earth Material Chemistry and Application
  KL of Bioorganic Chemistry and Molecular Engineering, MoE
  Synthetic and Functional Biomolecules Center (SFBC)

- Shanghai Inst. of Organic Chemistry (CAS)

  SKL of Bio-organic and Natural Products Chemistry
  SKL of Organometallic Chemistry
  KL of Organofluorine Chemistry
  KL of Synthetic Chemistry of Natural Substances
  Lab of Physicals Organic Chemistry
  Lab of Materials Science
  Lab of Computer Chemistry and Cheminformatics
  Lab of Analytical Chemistry
  Croucher Shanghai-Hong Kong Joint Lab. in Chemical Synthesis

Wuhan univ.

- College of Chemistry and Molecular Sciences

  KL of Biomedical Polymer, MoE
  KL of Biomedical Analytical Chemistry, MoE
  Provincial KL of Chemical Power Source Materials and Technology
  Provincial KL of Organic Polymer Optoelectronic Materials
  Engineering Research Center of Organic Silicon Compound Materials, MoE

Recherche académique en chimie en Chine

Quelques chiffres (2018-2021)

+ 391 859 publications, impact de citation de 1.37

+ 4 691 877 citations

Principales Institutions/Universités chinoises dans ce domaine (en nombre de publications)

- Académie des sciences de Chine (50 148)
- Université de la CAS (20 905)
- Université du Zhejiang (11 964)
- Université de Pékin (9 760)
- Université Tsinghua (9 706)
- ...

22.3% en coopération internationale

• Etats-Unis	34.0%
• Australie	9.1%
• Royaume-Uni	8.6%
• Hong Kong	7.4%
• Allemagne	7.1%
• Japon	6.5%
• Canada	6.1%
• Singapour	5.0%
• Corée du Sud	3.9%
• **France**	**3.5%**

Source : scopus.com

Pour en savoir plus, consultez nos cartes pour tous les domaines sur https://cnrsbeijing.cnrs.fr/cartographie/

FOCUS CHIMIE

Les 4 principaux instituts en chimie de la CAS

Par le bureau du CNRS en Chine[1]

INSTITUTE OF CHEMISTRY
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

L'Institut de Chimie de l'Académie des Sciences de Chine (ICCAS)

L'Institut de chimie de l'Académie des sciences de Chine (ICCAS) a été fondé **en 1956**. Il est l'une des principales institutions de recherche en chimie de Chine. Multidisciplinaire, l'ICCAS est dédié à **la recherche fondamentale en sciences chimiques et aux développements de hautes technologies clées** à la frontière des sciences moléculaires et nanomoléculaires, des matériaux organiques et des polymères, de la chimie biologie, de l'énergie et de la chimie verte.

5 principaux domaines de recherche à l'ICCAS :

- La science des polymères
- La chimie physique
- La chimie organique
- La chimie analytique
- La chimie inorganique

Depuis sa création, les scientifiques de l'ICCAS ont reçu plus de **300 prix** nationaux et régionaux. L'Institut figure depuis 10 ans parmi les meilleures institutions en Chine en termes de publications et de citations (SCI), et est en tête du **nombre de brevets** déposés parmi les instituts de la CAS.

Les structures de recherche de l'ICCAS :

3 Laboratoires clés d'État[2]

- Laboratoire clé d'État de la dynamique des réactions moléculaires (mrdlab)
- Laboratoire clé d'État de chimie structurale des espèces instables et stables (ussl)
- Laboratoire clé d'État de physique et de chimie des polymères (polymer)

8 Laboratoires clés de la CAS

- Laboratoire des solides organiques (oslcas)
- Laboratoire de photochimie (ipc)
- Laboratoire de nanostructure moléculaire et nanotechnologie (spm)
- Laboratoire de colloïde, d'interface et de thermodynamique chimique
- Laboratoire des plastiques techniques (eplab)
- Laboratoire de reconnaissance moléculaire et fonction (lmrf)
- Laboratoire de chimie analytique pour les biosystèmes vivants (aclcas)
- Laboratoire des matériaux polymères avancés
- Laboratoire d'impression verte

2 Centres de recherche associés

- Centre de matériaux polymères avancés
- Centre d'analyses et de mesures physico-chimiques

L'ICCAS participe également activement aux échanges internationaux et à la formation des jeunes talents.

L'Institut coopère avec plus de 20 instituts de recherche et universités à l'étranger dont l'***American Chemical Society*** (ACS) et la ***Royal Society of Chemistry*** (RSC), ***l'Institut Max Planck*** (Allemagne), le **RIKEN** (Japon), **l'Institut des sciences moléculaires** (Japon), **l'Université de Tokyo** et le **CSIRO** (Australie).

33 accords de coopération avec des entreprises de renommée internationale ont été signés.

Actuel directeur : M. ZHANG Deqing 张德清

Site Web de l'ICCAS: (en aglais) http://english.ic.cas.cn/About_us2016/Overview2016/

[1] Sources : Sites internet des instituts

[2] *State Key Lab. of Molecular Reaction Dynamics; State Key Lab. of Structural Chemistry of unstable and Stable Species; State Key Lab. of Polymer Physics and Chemistry*

中国科学院上海有机化学研究所
Shanghai Institute of Organic Chemistry, CAS

L'Institut de chimie organique de Shanghai (SIOC)

L'Institut de chimie organique de Shanghai (SIOC) a été **fondé en mai 1950,** comme les 15 premiers instituts créés par l'Académie des sciences de Chine (CAS). La mission du SIOC est de mener des recherches de pointe en **chimie organique** et disciplines connexes.

Les principaux travaux de l'Institut sont :

- La synthèse totale d'insuline bovine cristalline
- La synthèse totale d'Ala-tRNA de levure
- Le développement de plastiques contenant du fluor
- La recherche fondamentale en chimie organique
- La recherche fondamentale en chimie organométallique
- La synthèse de produits naturels complexes

Depuis sa création, le SIOC a remporté **363 prix** de recherche, dont 75 au niveau national. Ses chercheurs ont déposé plus de **1 028 brevets** et ont publié plus de **12 000 articles** académiques.

9 000 scientifiques et universitaires ont visité le SIOC, dont 15 Nobel de chimie.

Le SIOC met de plus en plus l'accent sur la coopération scientifique internationale et régionale en s'appuyant sur des projets de collaboration, des programmes de recherche sous contrat et des laboratoires conjoints avec des entreprises et des institutions universitaires étrangères. Plus de **3 000 chercheurs** de l'Institut ont été invités en mission à l'étranger et plus de 90 séminaires universitaires internationaux et bilatéraux ont été organisés.

Les structures de recherche du SIOC[3]:

2 Laboratoires clés d'État

- Laboratoire clé d'État de chimie des produits bioorganiques et naturels (sklb)
- Laboratoire clé d'État de chimie organométallique (sklo)

4 Laboratoires clés de la CAS

- Laboratoire clé de chimie organofluorée (clo)
- Laboratoire clé de chimie organique de synthèse des produits naturels (ckls)
- Laboratoire clé de chimie de synthèse et d'auto-assemblage des molécules fonctionnelles organiques (lpoc)
- Laboratoire clé des matériaux de maîtrise de l'énergie (lms)

Autres laboratoires associés

- Le SIOC abrite également le Centre de recherche interdisciplinaire en biologie et chimie (lccc/CAS)
- Le Laboratoire conjoint de synthèse chimique Shanghai-Hong Kong.

L'Institut emploie **800 personnes**, dont **8 universitaires** de la CAS, **286 chercheurs** et **ingénieurs**, **672 étudiants** diplômés et **60 stagiaires** postdoctoraux.

Actuel directeur : M. TANG Yong 唐勇

Site Web SIOC: (en anglais) http://english.sioc.cas.cn

[3] *State Key Lab. of Bio-organic and Natural Products Chemistry; State Key Lab. of Organometallic Chemistry; Key Lab. of Organofluorine Chemistry, CAS; Key Lab. of Synthetic Chemistry of Natural Substances, CAS; Key Lab. of Synthetic and Self-Assembly Chemistry for Organic Functional Molecules, CAS; Key Lab. of Energy Control Materials, CAS; Interdisciplinary Center of Biology and Chemistry, CAS*

ChangChun Institute Of Applied Chemistry
Chinese Academy Of Sciences

L'Institut de Chimie appliquée de Changchun (CIAC-CAS)

L'Institut de chimie appliquée de Changchun (CIAC) a été **créé en 1948** (Ex institut industriel du Nord-Est).

Le CIAC abrite **10 laboratoires et unités** qui mènent des recherches fondamentales et appliquées **en sciences des polymères, chimie inorganique, chimie analytique et chimie physique.**

Les recherches du CIAC portent également sur **les ressources et l'environnement**, **les matériaux avancés**, les **ressources énergétiques nouvelles et renouvelables**. L'Institut ambitionne de devenir un centre d'innovation de premier plan dans **les domaines des polymères et des terres rares**.

Fin 2021, il comptait **895 employés**, dont **490 scientifiques** (**140 professeurs titulaires**), **7 membres** de la CAS et **4 membres** de la *World Academy of Sciences*.

Le CIAC, qui a accueilli plus de **540 doctorants** et **500** étudiants **en maîtrise**, propose **des programmes d'études supérieures et postdoctorales** en chimie inorganique, chimie analytique, chimie organique, chimie physique, chimie des polymères, physique et chimie appliquées.

Les structures de recherche du CIAC[4] :

- Laboratoire d'ingénierie des polymères (pel)
- Laboratoire en chimie verte et des procédés (gcpl)
- Centre national de recherche analytique en électrochimie et spectroscopie (narce)

2 éditions de journaux de la *Chinese Chemical Society* :

- *The Journal of Analytical Chemistry;*
- *Journal of Applied Chemistry and Chemistry Communication*

Actuel directeur : YANG Xiaoniu 杨小牛

Site Web CIAC (en anglais) **:** http://english.ciac.cas.cn/

[4] *Polymer Engineering Lab. ; Green Chemistry and Process Lab. ; National Analytical Research Center of Electrochemistry and Spectroscopy*

中国科学院大连化学物理研究所
DALIAN INSTITUTE OF CHEMICAL PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

L'Institut de chimie physique de Dalian (DICP-CAS)

L'Institut de chimie physique de Dalian (DICP) est spécialisé dans les domaines de **la catalyse**, du **génie chimique**, de la **dynamique des réactions moléculaires**, de la **synthèse organique** et de la **chromatographie** pour **la chimie analytique moderne** et la **biotechnologie**.

La recherche au DICP se concentre sur **les énergies durables** et **l'environnement, les biotechnologies** et les **matériaux avancés.**

- **26 scientifiques** du DICP ont été élus membres de la CAS et de l'Académie chinoise d'ingénierie (CAE).
- L'Institut emploie plus de **1 500 employés**, **1 200 étudiants** en sont diplômés (Sept. 2019).
- Le DICP est lauréat de **93 prix nationaux** en S&T et de plus de **230 prix provinciaux.**

Les diplômes de doctorat et de maîtrise préparés sont en physique atomique et moléculaire, optique, chimie physique, chimie organique, chimie analytique, physique des matériaux et chimie, génie chimique, sciences et génie de l'environnement, génie biochimique et catalyse industrielle.

[5] *Energy Environmental Engineering; Low-Carbon Catalysis and Engineering; Solar Energy; Energy Storage; Hydrogen Energy and Advanced Materials; Energy Research Resources; Basic and Strategic Studies on Energy*

[6] *State Key Lab. of Catalysis; State Key Lab. of Molecular Reaction Dynamics*

[7] *Lab. of Instrumentation and Analytical Chemistry; Lab. of Fine Chemicals; Lab. of Catalysts and New Materials; Lab. of Biotechnology; Lab. of Dalian Light Source Scientific Research; Chinese Medicine Science Center; Division of Biomass Conversion and Bio-Energy; Division of Fossil Energy Conversion*

Les structures de recherche du DICP

Le DICP abrite le **premier laboratoire national de Chine dédié à la recherche sur les énergies propres**, **le *Dalian National Laboratory for Clean Energy*** (**DNL**).

Divisé en 10 domaines[5] scientifiques, le DNL axe ses recherches sur la transformation et l'utilisation des combustibles fossiles, les technologies des énergies propres et durables et leurs impacts économiques.

- Conversion de l'énergie fossile
- Catalyse et ingénierie bas carbone
- Génie énergétique de l'environnement
- Stockage de l'énergie
- Hydrogène Energie et Matériaux Avancés
- Conversion de la biomasse et de la bioénergie
- Energie solaire
- Études fondamentales et stratégiques sur l'énergie
- Ressources de recherche énergétique
- Instrumentation et chimie analytique (liac)

2 Laboratoires clés d'État[6]

- Laboratoire clé d'État de Catalyse (SKLC)
- Laboratoire clé d'État de Dynamique des Réactions Moléculaires (SKLMRD)

5 Laboratoires de la CAS[7] :

- Laboratoire d'instrumentation et de chimie analytique (liac)
- Laboratoire de chimie fine (finechem)
- Laboratoire de recherche sur la lumière (ldls)
- Laboratoire de catalyse et nouveaux matériaux (lcnm)
- Laboratoire de biotechnologies

Autres institutions associées :

- Centre de médecine traditionnelle chinoise (mccm)
- L'Institut de **chimie physique** de Lanzhou
- L'Institut de **chimie du charbon** à Taiyuan
- Le 42e institut de l'Académie de la Coalition du calcul scientifique universitaire (CASC) à Xiangfan.

Actuel directeur : LIU Zhongmin 刘中民

Site Web DICP (en anglais) **:** http://english.dicp.cas.cn/

PROJET

IRP GRADIENTS

Impact des changements climatiques sur les pucerons des céréales en Europe et en Chine[1]

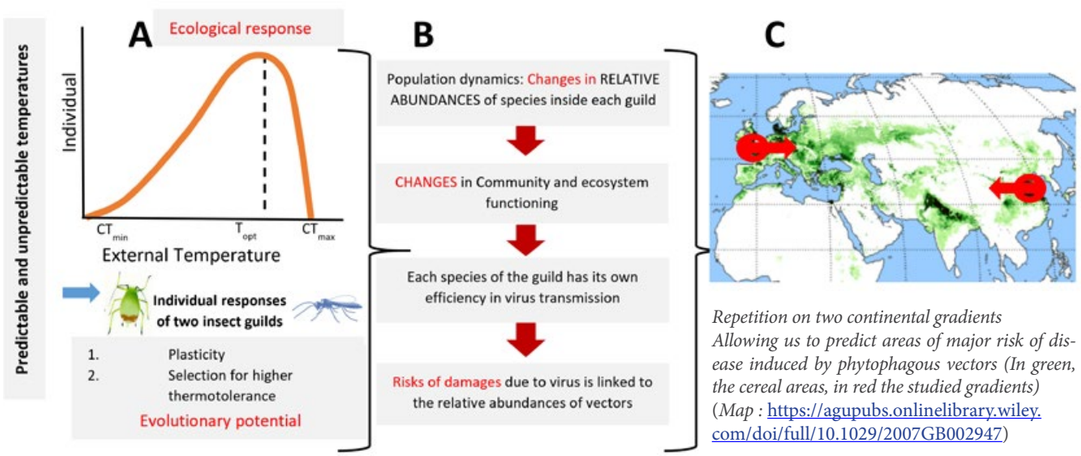
Par Joan van Baaren

Joan van Baaren est professeure à l'Université de Rennes 1, en délégation au CNRS en 2021, et directrice de l'UMR-CNRS 6553 ECOBIO.

Contexte scientifique

Un défi majeur face au changement climatique global est de comprendre les mécanismes écologiques et évolutifs par lesquels **les stress environnementaux** influencent les réponses individuelles des organismes et leurs conséquences sur la dynamique des populations, la structure des communautés et le fonctionnement des écosystèmes. Les réponses individuelles au stress limitent la mortalité mais sont coûteuses, et au détriment des investissements énergétiques dans d'autres traits de l'histoire de la vie, comme la reproduction. Ces réponses individuelles affecteront donc la dynamique des populations de chaque espèce en fonction de sa capacité de résistance, elle-même issue d'une évolution antérieure. Ceci détermine les abondances relatives des différentes espèces soumises aux mêmes conditions de stress au niveau des guildes, avec des conséquences sur la structure des communautés. De plus, si à l'intérieur de la communauté, une guilde d'espèces transmet des virus à des rythmes différents, les changements de leurs abondances relatives impactent le fonctionnement de l'écosystème et sa productivité dans le cas d'un agrosystème (Fig. 1).

De nos jours, nous ne sommes pas à même de déterminer dans quelle mesure **les réponses individuelles aux stress environnementaux peuvent modifier le fonctionnement de l'ensemble de la communauté et sa résilience**, ni de comprendre les répercussions de ces stress environnementaux sur la productivité d'un agro- ou écosystème. Deux raisons principales peuvent expliquer ces obstacles (a) **Les communautés écologiques sont complexes,** avec des quantités d'espèces en interaction trop importantes pour être comprises dans des projets à court terme (b) **Chaque composante du défi représente un domaine d'expertise spécifique** dirigé par une communauté scientifique différente. Surmonter ces obstacles représente un enjeu majeur car la biodiversité est soumise à des stress variés liés aux impacts des activités humaines sur la persistance des espèces dans les agro-écosystèmes, le maintien des services écosystémiques et la propagation des maladies. En abordant ces défis à une échelle sans précédent, **le projet GRADIENTS sera en mesure de fournir des prédictions** basées sur le type de stress vécu par les individus pour les communautés résultantes et leur fonctionnement, y compris les risques épidémiologiques de propagation de maladies.



■ Fig 1: *The different scales of GRADIENTS: from individual responses (both ecological and evolutionary) to predictable and unpredictable temperatures (A) to community levels, to risk of virus transmission and damages to the crops (B): study in cereal fields on two continental gradients (in red, from West to East in Europe, from East to West in China) (C)*

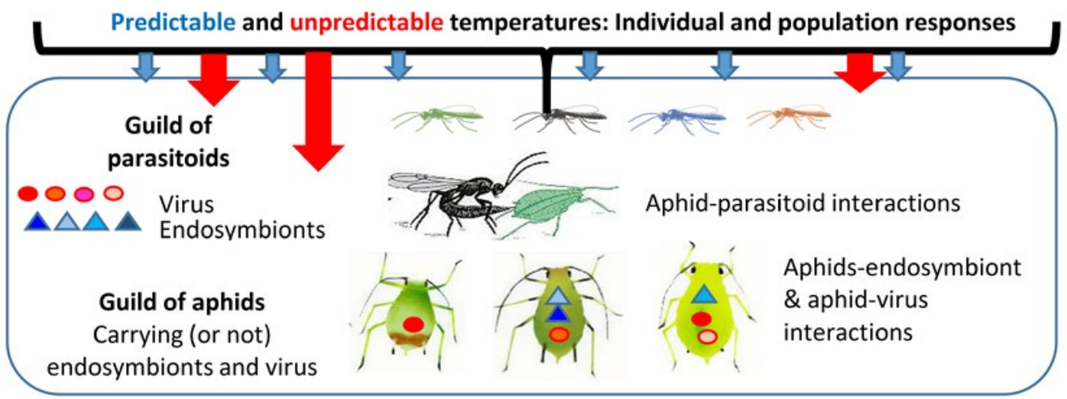
Contexte appliqué

Ces recherches sont menées sur **la guilde des pucerons des céréales** (3 espèces principales). Ces pucerons, originaires d'Europe, existent aussi en Chine et sont vecteurs de différents virus dont le complexe des **virus de la jaunisse nanisante de l'orge** (*Barley Yellow Dwarf Virus –BYDV*), qui provoque des baisses importantes des rendements céréaliers. Le taux de transmission des différentes espèces de virus dépend de l'abondance relative des espèces de pucerons, **chaque espèce ayant ses propres caractéristiques dans la propagation du virus** sur les points des espèces transmises et du taux de transmission de chacune.

Des observations de terrain déjà réalisées dans l'est de la Chine et l'ouest de la France depuis plusieurs années montrent que **le changement climatique affecte fortement les abondances relatives des 3 espèces de pucerons**, et ce dans les deux pays. Dans les deux cas, la même espèce de puceron *Sitobion avenae* est en déclin, remplacée par *Metopolophium dirhodum* en Europe occidentale et par *Rhopalosiphum padi* en Chine. Dans les deux cas de déclin de *S. avenae*, des études indépendantes menées en Chine et en France conduisent aux mêmes résultats : **la différence de tolérance thermique** (c'est-à-dire la capacité à résister aux stress thermiques) entre les espèces de pucerons est responsable des changements de leurs abondances relatives au niveau de la guilde.

Cependant, d'autres facteurs peuvent également entrer en jeu car les pucerons interagissent étroitement avec leurs parasitoïdes, qui réagissent également aux changements de température et indépendamment des pucerons. De plus, les pucerons et les parasitoïdes contiennent **des bactéries endosymbiotiques** éventuellement impliquées dans leur thermotolérance.

Toutes ces interactions ont un impact possible sur les abondances relatives des différentes espèces de pucerons et donc sur la transmission de virus : on s'attend à ce que le risque de maladie soit fortement modifié dans les différentes zones de culture du blé dans les prochaines années en raison du changement climatique, et cela sur les deux gradients continentaux.



■ Fig. 2. *The interactions inside the study community*

[1] Relier les mécanismes moléculaires de la tolérance au stress à la structure des communautés : le cas des pucerons des céréales, de leurs endosymbiontes et de leurs ennemis naturels dans le contexte du changement climatique sur deux gradients continentaux.

L'intérêt d'étudier les gradients longitudinaux

Les gradients environnementaux sont connus pour exercer un effet majeur sur les populations qui adaptent leur physiologie à l'environnement thermique local. Par conséquent, les traits d'histoire de vie et les stratégies sont connus pour covarier avec **les clines latitudinaux ou altitudinaux** et montrer des variations inter-populationnelles le long d'un gradient géographique. L'origine géographique d'une population a une forte influence sur sa tolérance au froid; c'est pourquoi les individus des latitudes élevées ont tendance à être mieux adaptés aux environnements plus froids que ceux des latitudes plus basses, et le même schéma existe pour la tolérance à la chaleur.

Chez les insectes, les stratégies d'hivernage comprennent principalement la diapause ou le maintien de l'activité, mais dans cette dernière stratégie les individus actifs doivent résister aux températures hivernales. Pour résister aux températures chaudes, certaines espèces d'insectes sont également connues pour entrer en diapause estivale, mais d'autres se maintiennent en activité. **La photopériode** est le déterminant majeur pour induire la diapause, **la température** étant le second.

L'utilisation de **gradients longitudinaux**, significativement moins documentés que les gradients latitudinaux pour étudier **l'influence du climat sur la thermotolérance des insectes** et sur **la stratégie de résistance** qu'ils adoptent, permet d'analyser séparément les effets de la photopériode de ceux de la température.

C'est pourquoi nous utiliserons dans cette étude un gradient **Ouest-Est en Europe** (de la Bretagne à la République Tchèque) et un gradient **Est-Ouest en Chine**, dans les deux cas dans les zones de culture du blé. Ces gradients présenteront également des différences dans la fréquence des événements imprévisibles pouvant induire un effondrement des populations, ce qui influencera les stratégies de résistance aux stress thermiques chez chaque espèce du système. Les différentes réponses évolutives affecteront les abondances relatives des espèces et le fonctionnement de la communauté.

Les principales étapes du projet

L'objectif de ce projet de recherche est de **relier la capacité de différentes espèces** en interaction, pucerons et leurs parasitoïdes, à résister et à s'adapter à des extrêmes de températures chaudes et froides (qui sont de plus en plus fréquentes), à la dynamique des populations de chaque espèce, et donc à l'évolution de leurs abondances relatives au sein de chaque guilde. Pour cela, les pucerons et parasitoïdes des céréales seront échantillonnés sur deux gradients continentaux (Europe : de l'Ouest de la France à la République Tchèque et sur un gradient Est-Ouest en Chine dans la zone de production de blé) pendant plusieurs années. La thermotolérance sera mesurée au niveau individuel pour chaque espèce de pucerons et de parasitoïdes en **5 localités des deux gradients continentaux** et liée à la dynamique des populations de chaque espèce des deux guildes (évolution des proportions relatives des espèces). Les virus contenus dans les pucerons et dans les plantes seront analysés sur les 5 points de chaque gradient, ainsi que les endosymbiontes, si des financements complémentaires sont obtenus.

Origine de la collaboration

Les premiers contacts entre l'**UMR-CNRS 6553 ECOBIO** et l'*Institute of Plant Protection* de la CAAS (*Chinese Academy of Agricultural Sciences*) ont eu lieu lors du premier congrès international de Biocontrôle (*The first international congress of Biocontrol*) qui s'est tenu à Beijing en mai 2018, au cours duquel la Prof. **Joan van Baaren**, le Prof. **MA Chun-Sen** et le chercheur **MA Gang** ont co-organisé un symposium. Ils ont échangé sur les résultats de la recherche, et ont vu qu'il y avait beaucoup de points communs dans leurs objectifs respectifs. **Cela a donné l'idée de développer une collaboration forte**. MA Chun-Sen et MA Gang ont été accueillis à l'Université de Rennes 1 sur le programme de « Scientifiques invités » en novembre 2018. Joan van Baaren a visité le CAAS en mai 2019, afin d'écrire les bases de ce projet, qui a ensuite été discuté dans les deux laboratoires, augmentant ainsi le nombre de chercheurs participants.

Plusieurs membres d'ECOBIO sont impliqués dans ce projet, **David Renault** (EC), **Cécile Le Lann** (EC), **Hervé Colinet** (CR CNRS) et **Philippe Vernon** (DR CNRS émérite). La première phase du projet a été déposée en septembre 2019 au CNRS pour la **mise en place d'un IEA** (*International Emerging Action*), qui a été accepté en janvier 2020, pour une durée de 2 ans (2020 et 2021). Ce projet a aussi été déposé dans le cadre de l'appel à projet Campus France (appel Découverte Chine), qui a été accepté pour l'année 2020. Le projet s'articule autour de **3 thèses** : une thèse en co-direction Hervé Colinet-Ma Chun Sen (octobre 2020-octobre 2023) et deux thèses en co-direction Joan van Baaren/Ma ChunSen/Cécile Le Lann/Ma Gang (octobre 2021-octobre 2024).

A la fin de cet IEA, le projet d'IRP a été écrit en incluant des partenaires de l'**Université de Louvain-La-Neuve** (UCLouvain, https://uclouvain.be), avec 3 groupes de recherche concernés : (1) groupe: Ecologie des interactions et Contrôle Biologique Prof. **Thierry Hance** et Dr. **Kévin Tougeron** (2) *Evolution and Ecophysiology group* : Prof. **Bertanne Visser** (3) *Earth and climate group* : Prof. **Francesco Ragone**. Les différents chercheurs de l'UCL collaborent depuis longtemps avec différents chercheurs d'ECOBIO.

Présentation des partenaires impliqués

L'UMR CNRS-6553 ECOBIO (160 membres) couvre l'ensemble des domaines de l'écologie : écologie évolutive, écologie comportementale, écologie des communautés, écologie fonctionnelle et écologie du paysage.

L'UMR ECOBIO analyse **les dynamiques de la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes continentaux face aux changements globaux** en cours (essor démographique, dérèglements climatiques, usages des terres) dans une optique de développement durable (gestion sobre des ressources naturelles, conservation, ...). Le fonctionnement des écosystèmes continentaux et des services éco-systémiques associés est appréhendé au travers du prisme de l'analyse de la biodiversité, du gène au paysage. **L'étude des mécanismes reliant structure et fonction des écosystèmes sont au centre de nos travaux**, que ce soit pour le maintien de la biodiversité, les transferts de matières ou l'adaptation aux contraintes.

Les conséquences écologiques et évolutives des changements en cours (usages des terres, changement climatique, contamination environnementale, artificialisation des milieux) sont aussi étudiées, notamment la réponse des individus et des populations aux stress induits, et celle des communautés aux perturbations. Les écosystèmes concernés ont pour la plupart une forte composante anthropique et la prise en compte des activités humaines en tant que facteur d'organisation est un des enjeux de nos recherches.

Femelle de parasitoïde pondant dans un puceron

Université de Louvain-La-Neuve

Prof. Thierry Hance

Dirigé par Thierry Hance, **le laboratoire «Ecologie des interactions et lutte biologique»** s'intéresse à la biodiversité et aux interactions des espèces entre elles et avec leur environnement. Ils étudient l'évolution des systèmes trophiques à travers les relations entre les plantes, les insectes herbivores, les bactéries symbiotiques et les ennemis naturels. Les projets de recherche combinent **écologie fondamentale** (physiologie, comportementale et sociale) et **écologie appliquée** (lutte biologique principalement contre les ravageurs en agriculture) et s'inscrivent à la fois dans des approches fondamentales et **industrielles**. Les résultats sont utilisés pour comprendre les processus de co-évolution et **développer de nouveaux systèmes de protection des cultures**.

Bertanne Visser, Chercheuse qualifiée au FNRS effectue des recherches sur la **métabolisation des lipides** chez les guêpes parasitoïdes.

Francesco Ragone est météorologiste, spécialiste des évènements imprédictibles. **L'étude d'événements extrêmes rares dans le système climatique** est extrêmement difficile, car il est souvent impossible d'avoir des données d'observation ou d'exécuter des simulations numériques suffisamment longtemps pour échantillonner un nombre suffisant d'événements pour avoir des statistiques fiables. Son équipe a récemment montré comment, dans le cas de la modélisation numérique, ce problème peut être abordé en utilisant des algorithmes d'événements rares, **des outils numériques développés au cours des dernières décennies en physique statistique** pour réduire l'effort de calcul requis pour échantillonner des événements rares dans des systèmes dynamiques.

MA Chun-Sen est directeur de l'Institut de Protection des Plantes de la *Chinese Academy of Agricultural Sciences* de Pékin.

L'Institut pour la protection des plantes (IPP) de l'Académie chinoise des sciences agricoles (CAAS)

L'équipe du professeur Ma-Chun-Sen étudie **les réponses démographiques et d'abondance des insectes nuisibles, des prédateurs et de leurs interactions** aux changements naturels complexes de température, y compris les événements extrêmes. Les chercheurs analysent les caractéristiques de réchauffement pour différentes saisons et régions sur la base d'un ensemble de données historiques et simulent ces caractéristiques à l'aide de plus de **30 chambres climatiques programmées**. Ils observent la démographie et la physiologie en laboratoire, puis vérifient les résultats avec des données de terrain, et enfin testent la généralité des résultats avec une méta-analyse.

L'***Institute of Plant Protection*** **(IPP-CAAS)** a été créé en août 1957. Il s'agit d'un institut national de recherche scientifique spécialisé dans la recherche, la prévention et la lutte contre les ravageurs agricoles qui s'attaquent aux cultures.

7 départements de recherche :

Pathologie végétale/ Entomologie agricole/ Sciences des pesticides/ Lutte biologique/ Invasions biologiques / Sciences et études des rongeurs/ Protection des plantes.

Biotechnologie : L'IPP a été sélectionné pour être l'un des instituts pilotes du **Programme d'innovation en sciences et technologies agricoles** (ASTIP/CAAS) initié en 2013. **16 équipes de R&D&I** sont impliquées.

229 employés, dont 62 professeurs, 69 professeurs associés, 145 doctorants, 2 académiciens de l'Académie chinoise d'ingénierie, 4 jeunes chercheurs distingués par la NSFC, 37 chercheurs postdoctoraux.

L'Institut offre un large éventail de **programmes universitaires** qui débouchent sur des diplômes de 3e cycle.

Diplômes de maîtrise et de doctorat en : pathologie végétale, entomologie agricole et lutte antiparasitaire, science des pesticides, biologie des invasions, sécurité des OGM, lutte biologique, microbiologie agricole, biochimie et biologie moléculaire.

L'IPP héberge des **laboratoires nationaux ou ministériels clés** et des plates-formes de recherche internationales :

- Laboratoire clé d'État pour la biologie des maladies des plantes et des insectes ravageurs
- Centre national des sciences de la sécurité biologique agricole,
- Centre national de recherche internationale sur l'agriculture.
- Laboratoire clé de la lutte intégrée contre les ravageurs des cultures (MOA),
- Laboratoire d'évaluation des risques sur les facteurs de danger biologique influençant la qualité et la sécurité des produits agricoles (MOA)
- Centre de gestion des espèces exotiques envahissantes (MOA)
- Test d'inspection MOA
- Centre pour la sécurité environnementale des OGM et de la résistance des plantes (Pékin),MOA
- *Supervision and Test Center for Pesticide Application Assessment* (Pékin), MOA-CABI
- Joint *Laboratory of Bio–safety*
- *Sino–American Biological Control Laboratory*
- …et 8 stations expérimentales

Ses chercheurs ont publié **plus de 100 ouvrages et 5 400 articles** scientifiques[3], remporté plus de **290 prix**, dont 5 prix nationaux pour le progrès scientifique et technologique (ex : Gestion intégrée de la rouille rayée du blé en 2012).

L'IPP a été labelisé «**Centre national de recherche internationale sur la biosécurité agricole**» par le Ministère chinois de la Science et de la Technologie (MoST).

L'IPP entretient des **coopérations avec une trentaine de pays et d'organisations internationales** à travers le monde, principalement par le biais de programmes, projets de recherche scientifique, montages de laboratoires communs, invitations de professeurs, visites universitaires, formations conjointes, ateliers bilatéraux et conférences internationales...

[3] IPP publie 2 revues académiques en collaboration avec la *China Society of Plant Protection, Chinese Journal of Biological Control and Plant Protection.*

La première conférence internationale "*Biological control*" à Pékin en 2018

Echanges avec le directeur et les chercheurs de l'IPP-CAAS

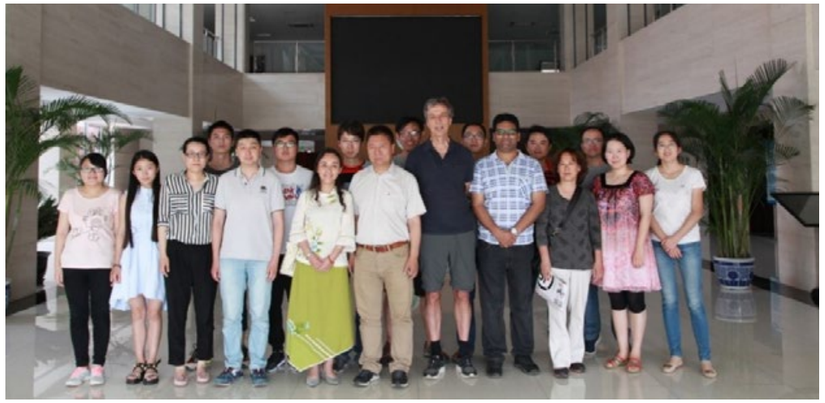


Photo de groupe

Visite à l'Institut en 2007

Mission de terrain dans la province de Shanxi

PROJET

IRP NanoBioCatEchem

A l'interface entre les nanosciences, la nanocatalyse et la biologie sur cellules uniques

Par Christian Amatore

Christian Amatore est directeur de recherche (classe exceptionnelle) au CNRS et à l'École normale supérieure. Membre de l'Académie des Sciences et directeur français de l'IRP NanoBioCatEchem.

Le **LIA NanoBioCatEchem** a été initialement créé en 2015 et a été renouvelé sous forme d'IRP en 2019. Ce partenariat de très haut niveau scientifique, dont le concept original a déjà été validé pendant les 8 ans d'activité du LIA XiamENS (2007-2014) qui réunissait l'**UMR8640-PASTEUR** à **l'Ecole Normale Supérieure** de **Paris** et le ***State Key Laboratory of Physical Chemistry of Solid Surfaces*** de l'Université de **Xiamen**, s'est élargi à de nouvelles thématiques liées, entre autres, à **la détection physicochimique analytique d'espèces traces** et à **la modification précise de surfaces d'électrodes**. Ces nouvelles recherches ont impliqué la participation de l'Equipe **MACSE** de **l'UMR6226-ISCR** de **Rennes** et du ***Key Laboratory of Analytical Chemistry for Biology and Medicine*** de l'Université de **Wuhan.**

L'expérience réussie du LIA XiamENS, qui avait motivé la création de l'IRP NanoBioCatEchem, et son champ d'activité se sont ainsi grandement amplifiés afin de répondre maintenant aux questions de la « triple interface » entre **les nanosciences**, **la nanocatalyse** et **la biologie sur cellules uniques**, participant ainsi au défi de l'interdisciplinarité définie comme une priorité de la politique scientifique du CNRS.

Missions et thèmes de recherche

Le principal but de ce **Programme de Recherche International** (IRP) est de rassembler des experts des quatre unités reconnus mondialement dans plusieurs domaines de **la physicochimie électrochimique** et **électroanalytique,** afin de développer des recherches fondamentales innovantes sur des thématiques uniques à l'échelle mondiale.

Principaux projets de recherche

Il s'agit de recherches à **caractère entièrement fondamental** sur la compréhension tant de phénomènes biologiques essentiels étudiés à l'échelle de la cellule individuelle (essentiellement ENS/Wuhan) que d'aspects liés à la détection physicochimique analytique d'espèces traces (ENS/Wuhan/Xiamen) et à l'activation catalytique de petites molécules par le contrôle des structures de nanomatériaux ou de films nanostructurés sur électrodes (ENS/Rennes/Xiamen).

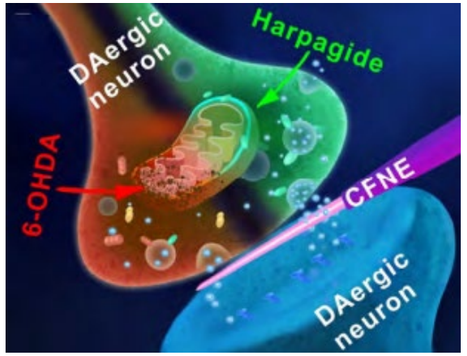
Ce partenariat équilibré repose sur la complémentarité des équipes et des compétences :

- **L'équipe de Rennes** est réputée pour ses contributions en électrochimie physique et en modifications de surfaces par des films moléculaires actifs.
- **Les équipes de l'ENS** pour leurs contributions en électrochimie physique, modélisation de la réactivité électrochimique, microfluidique, microfabrications et biologie naturelle et artificielle.
- **Les équipes de Wuhan** pour l'utilisation des nanosciences en bio-électrochimie pour la biologie et les techniques séparatives en microfluidique.
- **Les équipes de Xiamen** pour leurs expertises en nanocatalyse, en méthodes spectroscopiques fondées sur le Raman exacerbé par plasmons de surface et la prédiction par DFT des spectres correspondants.

A ce jour, cette coopération a été source de **14 publications** parues dans des revues internationales de rang A (IF > 3), de **16 conférences plénières** et **d'une vingtaine de communications orales** dans les meilleurs congrès internationaux des domaines concernés par les participants français.

Trois exemples récents de projets viennent illustrer notre coopération :

Etude de l'amélioration de la libération de la dopamine synaptique par l'harpagide mesurée avec des nano-électrodes ampérométriques



La maladie de Parkinson (MP) est une maladie neurodégénérative caractérisée par une perte progressive de neurones dopaminergiques et une diminution du taux de dopamine dans le mésencéphale. Des études récentes suggèrent que **certains produits naturels pourraient protéger les neurones de la dégénérescence** mais leur rôle sur la libération des neurotransmetteurs et les mécanismes sous-jacents n'ont jamais été étudiés en raison du manque d'analyses techniques appropriées.

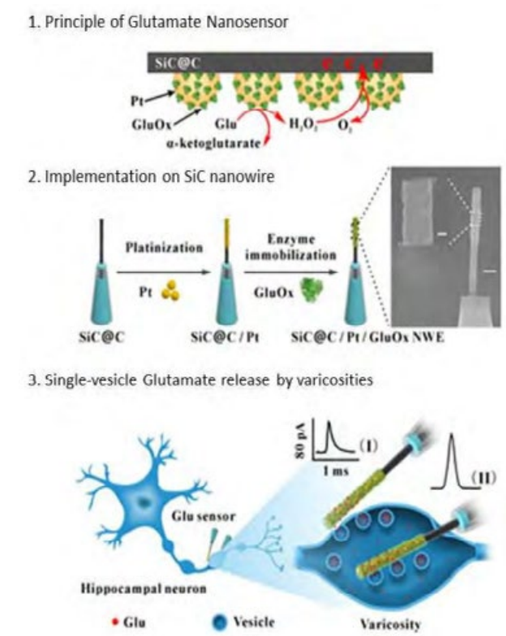
Dans notre étude**, des nano** électrodes **ont été utilisées pour la première fois** pour quantifier la libération de dopamine à l'intérieur de synapses dopaminergiques uniques.

Nos résultats ont démontré sans ambiguïté que l'**harpagide**, un produit naturel, améliore de façon significative la libération de dopamine synaptique et restaure la libération de dopamine à des niveaux normaux de neurones endommagés dans le modèle MP. Il a été démontré que **ces effets protecteurs et curatifs** résultaient du fait que l'harpagide inhibe efficacement la phosphorylation et l'agrégation de l'α-synucléine en allégeant le niveau d'oxygène réactif intracellulaire, ce qui est **bénéfique pour le chargement et le recyclage des vésicules**.

Ce travail montre que l'harpagide offre des pistes prometteuses pour des interventions préventives ou thérapeutiques contre la maladie de Parkinson et d'autres troubles neurodégénératifs.

Mesure quantitative nano-ampérométrique de la teneur en glutamate intra vésiculaire et de sa libération quantique par les neurones

Le glutamate (Glu) est un neurotransmetteur excitateur fondamental impliqué dans le contrôle de la transmission et la plasticité synaptiques. Les molécules de glutamate sont libérées par exocytose vésiculaire dans le système nerveux central. La mesure de la quantité, totale ou partielle, de glutamate libéré par les vésicules n'était pas établie. Aussi, les mesures quantitatives du Glu intra vésiculaire et déversé par exocytose au niveau du système nerveux central restaient un défi que nous avons relevé par **la fabrication d'un nouveau nano biocapteur**.

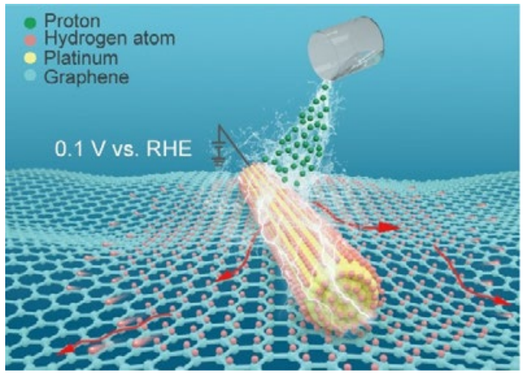


Celui-ci nous a permis de mesurer en temps réel les flux de Glu libérés par exocytose par de grandes vésicules de Glu (environ 125 nm de diamètre) présentes dans les varicosités axonales hippocampiques simples. Le même biocapteur nanoélectrochimique a été utilisé à l'intérieur des varicosités où les vésicules contenant du Glu peuvent se rompre spontanément à leur surface et diffuser complètement leur contenu. La combinaison de ces deux séries de mesures a révélé qu'au cours d'une exocytose normale dans les neurones hippocampiques vivants, **les vésicules ne libèrent qu'entre un tiers et la moitié de leur teneur en molécules de glutamate**.

Ces travaux ouvrent de nouvelles possibilités d'investigation, in situ et dans le temps, des mécanismes de neurotransmission glutamatergique et de plasticité synaptique.

Stockage électrochimique d'hydrogène atomique sur feuillets de graphène

À condition que l'hydrogène puisse être stocké et transporté en toute sécurité à haute densité, les piles à combustible à hydrogène offriraient des solutions très efficaces et parfaitement écologiques pour la propulsion des véhicules. Cependant, ni le gaz comprimé ni l'hydrogène liquide ne semblent suffisamment sûrs pour une utilisation quotidienne dans les applications mobiles, compte tenu des risques d'accident et de leurs conséquences possibles en milieu urbain, liées à la haute inflammabilité de l'hydrogène. Par conséquent, **les approches consistant à adsorber l'hydrogène atomique (H), tandis que l'hydrogène moléculaire est H2**, paraissent offrir une excellente solution pour son stockage en vue de propulser des véhicules en milieu urbain. En outre, par rapport aux solutions fondées sur les batteries électriques, l'avantage écologique serait évident.



Parmi les matériaux possibles pour le stockage de l'hydrogène, **le graphène (Gr) est considéré comme l'un des matériaux les plus prometteurs** à condition d'atteindre un rapport pondéral (% H/Gr en poids) significatif. Plus précisément, le département de l'énergie américain (DOE) a fixé l'objectif de 5,5% en poids à atteindre en 2025 afin de devenir opérationnel. Ce but est pourtant extrêmement loin de ce qui peut être atteint par le stockage direct de molécules d'hydrogène sur un feuillet de graphène par adsorption physique car cela nécessiterait des températures et des pressions extrêmes vues les forces attractives de van der Waals trop faibles. À cet égard, **l'adsorption chimique stable d'hydrogène atomique (H) sur feuillet de graphène monocouche (SLGr)** apparaît comme le Graal avec une capacité de stockage maximale théorique de 7,7 % en poids dans des conditions de sécurité optimales. Cependant, générer des adduits atomiques Gr-H à partir de H2 nécessite à nouveau des températures et des pressions extrêmes compte tenu de la stabilité de la molécule d'hydrogène vis-à-vis de ses deux atomes libres.

En revanche, **des atomes d'hydrogène (H)** peuvent facilement être produits dans des conditions douces par réduction électrochimique de solutions acides sur des nanoélectrodes de platine déposées au contact de feuillets de graphène, et se répandre spontanément sur ces derniers par adsorption physique réversible et diffusion. La quantité de platine Pt utilisée est minimale car il ne sert que de catalyseur comme nous avons pu le démontrer en utilisant **l'électrochimie dynamique et la spectroscopie Raman isotopique**. De plus, la cinétique du processus et la capacité de stockage (6,6% en poids, soit plus de 85% du maximum théorique, déjà supérieur à l'objectif fixé par la DOE) sont associés à une stabilité importante des dispositifs H-Gr chargés à température ambiante et à pression atmosphérique.

Autant de résultats et de pistes, en recherche fondamentale, encourageantes dans une quête de stockage de l'hydrogène plus sure et plus écologique pour la planète. ⌘

IRP G-Quadruplex-Heli

Etudes des mécanismes moléculaires de la régulation des G-quadruplexes par les hélicases

Par XI Xuguang

XI Xuguang est directeur français de l'IRP G-Quadruplex-Heli, laboratoire de biologie et pharmacologie appliquée (LBPA/CNRS), ENS Paris-Saclay, Université Paris-Saclay.

L'**IRP G-quadruplex-HELI** est un projet de collaboration franco-chinois qui étudie **la structure et la fonction des protéines interagissant avec l'ADN.**

Son approche multidisciplinaire s'appuie sur des méthodes biochimiques et biophysiques, d'enzymologie, à l'échelle de la molécule unique, de la biochimie structurale, pour l'étude des hélicases et des polymérases qui déstabilisent les G-quadruplexes[1].

Les séquences de certains génomes pourraient former des structures stables en G-quadruplexes (G4) et jouer un rôle biologique

L'intérêt pour la possibilité que des séquences génomiques riches en guanine (G)[2] puissent **former des structures très stables en G-quadruplexes** (G4) à la fois *in vitro* et *in vivo* et **jouer des rôles biologiques** s'est accru lorsqu'il est devenu évident que **ces séquences existaient** dans les télomères[3] et à proximité des promoteurs des oncogènes[4].

Les répétitions d'ADN télomériques riches en G en 3' des extrémités sortantes monocaténaires des télomères humains peuvent conduire à la formation de boucles T et de G4. **La stabilité exceptionnelle de ces structures peut constituer une menace potentielle pour la stabilité du génome** et les G4 doivent être démantelés pour permettre une réplication efficace des télomères (Fig.1).

Dans le cadre de l'IRP, en collaboration avec les chercheurs de **l'Institut de physique de l'Académie chinoise des sciences (CAS)**, des **universités de Shanghai, de Wuhan,** et de l'**Université North-West**

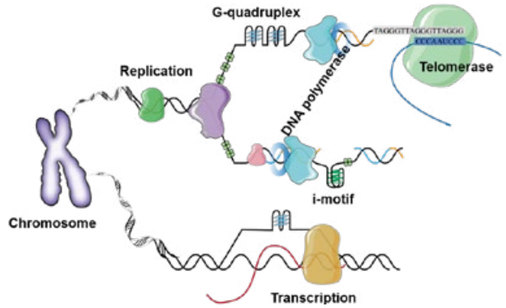


Figure 1 : Présentation schématique des G-quadruplexes, hélicases et télomères impliqués au cours de la maintenance, de la réplication et de la transcription du génome.

A&F (Fig.2), nous avons révélé, en utilisant différentes méthodes de la physique à la biologie, **les aspects moléculaires des mécanismes de l'ouverture des G4 par des hélicases**, des enzymes décrites classiquement comme **pouvant séparer les deux brins de la double hélice d'ADN**.

Figure 2 : Les chercheurs, les post-doctorants et les étudiants en thèse venant des différents laboratoires partenaires impliqués dans le projet de l'IRP.

[1] Un G-quadruplex (G4) est une structure secondaire à quatre brins que peuvent adopter les acides nucléiques (ADN ou ARN) riches en résidus guanine.

[2] La guanine (G) est l'une des quatre bases chimiques de l'ADN.

[3] Les télomères sont des régions hautement répétitives de l'ADN, situées à l'extrémité de chaque chromosome.

[4] Gène normal qui a subi une mutation, ou qui provient d'un virus, pouvant déclencher l'apparition d'un cancer.

PROJET

Présentation de l'Institut de Physique de l'Académie des sciences de Chine (IOP)

L'IOP est le principal institut de recherche en Chine dans le domaine de la physique de la matière condensée et des domaines connexes. Créé il y a 90 ans, l'IOP est devenu une organisation de recherche globale et multidisciplinaire engagée dans la recherche sur **la physique fondamentale et appliquée** (physique de la matière condensée, optique, atomique et moléculaire, des plasmas, de la matière molle, théorie de la matière condensée et physique computationnelle…).

- En 2017, l'IOP a été officiellement désigné par le MOST comme **Laboratoire national de Pékin pour la physique de la matière condensée.**
- Il compte **12 laboratoires et 8 centres de recherche**
- **920 employés**, dont **504 scientifiques, 139 techniciens, 63 administratifs, 14 académiciens** (CAS/CAE), **1016 diplômés** (dont **7 étudiants étrangers)** et **210 post doctorants**
- Il joue **un rôle de premier plan dans de nombreux domaines** de la recherche en physique, comme les supraconducteurs, *Weyl Semimetal,* les matériaux 2D, le calcul quantique, la recherche théorique des modèles intégrables, la plasmonique, les nanotubes de carbone, les matériaux plastiques métalliques, la matière molle/biophysique et les matériaux avancés, etc.
- **1300 brevets depuis 1998**
- **L'IOP a été impliqué pour la construction de certaines installations scientifiques majeures** en Chine telles que le *Synergetic Extreme Condition User Facility,* centres de recherche interdisciplinaires *Center for Clean Energy* et *Center for Materials Genome Initiative, HuaiRou Science City* (Pékin), *China Spallation Neutron Source* de DongGuan (Canton) et l'installation de rayonnement synchrotron *Dream Line* de Shanghai.

Source : Site de l' IOP/CAS http://english.iop.cas.cn/

L'hélicase BLM[5] ouvre de manière processive l'ADN double brin et les G-quadruplexes en présence de la protéine de réplication A (RPA)[6].

BLM est une hélicase multifonctionnelle qui joue **un rôle essentiel dans le maintien de la stabilité du génome**. Au cours des nombreuses étapes de la réplication et de la réparation de l'ADN, BLM montre une activité sur des substrats d'ADN distincts mais pas sur de l'ADN double brin (avec une cassure) ayant subi une coupure sur un seul de ses brins. La façon dont BLM réalise ses diverses fonctions reste insaisissable. Cependant, **en utilisant une approche en molécule unique** (Fig.3), nous avons constaté qu'une grande quantité de BLM peut dérouler de manière unidirectionnelle l'ADN double brin à partir d'une cassure lorsqu'une force de déstabilisation externe est appliquée.

Étonnamment, la **protéine de réplication A humaine (hRPA)** garantit non seulement que des quantités limitées de BLM déroulent de manière processive l'ADN double brin (avec une cassure) sous une force réduite, mais permet également **la translocation de BLM** sur les ADN double brin (intacts et avec une cassure), ce qui entraîne **un mode de déroulement bidirectionnel**. Cette activation nécessite un ciblage de BLM sur la cassure et la présence d'hRPA libre en solution alors que les interactions directes entre elles sont superflues.

Les principaux résultats de notre coopération décrivent de nouvelles activités de déroulement de l'ADN par BLM qui facilitent potentiellement sa fonction de commutation dans la réparation de l'ADN.

Nos travaux ont également révélé que **hRPA empêche efficacement la formation de G4** en se fixant à l'ADN simple brin avant son repliement en G4.

Nous avons proposé les mécanismes de RPA pour **prévenir, résoudre et aider les hélicases à éliminer les G4.**

[5] Les **hélicases** constituent une grande famille d'enzymes qui permettent le déroulement de doubles brins d'ADN ou d'ARN

[6] La **protéine de réplication A** (RPA) joue un rôle essentiel dans plusieurs processus associés au métabolisme de l'ADN chez les eucaryotes, notamment dans la réplication, la réparation et la recombinaison.

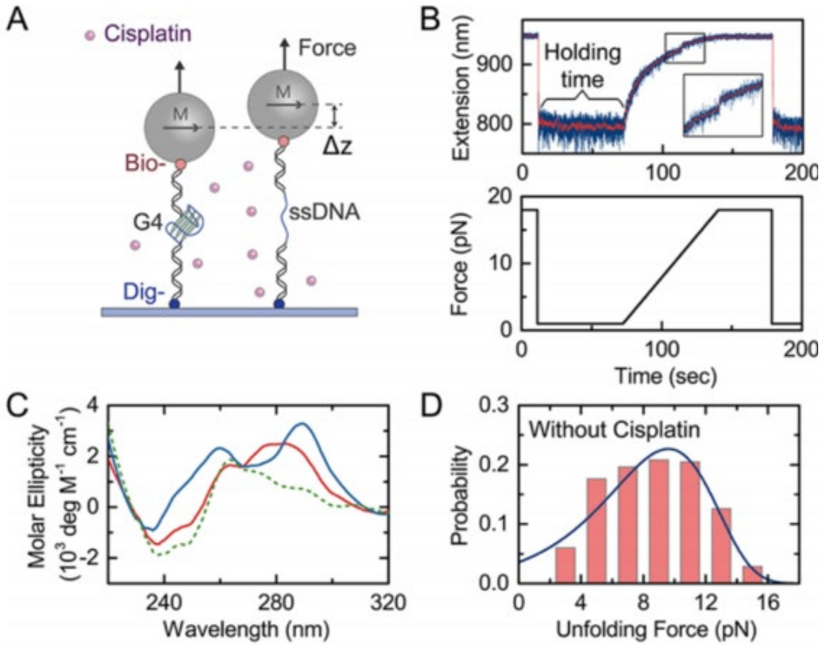


Figure 3 : Principe d'un appareil de pinces magnétiques en molécule unique pour manipuler les G-quadruplexes permettant l'étude et l'effet de différentes protéines sur la stabilité des G4.

Mécanisme structural à la base du dépliement de G-quadruplexes médié par Pif1[7] de *Thermus oshimai*

Bien que la résolution de la structure cristalline de l'hélicase DHX36 ait démontré que les G4 étaient fixés par un motif spécifique à DHX36 (DSM), le manque de détails structuraux pour les autres hélicases, résolvant les G4 sans motifs spécifiques, reste un obstacle à la compréhension complète de **la reconnaissance et du dépliement des G4**.

Notre travail a permis de résoudre **la première structure cristalline aux rayons X du *Thermus oshimai* Pif1** (ToPif) complexé avec un G4, imitant ainsi le G4 physiologique formé lors de la réplication de l'ADN. Strictement différente de la structure G4-hélicase précédemment déterminée de DHX36, notre structure a révélé que ToPif1 reconnaît l'intégralité du G4 natif via un groupe d'acides aminés dans les domaines 1B/2B constituant une surface de reconnaissance du G4 (GRS). La structure du G4 résolue dans ce travail révèle que sa topologie G4 de type hélice à trois couches de tétrades de G est maintenue sans réorganisation significative de ces tétrades lors de la liaison aux protéines.

Les trois tétrades de G dans le G4 sont reconnues de manière différentielle au niveau du squelette ribose-phosphate par les résidus du GRS principalement par le biais d'interactions électrostatiques et ioniques et de liaisons hydrogène. Notre structure explique **comment les hélicases de superfamilles distinctes adoptent différentes stratégies pour reconnaître et déplier les G4**.

Structures cristallines de la transcriptase inverse de la télomérase de champignons tronquée de l'extrémité N-terminale

La télomérase joue un rôle essentiel dans **le vieillissement cellulaire**, dans l'émergence et/ou le **développement du cancer** et dans la capacité de **renouvellement des cellules souches**. C'est une

[7] PIF1 5 'à 3' ADN hélicase est une protéine qui chez l'homme est codée par le gène PIF1

ribonucléoprotéine[8] composée d'une sous-unité protéique à activité catalytique transcriptase inverse (TERT) et d'un ARN codant pour la matrice (TER)[9].

Les TER de divers organismes contiennent deux éléments structuraux conservés : un pseudo nœud (PK) et une jonction hélicoïdale à trois voies (TWJ). Les caractéristiques spécifiques à l'espèce de la structure et de la fonction de la télomérase rendent particulièrement importante l'obtention d'une structure pour la compréhension plus approfondie du mécanisme moléculaire. Nous rapportons ici (Fig.4) **les premières études structurales de TERT**, tronquée de l'extrémité N-terminale, de *Candida albicans* et *Candida tropicalis* sous forme apo et complexées avec leurs TWJ respectifs dans plusieurs conformations.

Nous avons constaté que **les protéines TERT de *Candida*** n'effectuent qu'un seul cycle d'addition de télomères en présence ou en l'absence de PK/TWJ et présentent une activité de transcriptase inverse standard. Le domaine C-terminal adopte au moins deux conformations extrêmes et subit une interconversion conformationnelle qui régule l'activité catalytique.

Plus important encore, **nous avons identifié un motif structural tertiaire conservé, appelé motif U**, qui interagit avec le domaine transcriptase inverse et est **crucial pour l'activité catalytique.**

Ensemble, ces résultats jettent un nouvel éclairage sur **la structure et la mécanique des TERT fongiques** qui ont des caractéristiques communes de TERT mais qui présentent également des caractéristiques spécifiques de l'espèce.

Dans les années qui viennent et grâce à l'IRP, nous allons continuer nos collaborations pour :

- Développer et affiner **les pinces magnétiques combinées avec la méthode FRET en molécule unique** afin d'élucider d'une manière plus approfondie le **mécanisme de dépliement des G4**.
- Étudier **les structures des complexes hélicase-G4 au niveau atomique**. Nos études précédentes sur les ADN G-quadruplexes complexés avec des hélicases spécifiques résolvant les G4 ont fourni des indices importants sur **les bases structurales de la reconnaissance et de la résolution des G4**.
- Élucider **les rôles des partenaires hélicase** pour l'activité de dépliement des G4 dans le contexte cellulaire. Les interactions protéine protéine sont cruciales pour permettre aux hélicases résolvant les G4 **d'exercer leurs fonctions sophistiquées dans la biogenèse des télomères**. ⌘

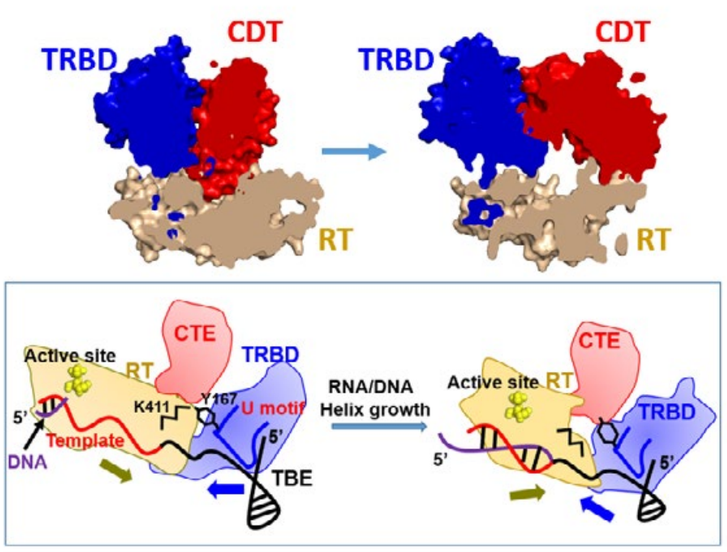


Figure 4 : Régulation de l'élongation processive des télomères par les changements conformationnels de la télomérase de champignon.

[8] Une ribonucléoprotéine est une nucléoprotéine qui contient de l'ARN, c'est-à-dire une association qui combine ensemble de l'acide ribonucléique et des protéines.

[9] L'activité enzymatique *in vitro* de la **télomérase** est portée par la protéine TERT (*Telomerase Reverse Transcriptase*) et l'ARN **TER** (*Telomerase RNA*)

Une nouvelle famille de récepteurs activant l'immunité antivirale chez les animaux

Par Jean-Luc Imler

Jean-Luc Imler est biologiste. Il enseigne l'immunologie et la biologie cellulaire à l'Université de Strasbourg et dirige, au sein de l'unité propre de recherche UPR 9022 (INSB), l'équipe «Modèles insectes d'immunité innée» (M3i) à l'Institut de biologie moléculaire et cellulaire du CNRS, où il a notamment collaboré avec Jules Hoffmann (prix Nobel de médecine et de physiologie en 2011).

Ses travaux de recherche actuels consistent en l'étude de la réponse antivirale chez les insectes, et notamment la mouche drosophile.

L'immunité innée et les virus

L'immunité innée est la première ligne de défense contre les infections. Présente chez tous les animaux, elle repose sur des familles de récepteurs baptisés « *pattern recognition receptors* » ou PRR, qui reconnaissent des motifs moléculaires partagés par les microorganismes mais absents des cellules de l'hôte animal infecté. Les lipopolysaccharides des bactéries, les sucres β-glucanes portés par les champignons et les acides désoxyribonucléiques (ADN) et ribonucléiques (ARN) des virus représentent des exemples de tels motifs ou « pattern » microbiens.

L'activation des PRR déclenche l'expression de molécules antimicrobiennes et de cytokines pour contrôler l'infection et alerter les autres cellules de l'organisme de l'existence d'un danger infectieux. Chez les mammifères, l'immunité innée participe à l'activation des lymphocytes B et T qui sont responsables de la réponse immunitaire adaptative (production d'anticorps et de cellules tueuses).

Parmi les agents infectieux, **les virus représentent une menace sérieuse pour tous les organismes vivants**. De très petite taille et d'une grande simplicité, évoluant rapidement, les virus présentent peu de cibles permettant au système immunitaire inné de les reconnaitre. C'est en règle générale le génome même des virus, composé d'ADN ou d'ARN, qui déclenche l'**immunité antivirale**. Les cellules sont équipées de mécanismes puissants leur permettant de détecter les acides nucléiques viraux et de neutraliser les virus.

Certains de ces mécanismes sont dits spécifiques de séquence, en ceci qu'ils permettent de reconnaître spécifiquement le virus qui infecte la cellule en utilisant des ARNs guides dont les bases s'apparient avec celles des acides nucléiques des virus : **le système CRISPR/Cas9** des bactéries, dont la caractérisation est à l'origine de la découverte des ciseaux moléculaires, et le **mécanisme d'ARN interférence** des plantes, des champignons et de certains invertébrés comme les vers nématodes et les insectes, font partie de ces mécanismes spécifiques de séquence.

Chez les vertébrés, des PRR spécialisés dans la reconnaissance des acides nucléiques alertent la cellule sur la présence d'ARN ou d'ADN dans le contenu ingéré dans les endosomes (cas des *Toll-like receptors* (TLR) 3, -7 et -9), ou détectent les ARNs viraux dans le cytosol des cellules infectées (cas des *RIG-I-like receptors*, ou RLR). Une fois activés, ces récepteurs induisent l'expression de nombreux gènes, parmi lesquels **les interférons**, qui contribuent à établir une immunité antivirale. Une bonne compréhension des PRR reconnaissant les acides nucléiques est essentielle car ils doivent distinguer les acides nucléiques des virus de ceux de la cellule infectée. L'enjeu est important car l'induction inappropriée des interférons peut mener à des pathologies autoinflammatoires sérieuses : **les interféronopathies**.

PROJET

L'intérêt d'une approche évolutive pour déchiffrer les logiques à l'œuvre dans l'immunité antivirale.

A part leur petite taille et leur apparente simplicité, une autre caractéristique des virus est la rapidité avec laquelle ils peuvent muter, notamment pour s'adapter aux défenses immunitaires qui leur sont opposées dans les organismes qu'ils infectent. Ceci induit une course aux armements entre les virus et les hôtes qu'ils infectent, au cours de laquelle chaque parade trouvée par un virus pour échapper à l'immunité induit une pression sur le système immunitaire de l'hôte pour trouver une nouvelle faille dans le cycle du virus. Ainsi, l'étude de l'immunité antivirale dans d'autres modèles que les mammifères, même s'ils sont moins proches de nous, permet de **comparer les stratégies retenues chez les animaux** au cours de l'évolution pour lutter contre les virus. L'enjeu est de **comprendre la logique de l'évolution du système immunitaire mais aussi de découvrir des stratégies antivirales** qui pourraient mener à des innovations thérapeutiques.

A cet égard, les insectes, avec plus d'un million d'espèces connues et une histoire évolutive couvrant plus de 350 millions d'années, présentent une excellente opportunité de découvertes. Parmi eux, **la mouche du vinaigre *Drosophila melanogaster*** bénéficie d'un statut particulier de précieux modèle animal, qui a permis depuis le début du XXème siècle des avancées majeures dans la compréhension des bases génétiques de l'hérédité et du développement embryonnaire, mais aussi de l'immunité innée. Ce sont en particulier les travaux sur la drosophile de **Jules Hoffmann** et son équipe à **l'Institut de Biologie Moléculaire et Cellulaire du CNRS à Strasbourg** (IBMC) qui ont pour la première fois attiré l'attention sur le rôle des récepteurs Toll dans l'immunité innée[1]. En 2021, l'immunité des insectes continue de révéler ses secrets et des travaux menés à **l'Institut franco-chinois Hoffmann d'immunologie à l'Université Médicale de Canton** viennent de mettre en évidence de nouveaux récepteurs de l'immunité innée chez la drosophile.

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

institut de biologie moléculaire et cellulaire ibmc

cnrs

[1] Hoffmann, J. A. The immune response of Drosophila. *Nature* **426**, 33–38 (2003).

L'Institut sino-français Hoffmann (SFHI)

À l'occasion du 50ème anniversaire de la célébration des relations diplomatiques entre la Chine et la France, **l'Université de médecine de Guangzhou** (GMU) et le **CNRS** ont conclu un accord pour créer un institut de recherche conjoint grâce à la collaboration entre des scientifiques de GMU et le **Dr Jules Hoffmann**, lauréat du prix Nobel 2011, et son équipe.

L'Institut sino-français Hoffmann (SFHI) a été officiellement inauguré le 12 octobre 2013. Le professeur Dr. Jules Hoffmann en est le directeur honoraire.

Les recherches qui y sont menées sont principalement axées sur **les mécanismes de l'immunité innée régissant les systèmes immunitaires des animaux**. Les axes couvrent à la fois les aspects fondamentaux et appliqués/cliniques de l'immunité innée, y compris l'immunité allergique et virale.

SFHI compte 33 professeurs titulaires et professeurs associés, parmi lesquels : 1 lauréat du prix Nobel / 2 lauréats « 1000 talents » nationaux / 2 lauréats « 100 talents » de la CAS / 1 jeune boursier *Pearl River* / 5 scientifiques étrangers / 44 enseignants-chercheurs ou assistants-chercheurs / 8 post-doctorants / 14 doctorants / 77 étudiants en master (source : site du SFHI)

Réunion du conseil consultatif scientifique du SFHI en 2019.

Une voie de signalisation antivirale conservée au cours de l'évolution des animaux

L'immunité antivirale chez la drosophile, comme chez le ver nématode *Caenorhabditis elegans* (un autre organisme modèle star des biologistes) et chez les plantes, implique le mécanisme d'ARN interférence, qui permet la dégradation ciblée des molécules d'ARN viral. Notre équipe à Strasbourg avait montré dès 2005 que les infections virales déclenchent aussi l'induction de nombreux gènes mais des doutes subsistaient sur l'existence d'une réponse spécifique induite en réponse aux virus dans la mesure où une partie de ces gènes sont aussi induits de façon non spécifique par **différents types de stress** comme peut en provoquer la mort cellulaire causée par les virus.

Les choses ont commencé à s'éclaircir en 2018, lorsque nous avons montré qu'un des gènes induits par l'infection virale chez la drosophile est **l'homologue du facteur STING** (*Stimulator of Interferon Genes*)[2]. Chez les mammifères, ce facteur est activé suite à la détection d'ADN dans le cytosol de la cellule par l'enzyme cGAS (*cyclic GMP-AMP synthase*) (**Fig 1**).

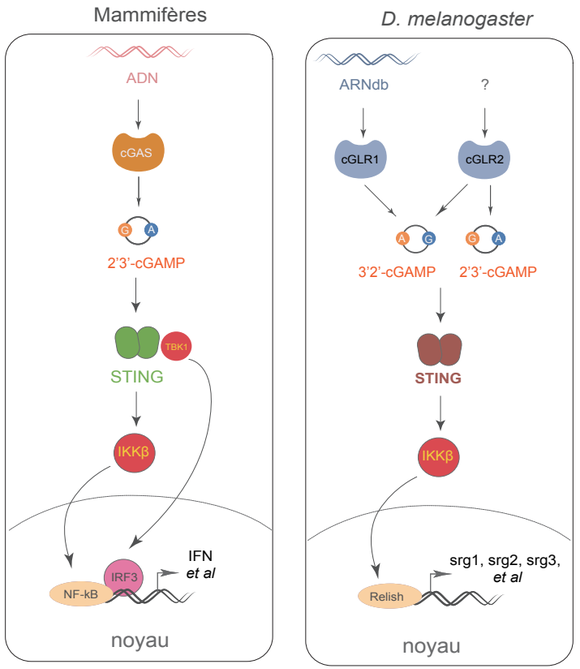


Figure 1 : la voie cGAS-STING régulant l'induction des interférons chez les mammifères et la voie cGLR-STING découverte chez les drosophile

Ceci déclenche la production d'un dinucléotide cyclique (DNC), le 2′3′-cyclic GMP-AMP (2′3′-cGAMP). Ce DNC contient une liaison phosphodiester 2′,5′ joignant le GMP à l'AMP et une liaison phosphodiester 3′,5′ joignant l'AMP au GMP. Il fonctionne comme un messager secondaire, qui utilise STING comme récepteur pour déclencher la signalisation menant à la production des interférons. STING peut aussi être activé par des DNCs d'origine bactérienne, qui contiennent deux liaisons canoniques phosphodiester 3′,5′ (3′3′-cGAMP, c-di-GMP, c-di-AMP).

Nous avons pu montrer que, chez la drosophile, STING fonctionne dans une nouvelle voie de signalisation impliquant deux autres protéines conservées au cours de l'évolution, une kinase et un facteur de transcription qui induit l'expression de gènes antiviraux. L'identité du ou des récepteurs détectant la présence des virus et activant cette voie restait cependant mystérieuse.

Afin de comparer l'activité de STING chez la drosophile et chez les mammifères, nous avons avec **CAI Hua** et l'équipe du **Pr. Rune Hartmann** à l'université d'Aarhus au Danemark testé la capacité des quatre DNCs mentionnés ci-dessus pour leur capacité à activer l'immunité antivirale chez la drosophile et nous avons obtenu en 2020 deux résultats extrêmement intéressants[3]. Tout d'abord, l'injection de trois de ces DNCs permet d'induire l'expression de nombreux gènes et de bloquer l'infection par une palette de virus appartenant à différentes familles. L'identification de ces gènes par les techniques de séquençage à haut débit nous fournit une liste de candidats à tester pour identifier et caractériser de nouveaux facteurs de restriction de virus, avec à la clé la possibilité de découvrir de nouvelles stratégies antivirales. En second lieu, le plus puissant des DNCs chez la drosophile s'est avéré être le 2′3′-cGAMP, plutôt qu'un des trois CDNs produits par les enzymes bactériennes, ce qui suggérait fortement que des enzymes apparentées à cGAS sont présentes chez les insectes.

Les cGLRs, une nouvelle famille de récepteurs de l'immunité innée

Nous avons identifié dans le génome de la drosophile trois gènes codant pour des enzymes apparentées à cGAS et nous avons testé leur capacité à activer STING dans les cellules de drosophile : deux d'entre eux, baptisés cGAS-like receptor (cGLR) -1 and -2, se sont avérés capables d'activer STING aussi bien que cGAS. Nous avons ensuite obtenu des lignées mutantes pour ces gènes, qui ont permis de montrer que cGLR1 est nécessaire pour contrôler l'infection par deux virus possédant des génomes à ARN ou ADN. Nous n'avons pour l'instant pas détecté de phénotype de susceptibilité aux virus pour les mouches mutantes pour cGLR2, mais les mouches présentant une double mutation pour les gènes cGLR1 & 2 sont nettement plus sensibles aux virus que les mutants cGLR1, ce qui suggère que le rôle antiviral de cGLR2 est masqué par l'activité prépondérante de cGLR1.

[2] H 2 Goto, A. *et al*. The Kinase IKKβ Regulates a STING- and NF-κB-Dependent Antiviral Response Pathway in Drosophila. *Immunity* **49**, 225-234.e4 (2018).

[3] Cai, H. *et al*. 2'3'-cGAMP triggers a STING- and NF-κB-dependent broad antiviral response in Drosophila. *Sci Signal* **13**, (2020).

Figure 2 : l'équipe Immunité antivirale dirigée par CAI Hua et Jean-Luc Imler à SFHI. De gauche à droite : LIN Xiaoqing, CAI Hua, AI Xianlong, CHEN Yuqiang, WEI Ziming, LI Lihua, DENG Huimin.

Nous avons donc obtenu la preuve génétique que **des récepteurs apparentés à cGAS fonctionnent dans l'immunité antivirale chez les insectes.**

Alors que nous étions en train d'assembler tous ces résultats, nous avons été contactés en novembre 2020 par **Philip Kranzusch**, un jeune chercheur américain de l'université Harvard : son équipe avait identifié plusieurs cGLRs dans les génomes d'insectes en général et de drosophile en particulier et avait réalisé une caractérisation biochimique détaillée de cGLR1. Il avait notamment montré que l'activité de l'enzyme est conditionnée in vitro par la présence d'un analogue synthétique d'ARNdb, et produit le CDN 3′2′-cGAMP plutôt que le 2′3′-cGAMP : pour une raison qui reste à déterminer, mais qui pourrait être liée à la capacité de certains virus de dégrader le 2′3′-cGAMP, les positions des liaisons phosphate sont inversées dans le 3′2′-cGAMP par rapport au 2′3′-cGAMP.

Nous avons confirmé que cGLR1 pouvait activer STING dans des cellules humaines à la condition que des ARNdb soient présents, confirmant ainsi les résultats obtenus avec la protéine recombinante.

Le ligand qui active cGLR2 reste par contre à identifier. Pour finir, nous avons montré que l'injection de 3′2′-cGAMP aux drosophiles les protégeaient contre un challenge avec au moins deux virus différents, et que ce CDN était un agoniste de STING plus efficace que le 2′3′-cGAMP.

Au final, les résultats des deux équipes, publiés côte à côte dans la revue Nature, mettent en évidence une nouvelle famille de PRR, **les cGLRs**, et montrent que ces récepteurs **peuvent reconnaitre autre chose que l'ADN** et produire des messagers alternatifs au 2′3′-cGAMP[4,5]. Ils sont le fruit de huit mois de travail intenses entre Strasbourg, Canton, Aarhus et Harvard, durant lesquels la jeune équipe mise en place depuis juin 2020 par CAI Hua à SFHI (**Fig 2**) a joué un rôle clé : ce baptême du feu réussi augure bien de la suite pour ce groupe et pour la collaboration entre le CNRS et l'université GMU. ⌘

[4] Holleufer, A. *et al.* Two cGAS-like receptors induce antiviral immunity in Drosophila. *Nature* (2021) doi:10.1038/s41586-021-03800-z.

[5] Slavik, K. M. *et al.* cGAS-like receptors sense RNA and control 3'2'-cGAMP signalling in Drosophila. *Nature* (2021) doi:10.1038/s41586-021-03743-5.

Recyclage des éléments volatils dans les zones de subduction

Par Julia Ribeiro

Julia Ribeiro est professeure associée au *Guangzhou Institute of Geochemistry* de l'Académie des Sciences de Chine (GIG-CAS). Elle a obtenu sa thèse à l'Université du Texas à Dallas (UTD) puis a effectué des stages postdoctoraux à l'UTD et à *Rice University*. Elle est actuellement membre du groupe de recherche du Professeur XU Yigang, académicien à la CAS.

Ma recherche consiste à **étudier le recyclage des éléments volatils (H2O, CO2, S, Cl, F) entre l'atmosphère, les océans et l'intérieur de la Terre**. Pour cela, j'étudie les magmas provenant de volcans sous-marins au niveau de l'arc d'Izu-Bonin-Mariannes (IBM), qui se situe au Sud du Japon. IBM est une zone de subduction active dans l'Ouest du Pacifique. Lorsque la plaque se forme au niveau de la dorsale Est Pacifique, elle se charge en eau et autres éléments volatils en raison de son contact permanent avec l'eau de mer. La plaque Pacifique est donc hydratée au cours du temps et, lorsqu'elle plonge dans les profondeurs de la Terre dans les zones de subduction, elle perd progressivement son eau d'abord par compaction des sédiments, puis par l'augmentation de la pression et de la température au fur et à mesure qu'elle s'enfonce (Fig. 1).

Fig. 2 : Photographie du submersible Japonais *Shinkai 6500* utilisé lors de certaines de mes expéditions dans IBM pour échantillonner des roches provenant des fonds sous-marins.

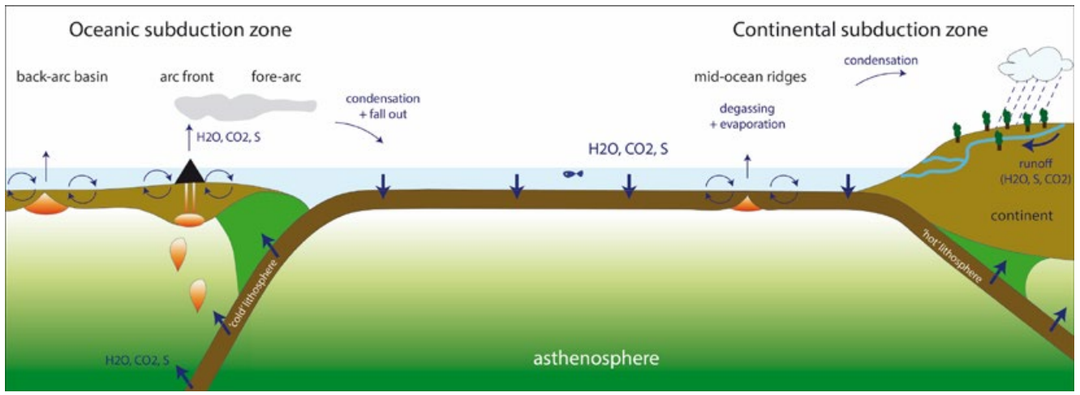


Fig. 1 : Schéma d'une zone de subduction de type océanique comme, à gauche, Izu-Bonin-Mariannes, et de type continental comme, à droite, les Cascades. La plaque océanique est enrichie en eau et autres éléments volatils dès sa formation à l'axe de la dorsale. Lorsqu'elle plonge dans les profondeurs de la Terre, elle se déshydrate et perd son eau et les autres éléments volatils pour générer du magmatisme au niveau de l'arc volcanique.

La *déshydratation* de la plaque Pacifique a produit l'arc d'Izu-Bonin-Mariannes dans l'Ouest du Pacifique. Les volcans de l'arc IBM ont souvent une activité volcanique effusive à explosive qui révèle le recyclage des éléments volatils depuis les profondeurs de la Terre vers la surface (Fig. 3). Le volcan peut donc exploser comme une bouteille de champagne lors du dégazage des éléments volatils en surface.

Etudier les magmas d'arc volcaniques me permet de mieux comprendre les échanges en éléments volatils entre la surface de la Terre et ses parties les plus profondes, et d'appréhender comment ces échanges ont contribué à ce que la Terre maintienne des conditions favorables au développement de la vie pendant des dizaines de millions d'années. **Le dégazage volcanique** joue également un rôle important sur l'effet de serre et les paléoclimats.

J'analyse de minuscules « bulles » de magmas emprisonnées dans des cristaux et des verres volcaniques de laves en coussin.

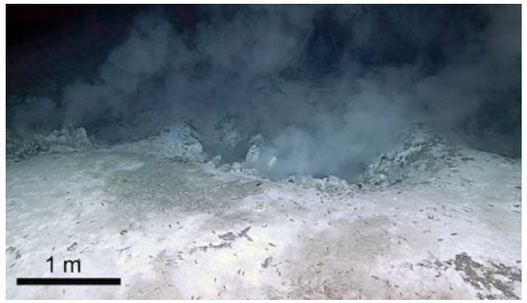


Fig. 3 : Photographie d'un volcan sous-marin en éruption dans l'arc des Mariannes. Photographie prise en 2016 par NOAA lors de l'Expedition « *2016 Deep Water Exploration of the Marianas* ». https://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/ex1605/welcome.html

Pour pouvoir étudier les éléments volatils dans les magmas d'arc, j'examine des **verres volcaniques** qui représentent le magma qui a très rapidement refroidi au contact de l'eau de mer lors de son éruption sous-marine, ainsi que les inclusions vitreuses qui sont de petites « bulles » de magmas emprisonnées dans des cristaux (olivines, plagioclases, pyroxènes, …) lors de la formation du cristal (Fig. 4).

Les inclusions vitreuses sont généralement très petites, de l'ordre de quelques dizaines de microns de diamètre. Leur analyse *in situ* requiert donc de mesurer des teneurs infimes, de l'ordre de quelques ppm, dans les verres volcaniques et les inclusions vitreuses.

C'est la première fois que les éléments volatils sont mesurés dans des inclusions vitreuses piégées dans des cristaux en Chine, et certaines de ces techniques de hautes résolutions continuent à être développées au GIG.

Une collaboration internationale

Mon équipe se compose actuellement de deux étudiants (un thésard au GIG-CAS et une étudiante en Master en co-supervision avec Taras Gerya de ETH à Zurich) et deux postdoctorants (un à GIG-CAS et un en tant que visiteur de l'Université de Hong-Kong).

Nous avons pour but de mieux comprendre les processus associés aux zones de subduction, la formation des magmas d'arc et le recyclage des éléments volatils au cours du temps, depuis la formation d'IBM il y a ~ 50 millions d'années. Depuis la pandémie, je travaille par visioconférences régulières afin de poursuivre les recherches avec mes partenaires Européens, Chinois, Japonais et Américains. ⌘

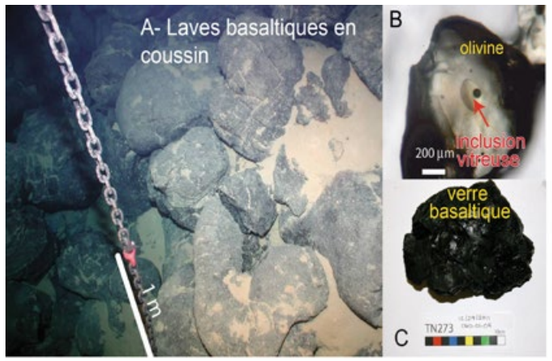


Fig. 4 : Photographies des échantillons utilisées pour mon étude.
A- Laves en coussin provenant de l'arc volcanique du Sud des Mariannes. Lorsque le magma arrive en surface, il forme des boules de laves et la surface de la lave se fige au contact de l'eau de mer, formant des verres basaltiques.
B-Inclusion vitreuse ou « bulle » de liquide magmatique emprisonnée dans un cristal d'olivine lors de la cristallisation de l'olivine. L'inclusion vitreuse est caractérisée par une petite bulle de gaz (petit cercle noir) à l'intérieur.
C- Verre basaltique, forme en surface de laves en coussins.
https://www.youtube.com/watch?v=hmMlspNoZMs

Des protéines de papillons de nuit et de mouches blanches contre le SARS-CoV-2 et la COVID-19

Par Jean-François Picimbon

Jean-François Picimbon est docteur en neurosciences-neurobiologie, Qilu Université de Technologie, École de bioingénierie, Jinan, Shandong, Chine. Habilitation en biologie de l'environnement et biochimie, Professeur distingué, *Taishan Xuéjiā. Outstanding Scientist from Abroad*, entomologiste, biologie-biotechnologie-chimie-écologie-évolution, expert mondial en neurobiologie et physiologie de l'insecte, spécialiste des phéromones et des protéines liant les odeurs.[1]

Des chauves-souris aux papillons de nuit. Et si le royaume de la nuit qui nous a plongé dans une telle obscurité nous ramenait finalement la lumière. La lumière, une solution rapide, fiable, peu coûteuse, applicable à tous les divers types de coronavirus, car ciblant la membrane virale et ses constituants principaux : les longues chaînes de lipides. Un savoir faire qui ne viendrait pas des épidémiologistes et du monde médical mais des entomologistes et du monde agricole.

Développer de nouvelles méthodes thérapeutiques

Les «protéines liant les odeurs» (**«*Odorant Binding Proteins*» ou OBP**) et autres lipocalines sont connues pour **la capture de molécules odorantes hydrophobes** («qui n'aiment pas l'eau»), semblables aux lipides. Pour parler des OBP, on se réfère souvent aux bases moléculaires des premières étapes de l'olfaction chez les insectes, et en particulier **chez les papillons de nuit**.

Les OBP auraient la capacité de solubiliser, d'encapsuler puis de transporter les molécules olfactives jusqu'aux récepteurs sensoriels et/ou aux enzymes du métabolisme des composés xénobiotiques (corps étrangers toxiques), **un versant insecte** de la recherche que l'on pourrait exploiter **pour développer de nouvelles méthodes de lutte**, non seulement contre les noctuelles ravageurs de nos cultures mais peut-être aussi **contre le SARS-CoV-2**, responsable d'une pandémie mondiale sans précédent depuis la fin 2019.

Pour l'instant, l'hypothèse qui retient notre attention pour une thérapie rapide et efficace est **une action du virus sur les cellules de soutien via la fixation de la protéine épine** '*spike*' (S) sur l'enzyme de conversion de l'angiotensine 2 (ACE2) et l'enzyme protéase transmembranaire à serine 2 (TMPRSS2). ACE2, TMPRSS2 sont identifiées comme les sites d'ancrage du virus sur les cellules du système respiratoire avant l'infection...mais **la surface du virus est aussi couverte de lipides**.

L'injection d'OBP ainsi que d'autres protéines transporteurs de lipides pourrait donc **contrecarrer l'infection** par les particules virales de SARS-CoV-2. Les sites actifs "aux lipides" des OBP pourraient ainsi permettre de **développer de nouvelles méthodes thérapeutiques** pour cibler directement le virus responsable de la COVID-19. **Une protéine capable**

[1] AvH-STA. Top-éditeur de Gene (Elsevier), éditeur des Concepts Olfactifs du Contrôle des Insectes-Alternative aux Insecticides (Springer Nature), *Insect Science Award* 2017, *Publons Award* 2018, *PLOS Award* 2019. Page personnelle

d'interagir avec les lipides et de les présenter aux enzymes des voies métaboliques est une molécule de choix pour tenter d'encapsuler le SARS-CoV-2 dans une niche-à-lipide et de le transporter jusqu'à des sites de dégradation.

Toute une gamme de protéines d'insecte pour un plan anti-Covid

Chez les mammifères, de la souris au porc, les structures des molécules odorantes, phéromones sexuelles, hormones stéroïdiennes et rétinoïdes semblables aux lipides et aux acides gras, sont tout aussi variées que les grands groupes de protéines transporteurs décrites dans la super-famille des OBP et des lipocalines. **Chez les insectes, les OBP sont des petites molécules fonctionnelles** caractérisées par une structure secondaire organisée uniquement en hélice α, **une structure périodique très fréquente dans le repliement des protéines solubles**. Ainsi, dans le cas des OBP des papillons de nuit, il se forme un coeur hydrophobe organisé par quatre hélices α, les hélices des extrêmités N et C terminales restant libres pour commander l'entrée et/ou l'expulsion du ligand, qui pourrait très bien être un constituant du bouclier du SARS-CoV-2.

Une autre famille de petites protéines solubles dites 'chémo-sensorielles', **les CSP**, distribuées sur tout le corps de l'insecte et répondant aux insecticides, est connue pour adopter un prisme en hélices caractéristique. Le prisme 'CSP' est constitué de six hélices α qui se replient pour constituer un tunnel tubulaire dont la paroi interne (très hydrophobe) **est très bien adaptée pour l'extraction et le transport de longues chaînes lipidiques**. Chez l'aleurode blanc *Bemisia tabaci*, le laboratoire en Chine (Jinan, Province du Shandong, en collaboration avec l'Université de Nantes, Pays de Loire) a démontré que **les CSP jouent un rôle prépondérant à deux niveaux de la réponse immunitaire**: 1) en interagissant directement avec la substance toxique, et 2) en stimulant le transport des acides gras tels que l'acide linoléique, un des éléments essentiels de la capside virale.

« Les aleurodes, les fourmis et les papillons de nuit, ravageurs de nos jardins, sont peut-être l'espoir pour notre santé vis-à-vis du SARS-CoV-2 »

Les acides gras tels que l'acide oléique interagissent avec **un quatrième type de protéines solubles, les Niemann-Pick type C2 (NPC2)**, décrit pour la communication chimique et la reconnaissance des castes chez la fourmi. Les aleurodes, les fourmis et les papillons de nuit, ravageurs de nos jardins, sont peut-être l'espoir pour notre santé vis-à-vis du SARS-CoV-2. Ils offrent une panoplie de structures moléculaires, de petites protéines solubles, de pièges à lipides, de trappes à virus, de poches de liaison pour les longues chaînes grasses et les acides gras, ce qui appuie fortement le projet visant à envisager l'action des OBP, **CSP et NPC2 d'insecte pour cibler et éliminer le SARS-CoV-2 chez l'Homme**.

Bemisia

Bombyx

Avantages des OBP dans une thérapie anti-Covid

La relation entre la COVID-19, mais surtout entre les lipides du SARS-CoV-2, et les OBP n'est *a priori* pas prouvée par l'expérimentation. Cependant, quelques évidences peuvent être montrées pour l'interaction possible OBP-SARS-CoV-2 :

- Les OBP de papillons de nuit s'accommodent des vitamines dites liposolubles,
- Certains variants viraux stimulent la production de "*mouse urinary proteins*" (MUP),
- Chez le moustique, le virus de la dengue (flavivirus) induit la synthèse d'OBP spécifiques dans la salive et le système olfactif périphérique,
- Le SARS-CoV-2 modifie fortement l'activité des enzymes cytochromes P450 (CYP) impliquées dans le métabolisme lipidique.

Cette action sur les lipides**,** les OBP et les CYP est particulièrement intéressante pour entrevoir des méthodes anti-SARS-CoV-2 car les lipides viraux constituent un élément crucial de l'infection COVID-19. **Les acides gras** tels que l'acide palmitique (C18), l'acide oléique (C18:1) et l'acide linoléique (C18:2) de la membrane du virus (ou péplos) **jouent un rôle majeur dans l'entrée du SARS, son interaction avec les cellules de l'hôte, sa réplication et son cycle infectieux**.

La composition lipidique du péplos, le bouclier du virus responsable de l'épidémie de COVID-19 fait des OBP, des CSP et des NPC2 d'insecte, des molécules de choix pour le contrôle du SARS-CoV-2.

Pour détruire le virus lorsqu'il est encore sur la peau, le choix entre le savon et les solutions hydroalcooliques est simple. Cependant, lorsque le SARS-CoV-2 passe à l'intérieur du corps, le choix de la stratégie clinique et de la thérapie antivirale devient plus compliqué, notamment avec l'accumulation de mutations et de variants. **Une méthode basée sur le transport et la dégradation des lipides** de la capside, la coque du virus, serait appliquable quelque soit la souche ou le variant.

L'avantage pour l'emploi des **OBP**, **CSP** et autres **NPC2** dans la lutte contre la COVID-19 est que ces protéines **sont très gourmandes de longues chaînes lipidiques** (C18), celles-là mêmes qui font partie essentielle de l'enveloppe du SARS-CoV-2. Un autre avantage est que ces protéines d'insecte sont **capables d'accroître la taille de leur poche hydrophobe** (niche-à-lipides) afin de lier et d'engloutir plusieurs molécules de lipides simultanément. La structure de la CSP est **capable d'un gonflement moléculaire**, une caractéristique conformationnelle peu commune qui pourrait être profondément utile contre le virus SARS-CoV-2. Le gonflement de la molécule CSP permettrait d'absorber, d'avaler, une grosse partie de la capside, voire peut-être la totalité de la capsule virale, quelque soit le variant.

Dépourvu de son armure lipidique, le coronavirus devient une cible bien plus facile à tuer. Nul doute alors que les virologistes du monde médical se joindraient aux entomologistes du monde agricole avec toute une panoplie de "médicaments" très efficaces pour l'élimination du virus 'dénudé', comme l'interféron de type 1 (IFN α ou ß). Chez le SARS-CoV-2, il existe des pores sur la surface de l'enveloppe virale qui ne comprend que la partie lipidique de la membrane extérieure. Des protéines telles que les OBP, CSP ou NPC2 d'insecte, si friandes et gloutonnes de lipides, pourraient venir s'agripper à ces micelles d'acides gras de la membrane protectrice du SARS-CoV-2 et la désorganiser complètement (voir Figure 1).

PROJET

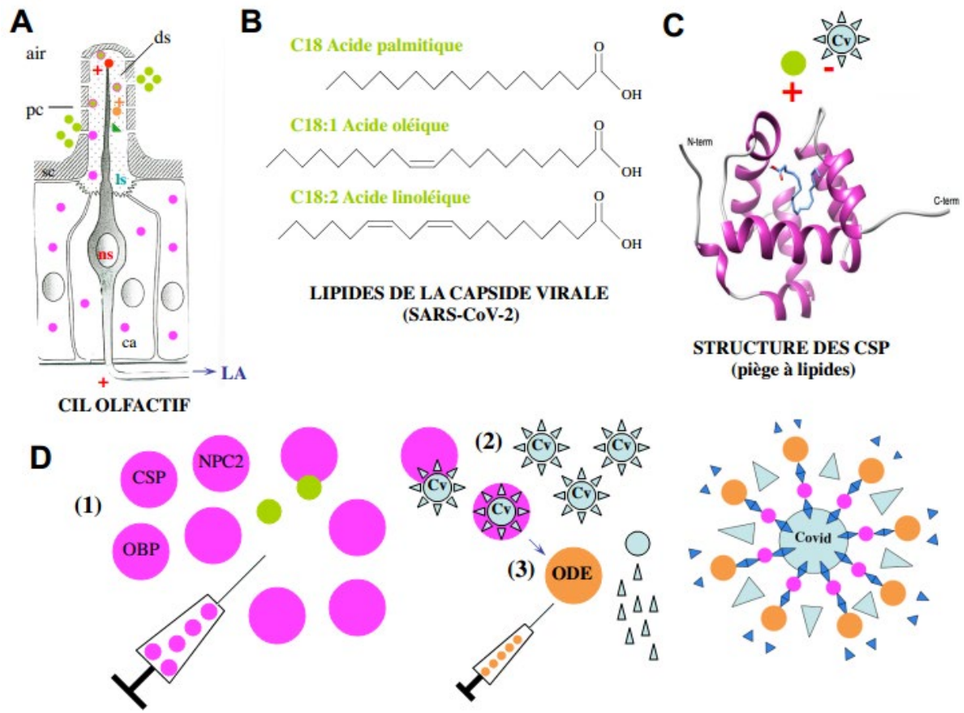


Figure 1. Principe de la thérapie OBP anti-SARS-CoV-2 visant les lipides de la capside.

A. Système lympho-ciliaire de la modalité olfactive chez les insectes. Les molécules odorantes qui pénètrent à travers les pores cuticulaires du cil sont représentées en vert. Les protéines de transport qui captent les molécules odorantes dans la lymphe sensillaire sont représentées en rose. Le complexe OBP-odeur est représenté en cercle vert et rose. Les OBP transportent les molécules odorantes à travers la lymphe jusqu'au récepteur olfactif transmembranaire (RO, représenté en rouge). L'activation de RO (+) conduit à l'activation du neurone sensoriel (ns) et à la propagation d'un signal nerveux (i.e., l'information olfactive) jusqu'au premier centre intégratif du cerveau, le lobe antennaire (LA). Après activation du récepteur, les molécules odorantes sont transportées aux enzymes de dégradation (en orange) et rendues inactives (triangle vert). ca: cellule auxilliaire, ds: dendrite sensoriel, ls: lymphe sensillaire, ns: neurone sensoriel, pc: pore cuticulaire, sc: surface cuticulaire (barrière entre l'air extérieur environnant et le milieu intérieur de l'insecte).

B. Trois exemples de lipides fonctionnels (acide palmitique, acide oléique et acide linoléique) issus de la membrane extérieure virale (péplos).

C. Structure fonctionnelle des CSP d'insecte (un prisme constitué de six hélices α); exemple de la CSP1 de la mouche blanche ou aleurode du tabac (*Bemisia tabaci*): piège à acide linoléique. Les deux extrêmités N- et C-terminales sont libres et commanderaient l'entrée et l'expulsion du ligand, prélude à sa dégradation par les enzymes du métabolisme lipidique (de type ODE, *Odorant Degrading Enzymes*).

D. Couplage OBP-CSP-NPC2-ODE pour la lutte contre le SARS-CoV-2. Les OBP, ou CSP et NPC2 fonctionnelles, transporteurs de molécules lipidiques (1), sont schématisées par les cercles en magenta. Ces protéines gloutonnes de gras pourraient encapsuler les lipides du SARS-CoV-2 (Cv) (2) et les présenter aux enzymes de dégradation (ODE, en orange) qui détruiraient l'enveloppe protectrice du virus (3). (+): activation du transport des lipides; (-): capture des lipides de la capside virale et inhibition du SARS-CoV-2.

Si les chauves-souris constituent un énorme réservoir à virus, **les noctuelles, les mouches blanches, les fourmis et la plupart des espèces d'insectes constituent un énorme réservoir biologique, naturel et sans fin**, pour des protéines d'intérêt médical à visée anti-SARS-CoV-2. Un avantage crucial est que les OBP, les CSP et les NPC2 sont facilement exprimées en grandes quantités dans les systèmes bactériens (*Escherichia coli*) pour l'analyse en routine de leurs propriétés fonctionnelles et la résolution de leur structure. **Les méthodes biochimiques d'extraction et de purification sont simples, rapides et largement au point.** Beaucoup de laboratoires de biologie moléculaire de l'insecte sont déjà des usines à OBP, CSP et NPC2. Un simple 'test' permettrait de vérifier l'interaction directe OBP-SARS-CoV-2 et de concevoir une approche particulièrement innovante visant la COVID-19.

Le point central de la thérapie antivirale basée sur les OBP, CSP et autres transporteurs de lipides est de proposer **une alternative à la vaccination**, aux différentes formes de vaccins, mais aussi aux différentes souches du SARS-CoV-2, virus anglais (*variant of concern*, VOC 202012/01 ou B.1.1.7, vingt mutations), indien (Delta, B.1617.2; Kappa, B1.617.1), sud-africain (501-V2), B.1.1.529 omicron, brésilien (B1.1.248 et P.1), japonais et/ou moldave et à la capacité de ces multiples souches variantes, présentes et futures, de résister aux vaccins. Le 'rappel' du projet OBP est qu'**un coronavirus de type SARS-CoV-2 sans sa couronne lipidique n'est plus fonctionnel**, quelque soit la mutation, la souche, la variance, l'origine ou le nom. Les lipides du péplos ne changent pas même si le virus SARS-CoV-2 mute. ⌘

Données bibliographiques

1. Dhama K, Khan S, Tiwari R, *et al.* Coronavirus Disease 2019-COVID-19. *Clin Microb Rev* 2020; 33: e00028-20.

2. Hoffmann M, Kleine-Weber H, Schroeder S, *et al.* SARS-CoV-2 cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinical proven protease inhibitor. *Cell* 2020; 181: P271-280.

3. Picimbon JF. Les périrécepteurs chimiosensoriels des insectes. *Med Sci* 2002; 11: 1089-1094.

4. Vogt RG. Molecular basis of pheromone detection in insects. In: Gilbert LI, Iatrou K, Gill S, eds. *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry, Pharmacology and Molecular Biology Vol. 3*, London, UK, Endocrinology, Elsevier, 2005, 753-804.

5. Steiner C, Chertemps T, Maïbèche M. Diversity of biotransformation enzymes in insect antennae: possible roles in odorant activation and xenobiotic processing. In: Picimbon JF, ed. *Olfactory Concepts of Insect Control–Alternative to Insecticides. Vol. 2*, Springer Nature Switzerland AG, 2019, 115-145.

6. Picimbon JF. Evolution of protein physical structures in insect chemosensory systems. In: Picimbon JF, ed. *Olfactory Concepts of Insect Control–Alternative to Insecticides. Vol. 2*, Springer Nature Switzerland AG, 2019, 231-263.

7. Liu GX, Xuan N, Rajashekar B, *et al.* Comprehensive history of CSP genes: evolution, phylogenetic distribution, and functions. *Genes* 2020; 11: 413.

8. Xuan, N, Guo, X, Xie, HY, *et al.* Increased expression of CSP and CYP genes in adult silkworm females exposed to avermectins. *Insect Sci* 2015; 22: 203-219. (Cover page; Insect Science Award 2017)

9. Liu GX, Ma HM, Xie HY, *et al.* Biotype characterization, developmental profiling, insecticide response and binding property of *Bemisia tabaci* chemosensory proteins: role of CSP in insect defense. *PLoS ONE* 2016; 11: e0154706. (Most Cited PLOS ONE)

10. Campanacci V, Lartigue A, Hällberg M, *et al.* Moth chemosensory protein exhibits drastic conformational changes and cooperativity on ligand binding. *Proc Natl Acad Sci USA* 2003; 100: 5069-5074.

11. Lartigue A, Campanacci V, Roussel A, *et al.* X-ray structure and ligand binding study of a moth chemosensory protein. *J Biol Chem* 2002; 277: 32094-32098.

12. Ishida Y. Ant antennae-specific Niemann-Pick type C2 protein. In: Picimbon JF, ed. *Olfactory Concepts of Insect Control–Alternative to Insecticides. Vol. 2*, Springer Nature Switzerland AG, 2019, 171-204.

13. Guo, X., Xuan, N., Liu, G.X., *et al.* An expanded survey of the moth PBP/GOBP clade in *Bombyx mori*: new insight into expression and functional roles. *Front Physiol* 2021; https://doi.org/10.3389/fphys.2021.712593.

14. Ware C, Sullivan BM, LaVergne S, *et al.* A unique variant of lymphocytic choriomeningitis virus that induces pheromone binding protein MUP: critical role for CTL. *Proc Natl Acad Sci USA* 2019; 116: 18001-18008.

15. Sim S, Ramirez JL, Dimopoulos G. Dengue virus infection of the *Aedes aegypti* salivary gland and chemosensory apparatus induced genes that modulate infection and blood feeding behavior. *PLoS Pathog* 2012; 8: e10002631.

16. Ohashi H, Nishioka K, Nakajima S, *et al.* The aryl hydrocarbon receptor-cytochromone P450 1A1 pathway controls lipid accumulation and enhances the permissiveness for hepatitis C virus assembly. *J Biol Chem* 2018; 293: 19559-19571.

17. Tanner JE, Alfieri C. The fatty acid lipid metabolism nexus in COVID-19. *Viruses* 2021; 13: 90.

18. Chukkapalli V, Heaton NS, Randall G. Lipids at the interface of virus-host interactions. *Curr Opin Microbiol* 2021; 15: 512-518.

19. Lorizate M, Kräusslich HG. Role of lipids in virus replication. *Cold Spring Harb Perspect Biol* 2011; 1: a004820.

20. Heaton NS, Randall GR. Multifaceted roles for lipids in viral infection. *Trends Microbiol* 2011; 19: P368-375.

PROJET

Projet ANR MigraChiCovid

Par WANG Simeng

WANG Simeng est chargée de recherche CNRS, CERMES3 et responsable du projet MigraChiCovid.

Le projet de recherche **MigraChiCovid** « **Migrations chinoises de France face au Covid-19 : Émergence de nouvelles formes de solidarité en temps de crise** », ANR-20-COVI-0046-01[1], a pour objectif d'étudier les expériences vécues par la population d'origine chinoise en France – migrants et descendants – **pendant la pandémie de Covid-19**.

Le projet se décline en trois volets :

- **L'étude des pratiques et des rôles** des professionnels de santé et de chercheurs, d'origine chinoise en France, en médecine et en biologie face à la Covid-19 (Volet MEDIC)
- **L'analyse des vécus de discriminations** et de **racisme anti-asiatique** engendrés par la racialisation du virus, et des **luttes** contre ces traitements différenciés (Volet DISCRI)
- **L'étude des rapports au pays d'origine** en mutation chez des migrants chinois et leurs descendants, et de leurs **responsabilités citoyennes** transnationales (Volet TRANSNA).

L'équipe MigraChiCovid est composée de sociologues, journalistes, médecin et réalisateurs.

Réalisation d'un documentaire

Visant à diffuser les résultats de recherche au sein de la communauté scientifique, mais également auprès du grand public, l'équipe MigraChiCovid a produit un documentaire : « **Entre deux : La diaspora chinoise en France au temps de la Covid-19** »[2].

En exploitant des entretiens ethnographiques filmés par les chercheurs dans le cadre du projet, ce documentaire (84'34'') met en lumière **la multiplicité des expériences vécues** par la population d'origine chinoise en France pendant la pandémie de Covid-19. Le film documentaire présente **les témoignages de personnes d'origine chinoise** aux différents profils en termes de statut migratoire, profession, âge, genre, milieu social, etc. Ces témoignages vont des vécus du racisme anti-asiatique, et des formes de lutte, aux solidarités locales et transnationales, en passant par l'engagement du personnel médical et paramédical d'origine chinoise dans les soins, et les expériences de la maladie de Covid-19.

En suivant un parcours chronologique (janvier 2020 - juillet 2021), ce documentaire fait entendre les voix des personnes d'origine chinoise elles-mêmes ; et offre des **regards croisés sur la diaspora chinoise en France**. En février 2022, ont eu lieu plusieurs projections-débats autour du documentaire, au Campus Condorcet et à la Mairie du 13ème arrondissement de Paris. Ce documentaire, disponible en deux versions : une sous-titrée en français et chinois[3] et l'autre en anglais et chinois[4], est accessible sur Internet.

[1] Voir le site du projet MigraChiCovid : https://www.migrations-asiatiques-en-france.cnrs.fr/projet-migrachicovid/resume-scientifique-du-projet-migrachicovid

[2] 隔而不离：在法华人的疫下生活 ; *Between Two Worlds : The Chinese Diaspora in France in the Time of Covid-19*

[3] https://www.canal-u.tv/chaines/cermes3/entre-deux-la-diaspora-chinoise-en-france-au-temps-de-la-covid-19

[4] https://www.canal-u.tv/chaines/cermes3/between-two-worlds-the-chinese-diaspora-in-france-in-the-time-of-covid-19

Une exposition photographique

Toujours dans la perspective de diffuser les résultats de recherche auprès du grand public, l'équipe MigraChiCovid a organisé au Grand équipement documentaire (GED) du Campus Condorcet une exposition photographique **« (Sans) Frontières au temps du coronavirus : Regards croisés sur la population d'origine chinoise en France ».** Les photos ont été récoltées entre janvier 2020 et septembre 2021 et rassemblent des personnes d'origine chinoise aux divers profils socio-économiques et migratoires : descendants, primo-arrivants, commerçants, étudiants, professionnels de santé, etc. Elles couvrent en outre différentes temporalités de la pandémie allant de janvier 2020 jusqu'à l'automne 2021. D'un point de vue spatial, ces photographies représentent **des lieux urbains où se concentrent des présences et ancrages chinois en France**, notamment dans l'agglomération parisienne.

L'exposition propose **un parcours à travers 5 sections thématiques** : la première section porte sur **les solidarités locales et transnationales** mises en place par la diaspora chinoise ; la deuxième témoigne de **l'engagement du personnel médical et des chercheurs** en médecine d'origine chinoise dans la lutte contre la pandémie ; la troisième aborde **les expériences de racisme anti-asiatique et de discrimination** au temps de la Covid-19 ; la quatrième représente **la transformation des espace publics et des sociabilités** qui s'y opèrent ; la cinquième présente **la vie familiale et les relations intimes** au temps pandémique.

L'exposition est ouverte au public du **2 février au 1 avril 2022** (9h-19h) et sera bientôt disponible en ligne. ⌘

Pour aller plus loin, voir les publications du projet MigraChiCovid :

https://www.migrations-asiatiques-en-france.cnrs.fr/projet-migrachicovid/publications-covid19

ALUMNI

Une expérience riche en histoire de l'art, archéologie et en communication scientifique

Entretien avec SHEN Juan

SHEN Juan est docteur en histoire de l'art et archéologie de l'Université de Paris Sorbonne, et en science de l'information et de la communication de l'Université Panthéon-Assas Paris II.

Devant les montagnes multicolores du Géoparc de Zhangye, province du Gansu, au nord-ouest de la Chine.

SHEN Juan, quel est votre parcours académique initial ?

Etudiante à **l'Académie nationale des arts de Chine**, j'ai suivi des cours en **histoire de l'art sur la Chine ancienne** et plus particulièrement sur **la dynastie des Qin**. Ces années ont été décisives et m'ont donné une base solide pour les recherches en **histoire de l'art, archéologie et civilisation** que j'allais entreprendre par la suite. Je me suis dans un premier temps consacrée à la reproduction des statues du **musée des guerriers et des chevaux en terre cuite du premier empereur Qin** à Xi'an.

Cette activité, qui requiert une synthèse entre la **modélisation artistique et les données historiques** issues des recherches archéologiques, a été vraiment passionnante. En particulier, il était nécessaire, pour s'assurer d'une reproduction fidèle, de comprendre toutes les étapes de la production de la poterie, de la sélection de l'argile à la fabrication des moules, de la température de cuisson à la manière de cuire la poterie au four.

Devant les statues restaurées du Musée en terre cuite de Xi'An.

En dépit de nombreuses tentatives avec **différentes méthodes pour reproduire** les figures et formes en terre cuite, nous avons finalement constaté qu'il est difficile d'atteindre le niveau des sculptures réalisées par les artisans de l'époque des Qin. Le moindre paramètre est important, qu'il concerne la proportion du sable, la forme du four, la température de cuisson. Obtenir une surface lisse sans fissure était un défi, mais le plus délicat à reproduire était sans doute l'impression et l'expression que pouvaient dégager ces statues, ou encore le détail et la diversité par exemple des accessoires dans les cheveux, des vêtements, des chaussures, des armures pour chaque personnage. Il s'agissait alors de se rapprocher de la réalité et de restituer « l'esprit communiqué » par le personnage.

Comment êtes-vous arrivée en France pour y étudier l'histoire de l'art et l'archéologie ?

Après avoir validé mon diplôme de master, j'ai eu la chance d'être invitée par une « **Association franco-chinoise pour les échanges artistiques** » de l'**Université Paris Sorbonne**. Cette opportunité a été pour moi une occasion inouïe de visiter les grands musées de Paris mais aussi de rencontrer des sinologues français, dont le Professeur **Flora Blanchon** qui m'a permis de préparer une thèse de doctorat en histoire de l'art et archéologie **sur la restauration et la sculpture des statues en terre cuite sous la dynastie des Qin.**

Mes recherches vont se focaliser **sur la restauration des œuvres** en s'appuyant sur l'analyse d'exemplaires endommagés et en utilisant des techniques et des méthodes pour protéger les couleurs de surface ou encore pour repositionner des pièces brisées. Ces travaux ont été l'occasion de travailler avec **l'Institut d'archéologie** et **le Centre de protection culturel du Shaanxi** mais aussi de coopérer avec des experts italiens, allemands et français. Je vais également nourrir mes connaissances sur **les différentes** méthodes **et analyses de restauration et de conservation** par des visites au Louvre, au *Metropolitan Museum of Art* à New-York, à l'*Art Institute* de Chicago ou encore dans des musées en Grèce.

Conférence au musée du Louvre / Quadrige en bronze)

2004, est une année inoubliable pour moi. J'ai participé à l'organisation d'une **conférence au Louvre sur l'archéologie de l'architecture chinoise** à l'occasion de l'année culturelle France-Chine. J'étais très fière de pouvoir compter parmi les personnalités présentes, **Leoh Mingpei**, célèbre architecte, **Henry Loyrette**, directeur du Louvre, **Danielle Elusseeff,** qui a été directrice du Musée Guimet, mais aussi des experts du département chinois du *British Museum*, du Musée National de Chine, du Musée de Shanghai, du Musée de Xi'an ou encore du Musée de la Mongolie intérieure.

Ces recherches ont-elles soulevé des questions particulières ?

Ce travail de restauration et de protection d'un patrimoine a été l'occasion de questionnements notamment sur le choix, sans précédent avant et après la dynastie des Qin, de façonner des statues à taille humaine. A quelle fin ces statues avaient-elles été ainsi conçues ? Des études ont depuis établi une relation entre les sculptures en terre cuite des Qin et les statues étrusques en Italie ou en Grèce, au moins pour la technique de fabrication.

Cette relation entre l'art chinois et l'art helléniste, entre la culture et le patrimoine m'a vraiment passionnée et a été au cœur du sujet de **ma thèse de doctorat** à la Sorbonne. Il s'agissait alors de **comparer l'archéologie et la civilisation pendant la dynastie des Qin en Chine et les périodes macédonienne et hellénistique en Grèce**. Mon étude s'est particulièrement intéressée au **quadrige** qui est un char antique monté sur deux roues et tracté par quatre chevaux, et que l'on retrouve en Grèce comme à Xi'an.

L'autre facette de votre activité de chercheuse est tournée vers la communication et la diffusion du savoir, pourquoi ?

La vulgarisation des connaissances vers le grand public est un véritable défi mais aussi une nécessité. Pendant mes études à l'Académie nationale des arts de Chine, je me suis intéressée aux multimédias et à leur utilisation pour la diffusion de contenus sur les sciences et sur le patrimoine. J'ai par la suite approfondi mes connaissances dans ce domaine en préparant une nouvelle **thèse de doctorat en sciences de l'information et de la communication** à l'Université de Paris II.

C'est avec cet **objectif de promotion et de médiatisation de la science** que j'ai pu coopérer avec le CNRS, dès 2003, pour l'organisation d'un **festival international de l'émission scientifique**, dont le genre a été repris et se poursuit jusqu'à maintenant en Chine, notamment à Canton et à Pékin. C'est avec la même ambition que j'ai participé à la **production de documentaires culturels et scientifiques** via la société MonaLisa Production à Lyon, notamment pour la chaîne ARTE. Mon histoire avec le CNRS s'est poursuivie encore récemment, entre 2014-2016, en tant que co-auteur du **documentaire « Planète sable – épisode Chine »** co-produit par CNRS image et tourné en coopération avec le **LIA SALADYN** (CNRS)[1].

Pendant le tournage du documentaire « Planète sable » ©SHEN Juan

[1] Lire« La guerre verte contre les sables jaunes» dans le cahier spécial du CNRS en Chine (numéro 17, pages 26-31).

Quels sont vos travaux en cours et vos projets à venir ?

■ Les origines de la civilisation chinoise, de la fin du paléolithique au début de l'ère du bronze. Auteurs LI Boqian, SHEN Juan, Publication Editions Sanqin 2021.

Je viens de terminer un ouvrage sur **les origines de la civilisation chinoise** que j'ai pu conduire en tant que chercheuse invitée au **Centre de recherches sur les anciennes civilisations chinoises**. Ce Centre est principalement engagé dans l'**archéologie et les fouilles de sites** à diverses périodes, surtout préhistoriques.

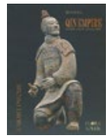
Cet ouvrage traite dans sa **première partie des différentes étapes historiques qui ont abouti à la civilisation chinoise** (partie réalisée par le professeur archéologue **LI Boqian**[2]). La deuxième partie, que j'ai menée, s'appuie sur des analyses et des recherches en archéologie, en anthropologie sociale et en histoire de l'art conduites **sur près de 150 sites préhistoriques du paléolithique au début de l'âge du bronze**. Sont abordés des sujets sur l'agriculture et la culture des céréales, sur l'outillage, la poterie, les ornements, l'architecture, l'organisation des sociétés, leurs activités collectives ou encore la communication entre les groupes et les personnes. Ce travail a été mené en collaboration avec le professeur **Jean-Pierre Dozon** de la **Fondation Maison des Sciences de l'Homme** (FMSH).

Un projet à venir pourrait être la traduction en chinois du livre de Professeur **Jean-Paul Demoule,** « **Histoire des civilisations** ». Un autre projet, suspendu par la crise sanitaire de la COVID-19, concerne un documentaire, initialement prévu sur **le site archéologique du mausolée du premier empereur Qin**[3]. D'une manière générale, la connaissance sur l'histoire de l'humanité et les questions sur son évolution me passionnent et dirigent mes activités professionnelles aussi bien en recherche, qu'en production de livres et de documentaires. ⌘

[2] Li Boqian est professeur d'archéologie, ancien doyen de l'école d'archéologie de l'Université de Pékin.

[3] Projet pour la chaîne ARTE sur la nouvelle découverte du musée des statues en terre cuite et sur la coopération dans le domaine de la restauration entre le musée chinois et les experts français.

Principales publications



■ « **Empire Qin-unification de la Chine** » (Archéologie et civilisation des Qin)

■ « **Gloire des grands Tang** » (Peintures murales de la dynastie des Tang)

■ « **Scènes des Han, peintures gravées sur pierres** » (Peintures gravées de la dynastie des Han)

■ « **Gold and silver wares** » (Objets en or et en argent de la dynastie des Tang)

Vulgarisation et production de documentaires culturels et scientifiques

■ Documentaires MonaLisa Production pour la chaîne de télévision française ARTE

■ Documentaire sur l'état de la désertification : Planète sable (épisode Chine) avec le LIA SALADYN (CNRS), l'Académie des Sciences de Chine (CAS), le bureau des Nation Unies en Chine (diffusion sur ARTE en France et Allemagne)

Organisation d'événements

■ Conférence au Louvre sur l'archéologie de l'architecture chinoise

■ Festival international des émissions scientifiques avec le Département Science et Médias du Centre National de la Recherche Scientifique

■ Montage du festival de documentaires culturels de Guangzhou et du festival de documentaires scientifiques et éducatifs de Pékin

Autres coopérations/partenaires

■ Institut d'archéologie de l'Académie chinoise des sciences

■ École des patrimoines et de la muséologie de l'Univ. de Pékin

■ Institut d'histoire ancienne de l'Université de Pékin

■ Centre de recherches sur les anciennes civilisations chinoises de l'Université de Pékin

Retrouvez notre Revue de presse

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

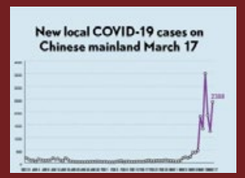
Bulletin de veille
du CNRS en Chine et en Mongolie

Dans la presse chinoise en mars. 2022

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



Epidémie de Covid en Chine

(17-03-2022) Alors que le pays connait un nombre journalier de nouveaux cas positifs de Covid-19 au plus haut depuis 2 ans, la Chine adapte sa réponse pour y faire face. Il s'agit de ne pas submerger les hôpitaux et de détecter les cas positifs le plus tôt possible.

Médicament oral chinois contre la Covid-19

(17-03-2022) Des essais du médicament oral chinois VV116 contre la COVID-19 ont débuté sur des patients dans le monde. Selon une étude de la revue internationale Acta Pharmaceutica Sinica, ce médicament présenterait "une innocuité et une tolérance satisfaisantes" dans trois essais de phase 1, menés auprès de 86 participants à Shanghai.

Centres de données et neutralité carbone

(15-03-2022) Un rapport du State Grid Energy Research Institute indique que la consommation d'électricité des centres de données en Chine pourrait dépasser 400 milliards de kilowatt/heures d'ici 2030, ce qui représente 3,7% de la consommation totale d'électricité du pays.

Journée internationale des femmes et des filles de science à Pékin

Par Victor Wright et Mathilde Hochard[1]

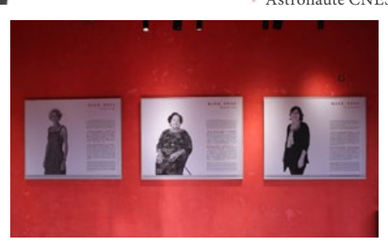
妹力无穷，科学无尽

Infinités Plurielles

Le 11 février dernier, afin de célébrer **la Journée internationale des femmes et des filles de science**, dix-huit portraits de femmes scientifiques ont été exposés au sein de la «maison 429», cour carrée (Siheyuan) emblématique du vieux Pékin située au cœur du quartier Baitasi.

Issues de différents horizons, ces scientifiques nous parlent avec passion de leurs parcours et de leurs métiers. On y retrouve notamment les portraits de la première astronaute européenne **Claudie Haigneré**, de l'anthropologue, auteure de *Masculin/Féminin*, *la pensée de la différence*, **Françoise Héritier**, de la climatologue coprésidente du groupe n°1 du GIEC **Valérie Masson-Delmotte**.

■ Claudie Haigneré
Astronaute CNES-ESA



Ces portraits sont tirés d'une exposition intitulée **Infinités Plurielles**. Depuis bientôt une décennie, l'artiste **Marie-Hélène Le Ny** a ainsi réalisé le portrait de plus de 140 femmes scientifiques francophones.

En associant l'image et la parole de femmes passionnantes mais parfois peu visibles dans l'espace public, cette exposition nous rappelle leur rôle essentiel dans la communauté scientifique. À l'heure où **moins de 30% des chercheurs dans le monde sont des femmes**, et que ces dernières font encore face à des stéréotypes et préjugés persistants, cette exposition a eu l'ambition de susciter des vocations, d'enrichir les échanges et de nourrir le débat autour de l'égalité.

Le vernissage de cette exposition a été l'occasion de réunir une partie de la communauté scientifique féminine de Pékin et d'engager une série d'échanges sur la place des femmes de science en Chine. Cet événement fut par ailleurs une occasion pour Mme **Anne Rulliat**, Consule générale de France à Shenyang, de rappeler à la fois l'origine de cette exposition en Chine et l'importance de la mise en valeur de modèles féminins dans les secteurs scientifiques et techniques. Mme **Alida Bailleul**, paléobiologiste chercheuse à l'Académie des sciences chinoises de Pékin, en écho aux portraits exposés, a partagé son expérience scientifique en Chine.

Parallèlement à cette exposition, le consulat général de France à Chengdu a réalisé une vidéo rassemblant le témoignage de cinq femmes scientifiques aux profils variés : de la lycéenne en filière scientifique, à l'enseignante-chercheuse en médecine en passant par l'étudiante en planification urbaine. Cette vidéo peut être visionnée sur le compte weibo de l'ambassade. ⌘

■ Françoise Héritier,
Anthropologue,
Professeure honoraire
au Collège de France

[1] Victor Wright, chargé de mission, Mathilde Hochard, chargée de mission gouvernance, Pôle ESRI (Enseignement Supérieur, Recherche et Innovation), Ambassade de France en Chine

PFUE et *One Ocean Summit*

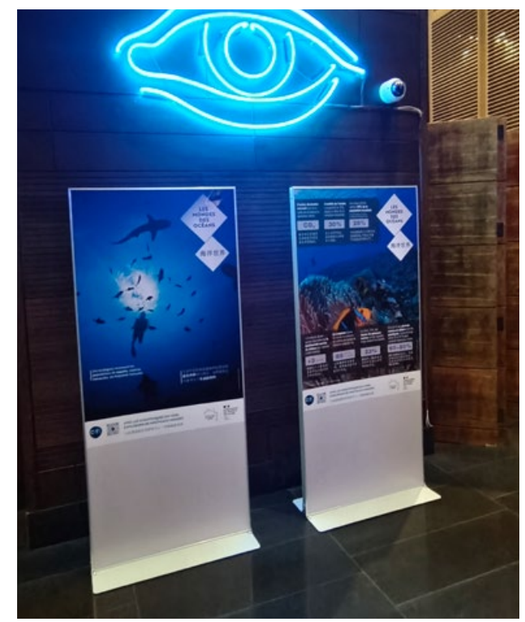
Par le bureau du CNRS en Chine

Le ***One Ocean Summit*** a pour objectifs de relever le niveau d'ambition de la communauté internationale sur **les sujets maritimes** et de traduire en actions concrètes notre responsabilité partagée sur l'Océan.

Afin de marquer le lancement de ce sommet, qui s'inscrit dans le cadre de la Présidence française du Conseil de l'Union européenne, l'Ambassade de France en Chine a organisé le 9 février **une projection du documentaire «Antarctica, sur les traces de l'empereur»**, co-produit par le CNRS, en présence de membres de la communauté diplomatique européenne et de ministères chinois, de chercheurs, de représentants de la société civile et de journalistes.

L'Ambassadeur de France en Chine, **M. Laurent Bili**, a rappelé à cette occasion **les objectifs** du *One Ocean Summit* et **M. Julien Rochette**, directeur du programme Océan de l'Institut du développement durable et des relations internationales (IDDRI), a insisté sur **les enjeux de la protection des océans et des ressources marines**.

Pour cet événement, l'exposition «**Avec les scientifiques du CNRS, explorons de nouveaux mondes**» a été présentée à la Résidence de France. Ce fut une occasion de mettre en lumière des exemples de recherches conduites par le CNRS sur l'**impact des changements climatiques et environnementaux** sur les mondes glacés, des océans et des vivants. Cette exposition montée par le bureau du CNRS en Chine, pour l'édition 2021 du Mois franco-chinois de l'environnement (MFCE), a circulé dans différents lieux culturels à Pékin, mais aussi au musée des sciences du Jilin à Changchun, ainsi qu'au musée des sciences du Liaoning à Shenyang. ⌘



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
Fax : +86 10 8531 2269
cnrsbeijing.cnrs.fr

Directeur de publication :
Philippe Arnaud
Responsable éditoriale :
Karine XIE
Graphisme et mise en page :
LI Xin
Contact : derci.beijing@cnrs.fr