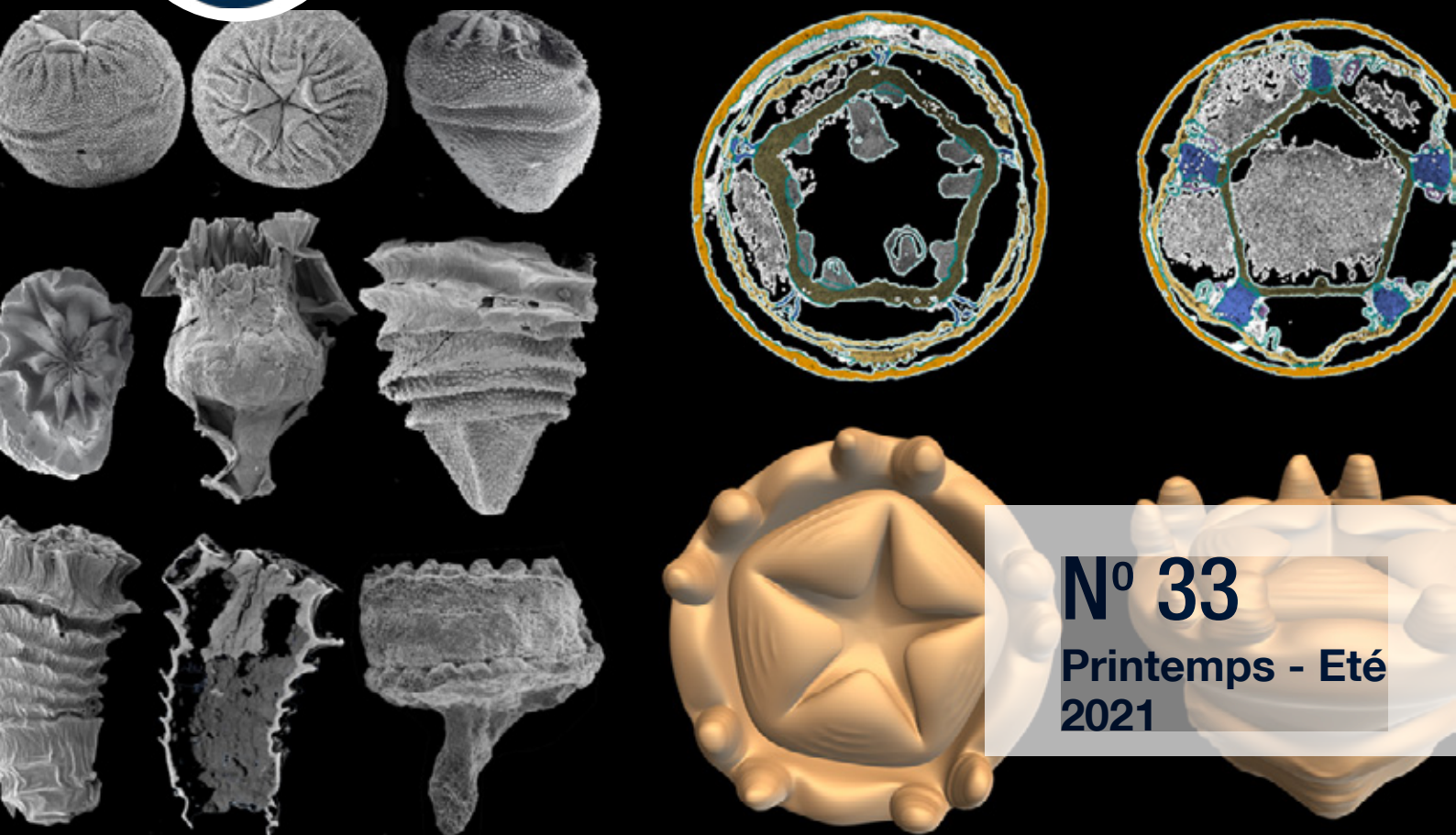


Le CNRS en Chine

La vie des laboratoires



N° 33

Printemps - Été
2021

■ Bureau du CNRS en Chine

UE-Chine

La coopération R&D&I :
d'Horizon 2020 à
Horizon Europe

Analyse

Copublications en chiffres /
Politique environnementale /
Quantique en Chine

PROJETS

Géologie et géomorphologie du
plateau Tibétain / Paléontologie
des Vertébrés / Changement
climatique en Arctique...

KC WONG

Portraits des lauréats
« CNRS–K.C.Wong
Postdoctoral
Fellowships » 2021

Sommaire

Editorial 3

UE-Chine

- La coopération UE-Chine en recherche et innovation :
« d'Horizon 2020 à Horizon Europe » 4-6

Analyse

- Coopération scientifique avec la Chine, que font les pays anglo-saxons ?
- Politique environnementale de la Chine à l'heure de la neutralité carbone
- Coopération scientifique chinoise en Afrique
- Le plan quantique en Chine
- Présentation de l'ICT / CAS
- Cartographie des structures chinoises en informatique 7-19

Entretien

- Enquêtes en milieu urbain et rural à Chongqing et Shanghai 20-22

Projet

- Etude chronologique intégrée de sites paléolithiques pléistocènes du Hubei occidental et de la région des Trois Gorges
- Aux racines de la vie animale
- Coopération sur l'impact du changement climatique dans l'Océan Arctique
- *French Village* : un exemple de nouvel urbanisme à Hangzhou
- A la découverte de l'Institut de Paléontologie des Vertébrés et de Paléanthropologie de la CAS.
- Géologie et géomorphologie du plateau Tibétain - Etude des failles actives
- Technologie laitière, consommation des laitages et conceptions de la santé intestinale et du monde microbien en Mongolie
- Recherche en équipe à Hongkong sur l'obésité 23-49

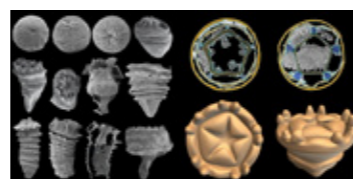
Appel et programme

- Présentation des lauréats du programme de bourses postdoctorales
« CNRS-K.C. Wong Postdoctoral Fellowships » 2021 50-53



Responsables de publication :
Philippe Arnaud / Karine XIE
Graphisme et mise en page : LI Xin
Contact : karine.xie@cnrs.fr
Date de publication : avril 2021

Bureau du CNRS en Chine, Ambassade de France en Chine, N°60 Tianze lu, Liangmaqiao, 3^e quartier diplomatique, District Chaoyang, 100600 BEIJING - PRC
Tél : +86 10 8531 2264
Fax : +86 10 8531 2269
cnrsbeijing.cnrs.fr



Microfossiles typiques de la formation de Kuanchuanpu, p29
© Jean Vannier



Pic du Gongga Shan (7756 m), p44
© Marie-Luce Chevalier

Les priorités en R&D du 14^{ème} plan quinquennal 2021-2025

En mars dernier les autorités chinoises ont entériné le **14^{ème} Plan quinquennal** qui fixe notamment les priorités en R&D de la Chine pour les cinq années à venir (2021-2025).

Le renforcement des capacités d'innovation du pays est au cœur du Plan. Il s'agit en particulier de moderniser l'appareil de production en y intégrant les technologies numériques¹ et de renforcer les secteurs stratégiques de pointe.

Les dépenses en R&D, devraient croître annuellement de plus de 7% d'ici 2025².

Un effort particulier est porté à la recherche fondamentale avec un objectif d'accroître sensiblement sa part à 8% des dépenses en R&D, contre 6% actuellement.

Sept secteurs scientifiques et technologiques prioritaires sont identifiés :

- **L'intelligence artificielle (IA)** avec l'ambition d'innovations de rupture,
- **Les technologies quantiques** pour le calcul, les communications et la cryptographie,
- **Les circuits intégrés** pour lesquels la Chine vise une production indigène,
- **L'interface homme-machine** pour l'apprentissage et l'éducation,
- **La génétique et les biotechnologies** avec entre autres les vaccins innovants, la télémédecine, la recherche sur les anticorps, les biotechnologies agricoles,
- **La santé** avec notamment les maladies respiratoires et cardiovasculaires, la médecine régénératrice,
- **L'exploration spatiale**, sous-marine et polaire.

La conduite de ces priorités en R&D s'appuiera d'une part sur les laboratoires nationaux en association avec les instituts de recherche, les universités et les entreprises. Des grands projets d'infrastructures sont également prévus. Pour atteindre les objectifs, les autorités chinoises comptent sur la formation de « **talents de classe mondiale** » et la **coopération internationale**...

C'est dans ce contexte que la Délégation de l'Union Européenne en Chine prépare le programme **Horizon Europe**. Le Dr Philippe Vialatte, Ministre Conseiller et directeur de la section science et technologie à la Délégation nous dresse dans ce numéro un **bilan du programme Horizon 2020** et les **enjeux du nouveau programme** en préparation.

Dans le registre de la coopération internationale, vous retrouverez également dans cette édition des éléments sur la **coopération en R&D des pays anglo-saxons** : Etats-Unis, Royaume-Unis, Canada, Australie, avec la Chine.

Les technologies quantiques apparaissent aujourd'hui comme l'un des enjeux économiques et stratégiques de demain. C'est une des priorités en R&D du 14^{ème} Plan quinquennal. La Chine qui ambitionne de construire le plus grand centre de recherche mondiale dans le domaine compte sept universités chinoises dans le TOP10 des meilleures institutions en communication quantique et cryptographie.

Les ambitions de la Chine en matière environnementale sont également grandes, le pays s'est engagé à atteindre son **pic d'émissions de CO2** avant 2030 et la **neutralité carbone** d'ici 2060. Un article précise la politique que la Chine souhaite mettre en œuvre pour satisfaire ces objectifs.

Alors que le CNRS a lancé un appel à projets pour soutenir les collaborations avec des partenaires d'Afrique subsaharienne, l'Académie des Sciences de Chine promeut également les coopérations avec l'Afrique en s'appuyant notamment sur le Centre sino-africain de recherches conjointes, **SAJOREC**.

Enfin également dans ce numéro des **entretiens** et des **témoignages** et bien entendu de nombreux **projets scientifiques** aussi divers que passionnants.

Un chaleureux et sincère Merci à toutes et tous pour vos contributions.

Bonne lecture !



Philippe Arnaud
Directeur du bureau CNRS Chine

¹ La part des industries numériques au PIB devrait atteindre 10% d'ici cinq ans.

² Source : Bulletin d'analyse économique du Service Economique Régional de Pékin, T1 2021



Dr Philippe Vialatte

魏立国

Minister Counsellor, Head of the Science and Technology Section

Delegation of the European Union to China



La coopération UE-Chine en recherche et innovation : d'Horizon 2020 à Horizon Europe

Horizon 2020, le Programme Européen pour la recherche et l'innovation, s'est terminé comme son nom l'indique à la fin de l'année passée. Il a couvert avec succès la période 2014-2020 et son successeur, **Horizon Europe**, en préparation depuis plus de deux ans, sera opérationnel dans les prochains mois et mis en œuvre entre 2021 et 2027.

Evidemment les projets en cours financés par Horizon 2020 se poursuivront jusqu'à l'échéance qu'ils ont prévue et de nouveaux projets restent même à lancer. Il s'agit en particulier des projets qui seront sélectionnés à partir du dernier appel à propositions ouvert à l'automne dernier pour contribuer au 'Green Deal', le pacte vert pour l'Europe, pour rendre l'économie de l'UE durable.

Horizon 2020, dont le montant total était de 80 milliards d'euros, a financé à cette date (février 2021) **près de 32.500 projets** comptant plus de 162.000 participations. Le CNRS qui a collaboré dans 1.700 projets, est le premier récipiendaire du Programme avec plus de 1 milliard d'euros, soit environ 15% des ressources allouées à l'ensemble des entités françaises.

Une des caractéristiques fortes du Programme européen était de **rendre la science et l'innovation plus collaboratives et globales**. Dans cet objectif, le Commissaire Carlos Moedas avait fixé en 2016 trois buts à la politique européenne de recherche et innovation pour Horizon 2020 : Innovation ouverte, Science ouverte et Ouverture au monde, les fameux trois « O ».

Cette ouverture au monde a largement profité à la Chine dont les entités publiques et privées ont participé 595 fois dans **269 projets** (chiffres de février 2021) dans toutes les composantes du programme : de l'ERC (le Conseil Européen de la Recherche) aux projets de recherche collaboratifs, en passant par les actions Marie Skłodowska-Curie de mobilité.

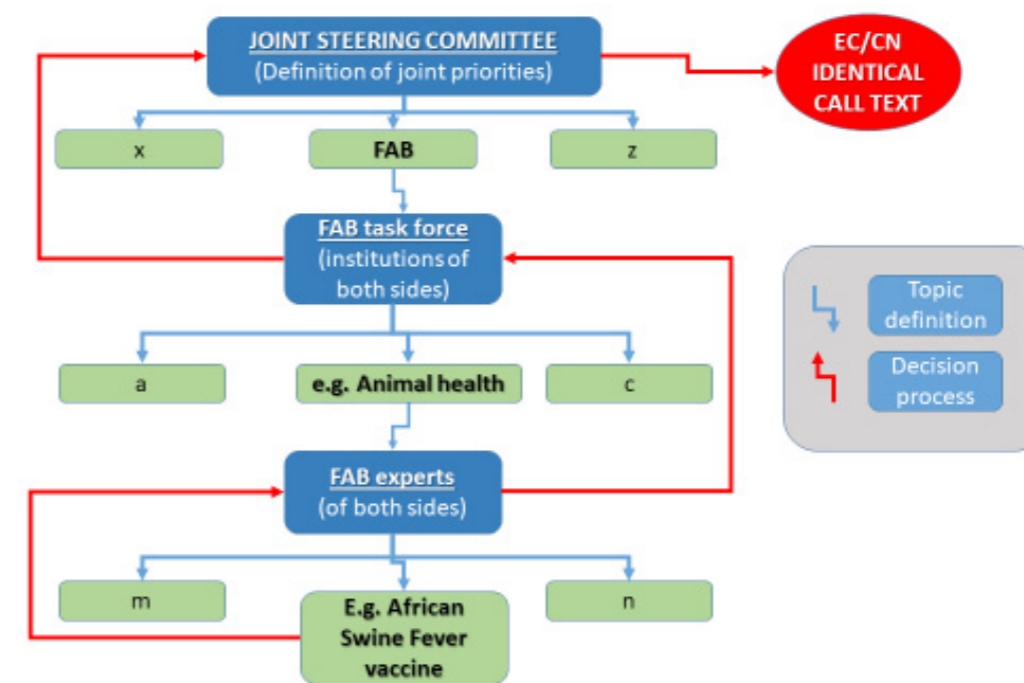
La Chine a été ainsi notre second partenaire international dans Horizon 2020 après les USA, même si le Programme ne finançait plus systématiquement

les participants chinois (comme ceux du Brésil, de la Russie, de l'Inde et du Mexique). Mais les mécanismes de co-financement (CFM) mis en place par le **MOST, MIIT** et la **NSFC**¹ ont aidé à maintenir un haut niveau de participation chinoise.

Depuis plus de 10 ans, la Commission européenne, en étroite collaboration avec les Etats membres et les pays associés, est très attentive à faire en sorte que la participation chinoise dans Horizon 2020 bénéficie aussi à l'UE. Ainsi nous avons défini avec le MOST cinq 'flagship initiatives' (**initiatives phares**)² d'intérêt commun pour l'UE et la Chine et sur lesquelles les CFM chinois se sont concentrés.

¹ MOST : Ministry of Science and Technology, MIIT: Ministry of Industry and Information Technology, NSFC: National Natural Science Foundation of China.

² 1) Food, agriculture and biotechnologies; 2) Environment and sustainable urbanisation; 3) Surface transport; 4) Safer and greener aviation; 5) Biotechnologies for human health and the environment. Les priorités 1 à 3 ont été cofinancées par MOST, 4 par MIIT et 4 par NSFC.



■ Process to define topics of common interest make decisions leading to co-funded calls

De plus, des instruments spécifiques ont été créés depuis 2012 pour déterminer, à l'intérieur des initiatives phares, des thèmes communs de recherche et innovation qui ont ensuite fait l'objet d'appels à propositions conjoints et de projets cofinancés. Ces instruments ont mobilisé la participation des secteurs privés et publics impliqués pour protéger les intérêts européens.

Les domaines de **l'aviation** et de **l'agriculture** ont été particulièrement exemplaires à cet égard. Cependant les CFM chinois ont donné des résultats mitigés : très efficaces avec MIIT et NSFC, ils n'ont permis le cofinancement avec MOST que d'environ 80% des propositions sélectionnées par la Commission Européenne (CE) dans le domaine de l'agriculture, proportion limitée à 40% pour l'urbanisation et les transports.

Ces dispositifs ont permis de faire de la coopération scientifique un domaine clé de la relation Europe-Chine : ainsi les résultats des réunions régulières du Comité Conjoint de Pilotage de l'Accord Science et Technologie et du Dialogue sur la Coopération en Innovation (ICD) ont été rapportés régulièrement aux leaders des Sommets UE-Chine, accroissant ainsi la visibilité politique de cette coopération.

³ https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-eu-china-a-strategic-outlook_fr.pdf

⁴ https://ec.europa.eu/research/iscp/pdf/policy/com_2012_497_communication_from_commission_to_inst_en.pdf

L'approche de la coopération en recherche et innovation avec la Chine a été nettement infléchie avec la Communication de mars 2019 'sur les relations UE-Chine – Une vision stratégique'³. Elle définit la Chine comme un *partenaire de coopération*, un *concurrent économique* dans la course à la domination technologique et un *rival systémique* s'agissant de la gouvernance.

Appliquée à la coopération en recherche et innovation, la Communication demande *un programme « Horizon Europe » ambitieux, ouvert aux pays tiers et aux organisations internationales, afin de rester à la pointe de la recherche et de l'innovation dans le monde. Le programme devrait également comporter des règles claires sur l'exploitation des résultats et prévoir un accès réciproque effectif au financement de la recherche et du développement.*⁴

La mise en œuvre de ces décisions ont été traduites en pratique dans la préparation d'Horizon Europe et dans nos relations avec la Chine, en particulier avec le MOST : (1) **une nouvelle stratégie de coopération internationale** pour Horizon Europe sera proposée dans les prochains mois pour faire suite à celle de 2012⁴ et (2) **une feuille de route conjointe** avec la Chine pour la future coopération UE-Chine en science, technologie et innovation.

L'Union européenne veut instaurer une coopération scientifique avec la Chine pour Horizon Europe qui soit équilibrée et caractérisée par **la réciprocité, la transparence, l'ouverture, dans le respect de standards élevés d'éthique et d'intégrité**, et d'une **concurrence équitable** (*level playing field*). En pratique, pour parvenir à cet objectif, la feuille de route conjointe citée plus haut va définir des thématiques prioritaires et des conditions cadres (*framework conditions*) assortis d'échéances (*milestones*) et d'indicateurs pour les atteindre.

Les conditions cadres, proposée par la CE ont été approuvée par le MOST, portent sur des sujets qui dépassent la stricte limite de la coopération scientifique afin de couvrir tous les aspects qui peuvent influencer la coopération en recherche et innovation. Ainsi elles mobilisent la plupart des Directions-Générales de la Commission.

Les conditions cadres retenues sont les suivantes :

1. Droits de propriété intellectuelle,
2. Recherche prénormative, évaluation de la conformité et standardisation
3. Science ouverte, accès ouvert aux publications scientifiques et aux données de la recherche, infrastructures de recherche
4. Éthique et intégrité
5. Accès aux programmes de recherche et innovation
6. Mobilité des chercheurs
7. Égalité des genres dans la recherche
8. Accès aux financements et aux capitaux à risques
9. Accès aux marchés publics
10. Mouvements transfrontaliers de matériels et d'équipements
11. Cadre réglementaire équitable et transparent
12. TIC et cyber sécurité
13. Innovation et PME

Les discussions sur les thématiques prioritaires et les conditions cadres sont bien avancées et celles sur les indicateurs vont commencer prochainement. Pour ce qui concerne les futures priorités, l'UE et la Chine souhaitent continuer et renforcer la collaboration sur les sujets d'intérêt général comme **le changement climatique et les objectifs du développement durable**.

A ce stade, il reste difficile de donner un calendrier prévisionnel pour conclure les négociations sur la feuille de route conjointe mais les équipes des deux parties sont en contact permanent pour les faire progresser. Une vidéoconférence entre le Commissaire Gabriel et le Ministre Wang en janvier a d'ailleurs permis de débloquer un certain nombre de points et de relancer les discussions.

Bien évidemment le Conseil de l'UE (composé des Représentants des Etats membres) sera appelé à adopter le contenu de la feuille de route conjointe. Quand elle sera approuvée, elle pourra servir de cadre commun à la CE et aux Etats membres dans leurs relations avec la Chine, en particulier pour la mise en œuvre des conditions cadres.

Ultérieurement, la feuille de route conjointe sera actualisée à intervalles réguliers pour prendre en compte les avancées constatées dans la réalisation des conditions cadres et ajuster les priorités thématiques selon les besoins. Dans l'immédiat et dans l'attente d'un accord sur la feuille de route conjointe, **la coopération UE-Chine en recherche et innovation sera limitée aux sujets non technologiques**.

Dans ce contexte, la Commissaire Gabriel et le Ministre Wang se sont mis d'accord pour poursuivre l'initiative phare **Agriculture** et de lancer dès l'automne prochain une nouvelle initiative phare sur **le changement climatique et la biodiversité**. Cette nouvelle 'flagship initiative' devra être introduite dans la révision du programme de travail 2022 d'Horizon Europe pour des appels à propositions à lancer avant la fin de l'année 2021.

Pour conclure, on peut réaffirmer que la coopération UE-Chine en recherche et innovation est à un nouveau carrefour de sa longue existence initiée par l'Accord science et technologie signé en 1998. Le monde a changé, l'Europe et la Chine ont changé et la crise du COVID-19 nécessite aussi de rééquilibrer les relations internationales. C'est à la solution de ces défis qu'une coopération scientifique UE-Chine réciproque et équitable doit maintenant contribuer. ☞

La coopération scientifique avec la Chine, que font les pays anglo-saxons ?

Par le bureau du CNRS en Chine



Cet article, après avoir fait un point sur la production scientifique chinoise entre 2010 et 2019, s'attarde sur la coopération scientifique de quatre pays anglo-saxons (Etats-Unis, Canada, Australie, Royaume-Unis) avec la Chine¹.

1. Publications scientifiques mondiales : poids de la Chine

Selon la base de données Scopus, la recherche chinoise a produit, entre **2010 et 2019**, près de **5 millions de publications**, soit **17%** du total. Pour comparaison, les scientifiques américains ont rédigé **6,7 millions** d'articles et les chercheurs européens **8,8 millions**², soit un volume qui représente respectivement 23% et 30,2% du total des publications mondiales (Figure 1).

Sur cette période, le nombre de publications chinoises référencées a doublé, passant d'environ **350 000 en 2010 à 700 000 en 2019**.

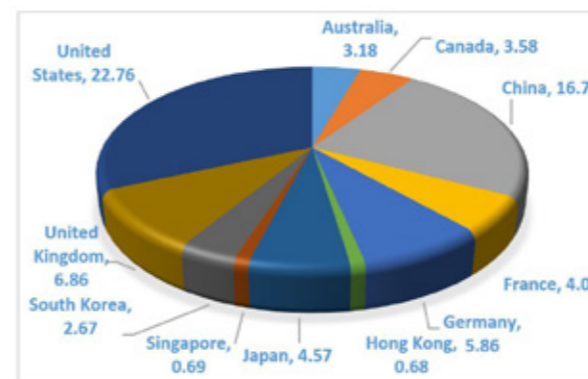


Figure 1. Parts des publications scientifiques par pays (2010-2019)

En 2019, les chercheurs chinois ont publié **autant de publications** scientifiques référencées dans Scopus que leurs homologues américains, la production scientifique des chercheurs européens restant la plus importante avec 961 000 articles (Figure 2).

En considérant l'**impact de citation pondéré par discipline**³ comme un indicateur de l'intérêt scientifique d'un article, la valeur moyenne de cet impact pour les publications chinoises sur la période 2010-2019 a été de **0.91**, bien inférieure à la valeur de cet indice pour les publications de **chercheurs américains (1.45)** ou **européens à 28 (1.23)**.

Sur cette période, la valeur de cet impact a gagné près de 0.4 point en passant de **0.69 à 1.08**. Elle est passée de **1.50 en 2010 à 1.37 en 2019**, pour les **publications américaines** et de **1.24 à 1.20** pour les **publications européennes**.

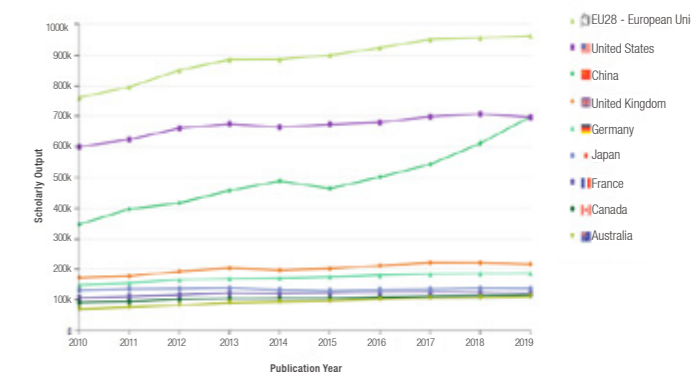


Figure 2. Nombre de publications scientifiques par pays, période 2010-2019

¹ Les chiffres précisés sont issus de la base de données Scopus.

² Sur cette période UE28, dont 2 millions pour le Royaume-Unis, 1.7 million pour l'Allemagne, 1.2 million pour la France

³ A Field-Weighted Citation Impact of greater than 1.00 indicates that the publications have been cited more than would be expected based on the world average for similar publications

https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/14894/supporthub/scopus/~what-is-field-weighted-citation-impact-%28fwci%29%3F/

2. Les domaines de publications scientifiques de la Chine

La R&D en Chine est particulièrement orientée vers le **transfert de technologies et l'innovation**. En 2019, 76,4% du budget R&D chinois ont été financés par les entreprises (voir numéro 32 du magazine, p. 54 pour de détail du budget R&D de la Chine)

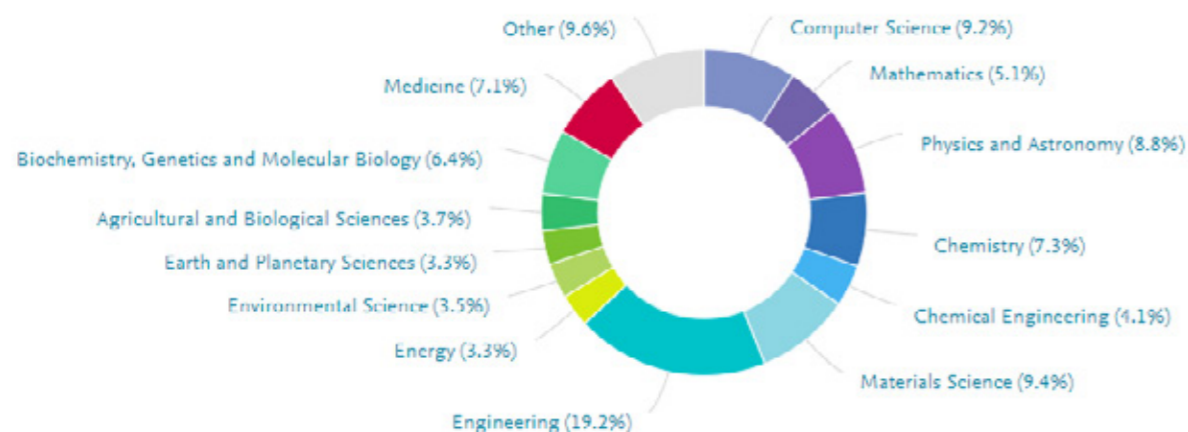
Ce « tropisme » n'est sans doute pas sans rapport avec les **principaux domaines de publications scientifiques de la Chine**. Au cours des 10 dernières années, près d'**une publication chinoise sur cinq** a été en lien avec **l'ingénierie**. Les **sciences chimiques et l'ingénierie chimique** ont compté pour **11,4%** du total des publications. On trouve ensuite les **sciences des matériaux (9,4%)**, les **sciences informatiques (9,2%)**, suivent la **physique et l'astronomie (8,8%)**. L'association de la **biochimie, la génétique, la biologie moléculaire (6,4%)** aux **sciences médicales (7,1%)** représente **13,5%** des publications chinoises référencées dans la base de données Scopus (Figure 3).

3. Co-publications scientifiques avec la Chine

19,5% des publications chinoises ont été **co-écrites** avec un partenaire étranger. Ce pourcentage de co-publications chinoises a gagné, en 10 ans, 9 points passant de **14% en 2010 à 23% en 2019**. Ce dernier **taux reste modéré et bien inférieur** à celui des autres puissances scientifiques : **36,4% pour les Etats-Unis, 42,1% pour les pays membres de l'UE à 28**.

Entre **2010 et 2019**, ce sont avec les chercheurs chinois que les chercheurs américains ont le plus co-publiés, **près de 400 000 articles** avec un impact de citation moyen de 1.91. La **progression** du nombre de ces co-publications sur cette période a été de **225%**. Les **chercheurs européens de l'UE28** ont publié **376 000 co-publications avec la Chine**. **Un quart des publications européennes** ont été co-signées entre les **chercheurs chinois et ceux du Royaume-Unis**.

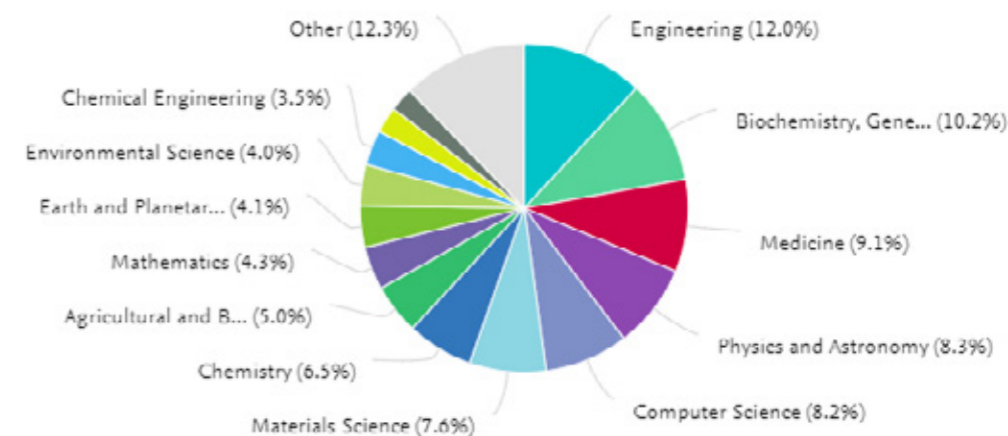
12% des publications sino-américaines ont concerné **l'ingénierie, 10,2%** le domaine de la **biochimie, génétique et biologie moléculaire, 9,1%** la **médecine**. Suivent ensuite **la physique et l'astronomie et les sciences informatiques**, avec respectivement **8,3%** et **8,2%**, puis les **sciences des matériaux 7,6%**.



■ Figure 3. Domaines de publications scientifiques de la Chine sur la période 2010-2019

Si l'on associe **l'ingénierie chimique et la chimie**, le taux de publications communes représente **10%** du total des publications. Les **sciences environnementales**, au cœur des préoccupations internationales, comptent pour **4% des co-publications** entre ces deux pays (Figure 4).

Les principaux partenaires de la Chine sont dans l'ordre **les Etats-Unis, le Royaume-Unis, Hong-Kong, l'Australie, le Japon, le Canada, l'Allemagne**. La **France** arrive, sur la période étudiée, en **neuvième place** des partenaires scientifiques de la Chine, après Singapour. ☘



■ Figure 4 : Domaines de co-publications des Etats-Unis avec la Chine

Le **deuxième pays partenaires** de la Chine en terme de volume de co-publications est le **Royaume-Unis** avec près de **100 000 (97 039)** et un impact de citation de 2.28. Plus de **82 000 co-publications** ont été signées par des **chercheurs australiens** et chinois, faisant de la **Chine le troisième partenaire de l'Australie**.

Pour information, en Europe, **l'Allemagne comptabilise** sur la période étudiée **59 258 co-publications avec la Chine** qui est le **8ème** partenaire scientifique de notre voisin. Quant à la France, le nombre de co-publications avec la Chine a été de **38 954**. La France publie **3,5 fois moins d'articles scientifiques avec les chinois** qu'avec **les Etats-Unis**. La **Chine** arrive en **dixième position**, après la Belgique, de la liste **des publications co-signées** par les chercheurs français avec des chercheurs étrangers.

La politique environnementale de la Chine à l'heure de la neutralité carbone

Par Arnaud Debauge, chercheur en politique climatique et énergétique



Diplômé de l'université d'Oxford et de Sciences Po Lille, **Arnaud Debauge** a par le passé travaillé au secteur universitaire et recherche en sciences humaines et sociales de l'Ambassade de France, à l'université de technologie sino-européenne de l'université de Shanghai (UTSEUS), ainsi qu'au *China Carbon Forum*.

Les engagements de la Chine sur le plan climatique

En septembre 2020, la Chine a pris l'engagement d'atteindre son pic d'émissions de CO₂ avant 2030 et la neutralité carbone d'ici 2060. Sur le plan scientifique, cet engagement permet de mettre théoriquement le pays en accord avec les préconisations du rapport de 2018 du **Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC)** pour contenir le réchauffement planétaire à 1.5°C par rapport aux niveaux préindustriels. Cette dernière publication avait mis à jour les objectifs urgents de lutte contre le changement climatique en préconisant une réduction globale de 45% des émissions de CO₂ pour 2030 et l'atteinte d'une neutralité carbone d'ici 2050.¹

Véritable coup d'accélérateur, l'engagement chinois d'atteindre la neutralité carbone permet d'envisager pour la première fois **une politique de réduction nette des émissions de gaz à effet de serre (GES)**. Jusqu'à présent, en tant que pays en développement avec un fort taux de croissance, **la Chine, signataire de l'accord de Paris en 2015**, s'était engagée à des réductions d'intensité énergétique et carbone de son PIB, ainsi qu'à la promotion des énergies non-fossiles dans son mix énergétique.

Depuis, les ambitions chinoises de septembre ont été renforcées par de nouveaux engagements lors du *Sommet pour l'ambition climatique* de décembre 2020. D'ici 2030, la Chine s'est ainsi engagée à **augmenter la capacité des énergies solaire et éolienne** de 0.5 TW à 1.2TW, à réduire l'intensité de CO₂ du PIB de

plus de 65% par rapport aux niveaux de 2005 et atteindre 25% d'énergie non-fossiles (renouvelables et nucléaire) dans sa consommation d'énergie primaire.

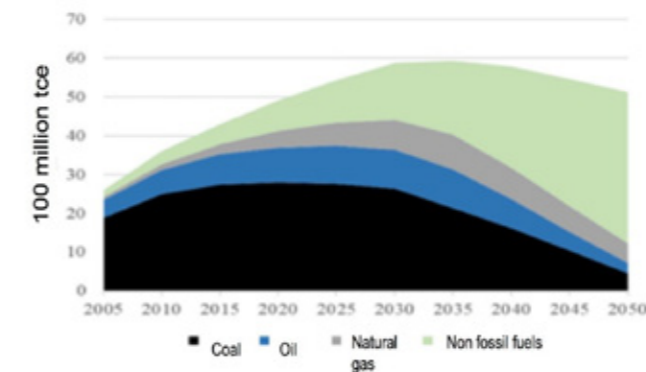
Atteindre un pic rapidement et aussi «petit» que possible sera crucial pour contenir le changement climatique à 1.5°C comme recommandé par le GIEC en 2018. Cependant, plusieurs zones d'incertitude demeurent. Les annonces faites début mars par le 14e plan quinquennal (2021-2025) permettent pour l'instant d'envisager **une croissance annuelle des émissions de CO₂ d'au moins 1%**, tout en laissant une assez grande marge de manœuvre sur la date exacte d'arrivée du pic.² Plusieurs plans sectoriels sur ce sujet sont prévus d'ici la fin de l'année 2021, tandis que l'actualité internationale rythmée pourrait éventuellement amener des engagements plus poussés sur le plan climatique (**sommet Chine-US** en avril, **COP15 sur la biodiversité à Kunming** en octobre et **COP26** sur le climat en novembre).

Objectif prioritaire d'une décarbonation réussie, les regards se tournent vers l'énergie

La Chine avait déjà pris l'engagement en 2015 d'atteindre **50% d'énergies non-fossiles (renouvelables, nucléaire) d'ici 2030** dans son mix électrique. Suite aux engagements de décembre 2020 pour 2030, les énergies solaire, éolienne et nucléaire augmenteront fortement dans la consommation primaire d'énergie. Comme mis en lumière par la principale recherche académique en Chine sur le sujet depuis les engagements de septembre 2020 portée par le **Pr. He Jiankun**³, une neutralité carbone réussie dans les temps impartis

reste possible, mais très difficile. Du fait du défi de découpler croissance économique et émissions de GES à court-terme, cela se traduira par une forte réduction du charbon dans son mix énergétique : passant respectivement de 57% à 45% de 2020 à 2030, puis à moins de 5% en 2050 (voir graphique 1).

Même si souhaitable climatiquement et réalisable technologiquement, une réduction aussi forte et rapide du charbon dans le mix énergétique sera très ardue à mettre en œuvre pour des raisons économique et sociale. En effet, **la place du charbon demeure très importante** en termes de PIB et d'emplois, tandis que celui-ci reste l'énergie la moins onéreuse dans de nombreuses provinces chinoises.



Graphique 1. Projection de la consommation d'énergie primaire en Chine (2005-2050)⁴

Le prix du carbone sera un levier important d'accompagnement de cette politique énergétique. **La création d'un marché carbone national pour le secteur électrique**, annoncée et préparée depuis 2017, et attendue en 2020, puis reportée à cause de l'épidémie de COVID, a enfin été actée début 2021, laissant espérer une augmentation du prix de la tonne de carbone de plus en plus dissuasive pour les énergies fossiles. Ce marché carbone devrait ensuite progressivement être élargi aux autres secteurs les plus polluants comme **le ciment, les métaux, ou la chimie**. La réussite de ces nouveaux marchés, poussive dans l'Union européenne, sera conditionnée à l'instauration de **mécanismes de prix crédibles** et l'application de **mesures de contrôle et de vérification dissuasives** pour les acteurs économiques locaux.

⁴ Ibid.

⁵ Cette compétitivité concerne les nouvelles unités construites, et non les unités existantes de charbon qui restent encore plus compétitives que les énergies solaire et éolienne. *Bloomberg New Energy Finance* (Juin 2020). Terminal de données Bloomberg.

« En étant l'hôte de la COP15 sur la biodiversité en 2021, la Chine espère pouvoir être l'instigatrice d'un accord international sur la biodiversité comparable à l'accord de Paris. »

Plusieurs autres opportunités permettront d'accompagner la transition bas-carbone.

Tout d'abord, **la compétitivité accrue des énergies éolienne et solaire** par rapport aux énergies fossiles. Calculé en termes d'unité marginale (LCOE), il est depuis 2020 moins coûteux en moyenne de produire un kilowatt d'électricité avec des nouvelles unités solaire et éolienne qu'avec de nouvelles unités de charbon sur le territoire chinois.⁵ De plus, la Chine, en tant que meneur mondial, dispose d'une forte **compétitivité dans les énergies renouvelables et les technologies liées** (interconnexions électriques, données massives, voitures électriques), ainsi qu'en **finance**, où elle est la deuxième plus grande émettrice de fonds verts au niveau mondial. Dans ce domaine, elle travaille dans le cadre du G20 à une plus grande harmonisation des différents standards internationaux en matière climatique et environnementale.

Enfin, longtemps oubliées des négociations climatiques, **la biodiversité et les solutions basées sur la nature** seront une des clés importantes pour une véritable politique publique réussie. Avec la constitution de **zones protégées** incluant près de 25% de son territoire, la Chine s'est positionnée comme une pionnière dans ce domaine parmi les pays en développement, alors qu'elle est également touchée par la perte de la biodiversité et la dégradation des milieux naturels. En étant l'hôte de la COP15 sur la biodiversité en 2021, elle espère pouvoir être l'instigatrice d'un accord international sur la biodiversité comparable à l'accord de Paris du 12 décembre 2015 sur la lutte contre le réchauffement climatique. ☘



■ Logo de l'objectif pour l'action climatique. Objectifs de Développement Durable (ODD).

¹ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2018). Réchauffement planétaire de 1.5°C.

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15_Summary_Volume_french.pdf

² Center for Research on Energy and Clean Air (2021). *China's Five-Year Plan: Baby Steps Towards Carbon neutrality*. <https://energyandcleanair.org/china-14th-five-year-plan-carbon-neutrality/>

³ Présentation du Pr. HE Jiankun, Université Tsinghua, Institut pour le Changement Climatique et le Développement Durable. https://mp.weixin.qq.com/s/S_8ajdq963YL7X3sRJSWGg

La coopération scientifique chinoise en Afrique.

Exemple du Centre sino-africain de recherches conjointes SAJOREC, de l'Académie des Sciences de Chine (CAS)

Par le bureau du CNRS en Chine



■ @Chinese Academy of Science (CAS)
<http://www.sinafrica.cas.cn/English/About/Introduction/>

D'une superficie totale de construction de 4300 m², ce Centre rassemble à la fois des infrastructures de recherche, de formation, de conférence et d'hébergement. Il dispose également d'un herbier et d'un jardin botanique de 3700m², le *JKUAT Botanical Garden*. La direction de SAJOREC est à

deux têtes, impliquant à la fois le **Jardin botanique de Wuhan** de la CAS et l'**Université d'agriculture et de technologie Jomo Kenyatta (JKUAT)**.

Selon la CAS, depuis sa création, **45 programmes de recherche conjoints** axés sur la biodiversité, la détection des micro-organismes pathogènes, les sciences géographiques et la télédétection, les cultures à haut rendement et de haute qualité, et la gestion des terres et des ressources en eau ont été conduits dans le cadre de cette plateforme. Le Centre, qui a également un objectif de formation, accueille aussi bien des étudiants de master et doctorat que des scientifiques et techniciens supérieurs venant de différents pays africains pour développer leurs connaissances.

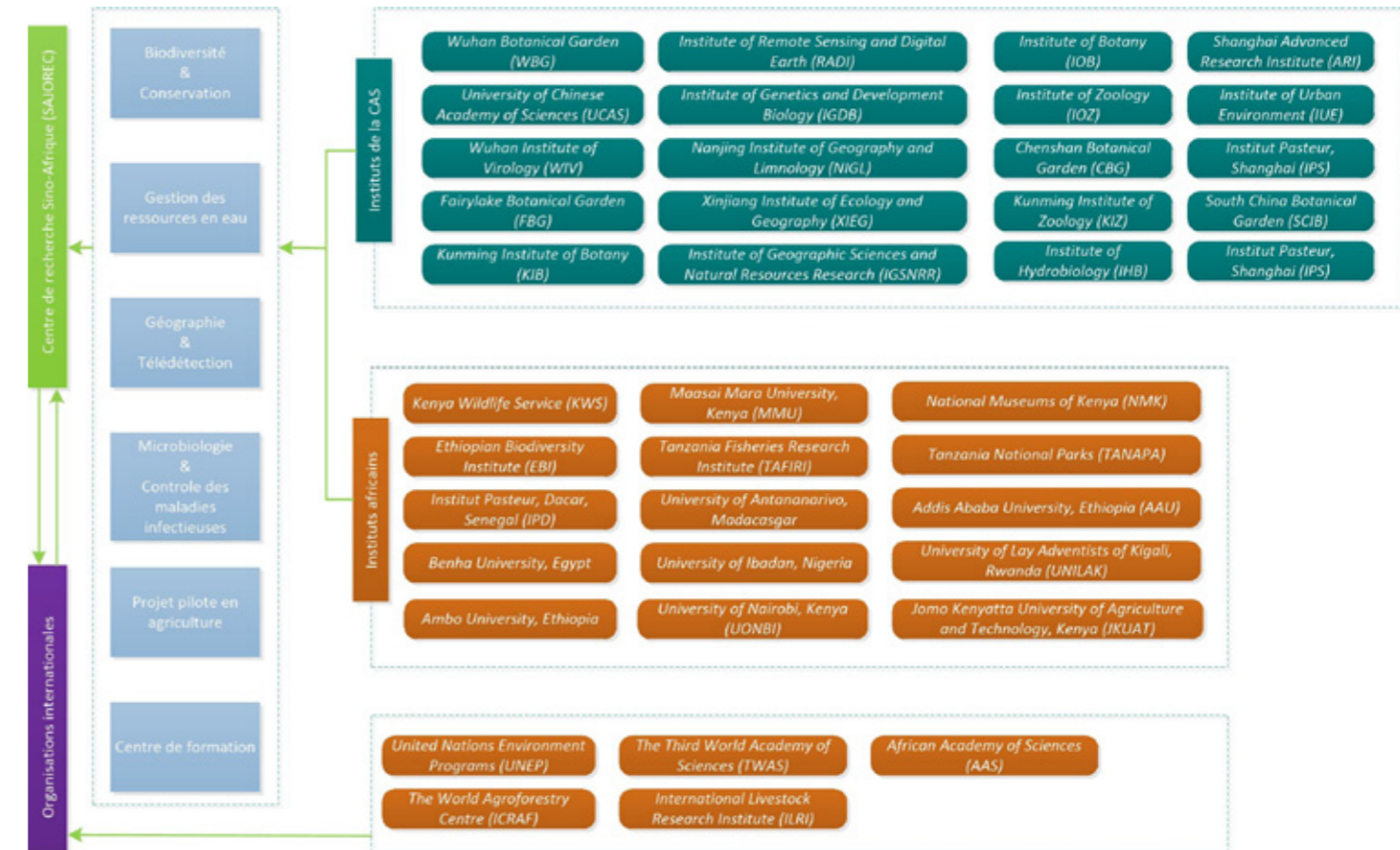
Ce « navire amiral », et point focal de la coopération de recherche que la Chine entend développer en Afrique, a établi des partenariats étroits et lancé des dizaines de programmes de recherche avec des institutions de plus de quinze pays africains dont le Kenya, la Tanzanie, l'Éthiopie, l'Égypte, le Zimbabwe, le Rwanda ou encore Madagascar, pour n'en citer que quelques-uns. ☘

A lors que le CNRS a lancé en décembre 2020 un appel à projets pour soutenir les collaborations avec des partenaires d'Afrique subsaharienne¹, avec l'objectif de mieux structurer et d'institutionnaliser des coopérations avec ce continent « en plein essor et à fort potentiel », l'Académie des Sciences de Chine, la CAS, premier partenaire du CNRS en Chine, promeut également les coopérations avec l'Afrique en s'appuyant notamment sur le **Centre sino-africain de recherches conjointes (SAJOREC)**.

Créé en 2013 avec le soutien financier de la Chine, SAJOREC est considéré par les autorités chinoises comme unique en son genre en Afrique. Défini comme une plate-forme de coopération scientifique et un pont entre les scientifiques chinois et africains, ce centre de recherche est situé sur le campus principal de l'Université d'agriculture et de technologie Jomo Kenyatta (JKUAT) à Juja, dans le comté de Kiambu au Kenya. Le panel des recherches qui y sont conduites est large mais en lien avec la biodiversité, la protection de la faune, la prévention et le traitement de la désertification, la surveillance du changement climatique et le développement d'une agriculture moderne.

¹ https://international.cnrs.fr/wp-content/uploads/2020/12/APP_Afrique_texte_complet_CNRS_2020-1.pdf

Les principaux partenaires chinois et africains de SAJOREC



Centres d'excellence CAS-TWAS

L'Académie des sciences de Chine (CAS) est également très impliquée dans l'Académie mondiale des sciences (TWAS) qui associe les pays en voie de développement dont ceux d'Afrique. Le Professeur BAI Chunli, ancien Président de la CAS, a Présidé la TWAS de 2013 à 2018. Cinq centres de recherche CAS-TWAS sont hébergés dans les Instituts de la CAS à Pékin:



The **CAS-TWAS Centre of Excellence for Green Technology (CEGT)**

Localisation : CAS Institute of Process Engineering.



The **CAS-TWAS Centre of Excellence for Biotechnology (CoEBio)**

Localisation : CAS Institute of Microbiology.



The **CAS-TWAS Centre of Excellence for Climate and Environment Sciences (ICCES)**

Localisation : CAS Institute of Atmospheric Physics



The **CAS-TWAS Centre of Excellence for Water and Environment (CEWE)**

Localisation : CAS Research Centre for Eco-Environmental

The **CAS-TWAS Centre of Excellence for Emerging Infectious Disease (CEEID)**

Le plan quantique en Chine, des ambitions et des acteurs.

Par Philippe Arnaud

Introduction

Initié en 2015, le plan quantique en Chine, est inscrit parmi les **secteurs stratégiques du 14^{ème} plan quinquennal (2021-2025)**. La technologie quantique est, selon les autorités chinoises, une « innovation technologique de rupture (disruptive) qui doit conduire à une nouvelle révolution technologique et industrielle ».

1 milliard de US\$ aurait été investis en Chine dans les technologies quantiques au cours de la dernière décennie. Comme pour la plupart des technologies dites stratégiques : IA/Big data, blockchain, internet industriel..., le pays compte sur les « talents » locaux (et étrangers) **de haut niveau** et sur **une coopération étroite entre industriels et académiques** pour faire avancer le secteur.

Après avoir brièvement listé les principales et récentes avancées chinoises sur les technologies quantiques et présenté une des actions structurantes du plan quantique, à savoir la création du centre de recherche sur les applications et les technologies quantiques à Hefei, cet article identifie les principaux acteurs académiques chinois de ce secteur technologique.

1. Chronologie des principales avancées récentes de la Chine dans le domaine des technologies quantiques¹

- **Août 2016**, la Chine lance le **premier satellite de communication quantique**, le *Quantum Experiments at Space Scale (QUESS)*, surnommé « Mozi » 墨子², avec l'objectif de mettre en place un système de communication cryptée et inviolable.
- **Juin 2017**, Pékin annonce avoir réalisé avec succès une « **téléportation** » **quantique** en envoyant simultanément depuis le satellite « Mozi » des photons à trois stations distantes, pour certaines de 1200km.

- **Septembre 2017**, la Chine réalise la **première communication intercontinentale**, entre Vienne et Pékin, en utilisant la **cryptographie quantique**.

- **Décembre 2020**, un **prototype de calculateur quantique à base de photons, Jiuzhang (九章)** « Neuf Chapitres³ » intégrant 76 qubits⁴, résout en 200 secondes un algorithme d'échantillonnage Boson⁵, surpassant les performances, pour ce test, du supercalculateur le plus puissant du monde. La Chine, après les Etats-Unis, accède à la « **suprématie quantique** ».

- **Janvier 2021** : la Chine met en place un **réseau de communication** combinant 700 fibres et deux liaisons sol-satellite et la **distribution quantique de clés** entre plus de 150 utilisateurs localisés à Pékin, Jinan, Hefei et Shanghai, pour une distance combinée de **4600 km**.

2. Une ambition chinoise : construire le plus grand centre de recherche mondial sur les technologies quantiques



■ Le centre de recherche sur les applications et les technologies quantiques à Hefei en cours de construction

La Chine construit actuellement à Hefei, dans la province de l'Anhui, **un centre de recherche sur les applications et les technologies quantiques**, et sur **l'Intelligence Artificielle**. Le budget investit pourrait à terme atteindre **10 milliards de US\$⁶**.

L'organisation de ce centre repose sur l'équation « 2 + 8 + N + 3 », à savoir deux laboratoires nationaux, **8 pôles d'infrastructures scientifiques et technologiques**, **N plateformes de recherche et d'innovation** industrielles, le tout en association avec **3 universités** de premier rang⁷. Le **laboratoire national de l'Académie des sciences de Chine (CAS)** dédié aux **sciences de l'information quantique**, première brique de ce complexe, est actuellement en cours de construction, le gouvernement y aurait déjà investi **400 millions de US\$⁸**. Commencé en 2017, l'ouverture était prévue en 2020.

A terme, ce centre en R&D devrait regrouper **1800 personnels de recherche**, dont **560 chercheurs multidisciplinaires**, en **recherche fondamentale**, en **développement technologique** et en **ingénierie** dans trois départements principaux : **communication quantique**, **informatique quantique** et **métrologie quantique**. Un département dédié au **support technique**, **ingénierie et transfert de technologies** devrait compléter la partie recherche fondamentale.

3. Les autres grands pôles de recherche et les « géants » chinois des télécoms

Outre à Hefei, le plan national pour le développement des technologies quantiques se déploie notamment à **Pékin, Shanghai, Nankin, Hangzhou** ou encore dans la région de la **Grande Baie de Guangdong-Hong Kong-Macao (GD-HK-MO)**, associant les acteurs publics et privés. Parmi ces derniers, on retrouve les géants chinois des télécommunications et de l'internet (cf. tableau ci-après) mais aussi des entreprises comme **Anhui Qasky, Zhejiang QTEC, Quantum-Ctek, Origin Tech** ou encore **Zhejiang Shenzhou**

Liangzi, qui sont déjà très actives et innovantes⁹. Selon Patinformatics¹⁰, en 2018, la **Chine** aurait déposé **deux fois plus de brevets** que les **Etats-Unis** en R&D sur les technologies quantiques en **communication et cryptographie**. Les **Etats-Unis** en revanche mènent la course pour le **nombre de brevets** sur la branche des **calculateurs quantiques**.

	« Projets quantiques »	Liens vers le projet
Alibaba	Aliyun Quantum Computing Cloud Platform	https://damo.alibaba.com/labs/quantum/
Baidu	Quantum Artificial Intelligence	http://research.baidu.com/Research_Areas/index-view?id=75
Huawei	HiQ quantum computing simulator cloud service	https://www.huaweicloud.com/intl/en-us/solution/hq/
Tencent	Quantum cloud and quantum chemistry	https://quantum.tencent.com/en-us/
ZTE	Quantum encryption systems	https://www.zte.com.cn/global/about/news/0928ma

4. Les principaux acteurs académiques chinois des technologies quantiques¹¹

Si l'on se réfère au nombre de publications en lien avec les recherches sur le **développement des ordinateurs quantiques¹²**, les **Etats-Unis** dominent le **secteur** avec, entre 2010 et 2019, trois fois plus de publications que le Japon ou la Chine. **Neuf universités chinoises¹³** figurent dans le **Top100** des institutions mondiales qui publient le plus sur des projets de recherche en lien avec les ordinateurs quantiques. **Trois universités produisent plus de la moitié des articles dans ce domaine** : *University of Science and Technology of China (USTC)* à Hefei, *Huazhong University of Science and Technology (HUST)* à Wuhan et *Tsinghua University* à Pékin.

¹ Pour un historique plus complet : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2058-9565/ab4bea>

² Philosophe et scientifique chinois du 5^{ème} siècle avant J.C

³ Classique de la tradition mathématique chinoise composé il y a environ 2000 ans.

⁴ Représente la plus petite unité de stockage d'information quantique, <https://fr.wikipedia.org/wiki/Qubit>

⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Boson_sampling

⁶ <https://www.idquantique.com/chinas-growing-investment-in-quantum-computing/>

⁷ http://news.eeworld.com.cn/manufacture/article_2018052725833.html

⁸ <https://www.livemint.com/budget/news/budget-2020-govt-bets-on-ai-data-analytics-and-quantum-computing-11580552141351.html>

⁹ https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC115251/patent_analysis_of_selected_quantum_technologies_1.pdf

¹⁰ Rapport complet : <https://patinformatics.com/wp-content/uploads/2018/01/Quantum-Applications-Patent-Landscape-Report-Opt.pdf>

¹¹ Les données ci-dessous reposent sur l'interrogation de la base de données des publications Scilab-Scopus.

¹² Mots clés : *Quantum Computers, Ising, Qubits*

¹³ University of Science and Technology of China, Huazhong University of Science and Technology, Tsinghua University, Chinese Academy of Sciences (CAS), Shaanxi Normal University, National University of Defense Technology, China Academy of Engineering Physics, Hubei Normal University, Xi'an Jiaotong University.

Dans le domaine de la **communication quantique et la cryptographie quantique**¹⁴, le classement de tête est inversé, les chercheurs chinois ont publié pendant la même période **trois fois plus de publications** que les chercheurs américains. Les acteurs chinois sont nombreux, on dénombre pas moins d'**une vingtaine d'universités chinoises**¹⁵ dans le **Top100** mondial des institutions publiant le plus dans ce domaine. **Sept universités chinoises entrent même dans le Top10** avec en tête *University of Science and Technology of China (USTC)*, *Beijing University of Posts and Telecommunications*, *Peking University* ou encore *Shanghai Jiao Tong University*. Figurent également dans ce classement des universités de défense comme *National University of Defense Technology* à Wuhan et *Air Force Engineering University* à Xian.

Largement dominé par les Etats-Unis au début des années 2010, le nombre de publications chinoises dans le domaine de la **métrologie quantique**¹⁶ connaît un sursaut à partir de 2013. En 2019, les deux pays sont **au coude à coude** quant au nombre de publications académiques dans ce domaine de recherche. **Une quinzaine d'universités chinoises**¹⁷ figurent dans le **Top100** dont l'USTC en 9^{ème} place ou *Zhejiang University* à Hangzhou en 24^{ème} place mondiale. ☞



■ Suivi du satellite QUESS (*Quantum Experiments at Space Scale*) par la station d'observation Xinglong
Source : USTC

¹⁴ Mots clés utilisés : *Quantum Key distribution, quantum cryptography, Key Rate*

¹⁵ University of Science and Technology of China, Beijing University of Posts and Telecommunications, Peking University, Shanghai Jiao Tong University, National University of Defense Technology, Tsinghua University, Central South University, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Air Force Engineering University Xian, Zhengzhou Information Science Technology Institute, Shanxi University, Xidian University, Northwest University China, South China Normal University, Naval University of Engineering Wuhan, Harbin Institute of Technology, Huawei Technologies Co., Ltd, CAS - Shanghai Institute of Microsystem and Info. & Tech, Ningbo University

¹⁶ Mots clés : *Quantum Fisher Information, Metrology, Qubits*

¹⁷ University of Science and Technology of China, Zhejiang University, China Academy of Engineering Physics, Harbin Institute of Technology, Shanxi University, Shanghai Jiao Tong University, East China Normal University, Hunan Normal University, Air Force Engineering University Xian, Nanjing University, Xi'an Institute of Posts and Telecommunications, Beijing Jiaotong University, Northwestern Polytechnical University Xian, Tsinghua University



Présentation de L' ICT/CAS

Institut de technologie informatique de l'Académie des Sciences de Chine

L'**Institut de technologie informatique de l'Académie des Sciences de Chine (ICT)**¹ a été fondé en 1956. Il est le premier établissement universitaire à s'être spécialisé dans la recherche et les technologies en informatique en Chine. Berceau d'entreprises informatiques chinoises (ex : Lenovo, Dawning etc.), cet institut a vu naître, entre autres, le premier ordinateur numérique et la première CPU chinoise, et est devenu une référence en R&D&I pour les technologies informatiques de haute performance.

L'ICT a été à l'origine de nombreux instituts de recherche, tels que l'Institut de microélectronique, le Centre de calcul, l'Institut du logiciel, le Centre d'information réseau, etc. tous affiliés à l'Académie des Sciences de Chine.

Les principaux laboratoires et domaines de recherche de l'ICT sont :

- Système architecture informatique
- Technologie des microprocesseurs
- Processeurs intelligents
- Informatique haute performance
- Informatique haut débit
- Systèmes informatiques avancés
- Informatique intelligente
- Science et ingénierie des données Web
- Technologie des réseaux
- Technologies des communications sans fil
- Technologies informatiques
- Applications informatiques
- Traitement intelligent de l'information



■ Source : l'ICT/CAS

ICT en chiffres (2018) :

- Effectifs : 585 employés dont 490 chercheurs, personnels scientifique et technique
- 1110 étudiants : dont 594 masters, 516 doctorants et 34 post doctorants.
- 302 nouveaux projets
- A fin 2020, ICT a remporté 237 prix scientifiques (dont 21 ministériels, 52 nationaux, 14 municipaux...)
- 2 594 brevets déposés – 1 536 brevets autorisés ; 803 enregistrements de logiciels ; 39 marques déposées.
- Revenu annuel de la conversion des brevets (via négociations, ventes aux enchères etc.) : 2,6 millions de yuans
- Nb de publications : 391 articles; 3 ouvrages ;

Directeur ICT : SUN Ninghui (Directeur Scientifique)

Site officiel : <http://www.ict.ac.cn/>

¹ *The Institute of Computing Technology of the Chinese Academy of Sciences*
Adresse : No.6 Kexueyuan South Road Zhongguancun, Haidian District Beijing, China
Postcode : 100190 Tel : (8610)62601166 Email : zongheban@ict.ac.cn

Carte des principales structures chinoises en informatique

- 1 académie
- 22 instituts
- 4 universités
- 4 écoles
- 35 centres
- 9 SKLabs
- 24 KLABs



Zhejiang Univ.

- [Computer Science and Tech.](#)
SKL of CAD & CG
Provincial KL of Service Robot
MOE-Microsoft KL of Visual Perception
Provincial KL of Design Intelligence and Digital Innovation Research / Big Data Intelligent Computing
National Engineering and Tech. Center for Intelligent Train / Embedded Systems
MOE Engineering Research Center of Digital Library
MOE Computer Aided Product Innovative Design and Engineering Center
Provincial Engineering Research Center of Modern Electronic Services
[Inst. of Artificial Intelligence / Computer Software / Computer System Architecture and Network Security / Modern Industrial Design](#)

Chinese Academy of Sciences (CAS)

- [Inst. of Computing Tech.](#)
KL of Computer System and Architecture
KL of Intelligent Information Processing
Research Center of Web Data Science & Engineering / Microprocessor Tech. / Network Tech. / Information Security / Advanced Computer / Pervasive Computing / High Performance Computer / Computer Application / ICT / CAS-ASTRI Advanced Wireless Tech. Joint / Data Storage and Management Tech.
- [Computer Network Information Center](#)
- [Inst. of Software](#)
SKL of Computer Science
SKL of Integrated Information System Tech.
National Engineering Research Center of Fundamental Software
Tech. Center of Software Engineering
Research Center of Spatial-Temporal Data Management and Data Science / Intelligent Software
- [Inst. of Information Engineering](#)
SKL of information security
- [Inst. of Automation](#)
SKL of Management and Control for Complex Systems
KL of Molecular Imaging
Sino-French Lab. in Computer Science, Automation and Applied Mathematics
National Lab. of Pattern Recognition
Research Center for Precise Perception and Control / Digital Content Tech. and Media Service / Intelligent Perception and Computing / Brain-inspired Intelligence
/ Integrated Information System / Intelligent Manufacturing Tech. and System
Brainetome Center
National Engineering & Tech. Research Center for ASIC Design

- [Shanghai Inst. of Microsystem and Information Tech. \(CAS\)](#)
SKL of Transducer Tech.
KL of Terahertz Solid-State Tech.
KL of Science and Tech. on Micro-system

Shanghai Jiao Tong Univ.

- [Department of Computer Science and Engineering](#)
SKL of Shanghai Scalable Computing & System
KL of Shanghai Education Commission for Intelligent Interaction and Cognitive Engineering
KL of Intelligent Computing and System, MoE-Microsoft
[Inst. of Parallel and Distributed Computing / Theoretical Computer Science / Computer Architecture / Computer Application / Cryptography and Information Security / Network and Service Computing / Intelligent Human-Computer Interaction](#)

Tsinghua Univ.

- [Department of Computer Science and Tech.](#)
SKL of Intelligent Tech. and Systems
MOE-KL of Pervasive Computing
MOE-Microsoft KL of Media and Networking
Intelligent Processing of Visual Media and Content Security Beijing Higher Education Engineering Research Center
Center for Cryptology Study
[Inst. of Human-computer Interaction \(HCI\) and Media Integration / Computer Software / Computer Networks / High Performance Computing](#)

Peking Univ.

- [School of Electronics Engineering and Computer Science](#)
SKL of Advanced Optical Communication Systems and Networks
National KL of Science and Tech. on Micro/Nano Fabrication
KL for the Physics and Chemistry of Nanodevices
KL of Microelectronic Device and Circuits, MoE
Beijing KL of Quantum Devices
National Engineering Lab. for Video Tech.
KL of Machine Perception / High Confidence Software Technologies / Computational Linguistics / Network and Software Security Assurance, MoE
Engineering Research Center of Digital Hospital System, MoE
Active Matrix Display Beijing Engineering Research Center
Engineering Tech. Research Center for Broadband Coaxial Network / Microprocessor and System / Virtual Simulation and Visualization
[Wangxuan Inst. of computer Tech](#)

Informatique en Chine :

quelques chiffres (2017-2019)

320 977 publications, impact de citation de 1.03

1 833 537 citations

24,0% en coopération internationale

- Etats-Unis 35.7%
- Royaume-Unis 12.5%
- Australie 10.03%
- Hong Kong 9.9%
- Canada 7.3%
- Singapour 5.8%
- Japon 4.0%
- Taiwan 3.3%
- France 3.0%
- Allemagne 2.8%

Principales Institutions/Universités chinoises dans ce domaine

- Académie des Sciences de Chine
- *Tsinghua University*
- *Shanghai Jiao Tong University*
- *Zhejiang University*
- *University of Electronic Science and technology of China*

Source : scopus.com

Enquêtes en milieu urbain et rural à Chongqing et Shanghai

Expérience d'une chercheuse en sciences sociales à Pékin

Par Florence Padovani¹



Directrice du **Centre Franco-chinois en sciences sociales (CFC)**, voir encadré, de 2018 à 2021 au sein de l'université Tsinghua, j'ai pu, comme la grenouille du célèbre proverbe chinois : « Regarder un morceau de ciel à travers l'ouverture de la margelle du puits² ».

Depuis 1987, alternant des séjours réguliers allant d'un minimum d'un mois à un maximum de sept ans, j'ai vécu en Chine plus d'une vingtaine d'années. C'est en m'appuyant sur ce privilège du temps long, dans un contexte de recherche local parfois difficile, que j'ai pu conduire des enquêtes en milieu urbain et rural visant à **étudier les déplacements**, planifiés par l'Etat, de la population chinoise et les impacts sociaux de ces migrations. Je présente ici deux exemples, le premier intéresse **les habitants de Chongqing** et est en lien avec la construction du barrage des Trois Gorges, le second concerne le développement du quartier **Tianzifang à Shanghai**.

Le Centre Franco-Chinois en sciences sociales de Tsinghua

Le **Centre franco-chinois (CFC)** est une unité mixte de recherche en sciences sociales (UMIFRE 18). Créé en juillet 2011, et rattaché depuis mars 2014 au **Centre d'études français sur la Chine contemporaine (CEFC) de Hong Kong**, il fait suite aux Ateliers doctoraux de Pékin dirigés par Jean-Louis Rocca qui prolongeaient l'Antenne expérimentale en sciences humaines et sociales à Pékin créée par Jean-Luc Domenach en 2002. Le CFC est intégré dans la Faculté des sciences sociales de l'Université de **Tsinghua**, à Pékin. Il est placé sous la co-tutelle du Ministère de l'Europe et des affaires étrangères (MEAE) et du Centre national de la recherche scientifique (CNRS).

Le CFC a quatre missions principales :

- **faire connaître les travaux des chercheurs** français en sciences sociales (sciences politiques, sociologie et histoire) au public académique chinois, et réciproquement.
- **accompagner les étudiants français** en sciences sociales menant des recherches en Chine, créer du lien entre eux et les mettre en relation avec des chercheurs plus expérimentés.
- **favoriser l'émergence de projets de recherche collectifs** entre chercheurs chinois et français.
- **accueillir et faciliter** la venue et la prise de contact des chercheurs français avec leurs homologues chinois.

Le CFC fermera définitivement ses portes cet été après presque vingt ans au service de la communauté scientifique.

Vous avez étudié les déplacements de population de la ville de Chongqing, quel était le contexte de ces mouvements de population et l'objectif de ces recherches ?

J'ai étudié les personnes déplacées au sein de la municipalité de **Chongqing** à cause de la construction du **réservoir des Trois Gorges**. Ces populations ont été réinstallées parfois assez loin de leur pays natal comme par exemple au Guangdong ou à Shanghai qui ont été mes terrains de recherche privilégiés pendant plusieurs décennies. Mon HDR portait sur les résultats de ce travail sur le temps long (un livre est en cours d'écriture).



■ Panneau indiquant le niveau maximum de montée des eaux - Le long du Yangzi.

¹ Directrice du Centre Franco-chinois en sciences sociales à l'Université *Tsinghua* de Pékin

² 坐井观天 zuò jǐng guān tiān (proverbe chinois)

Cette recherche a permis d'analyser **d'abord les relations entre les niveaux les plus élevés de l'administration chinoise et les plus locaux**. Descendre la chaîne de commandement pour voir **comment les décisions sont mises en œuvre au niveau des villages** a constitué une facette. La création en 1997 d'une entité spéciale (la municipalité de Chongqing) pour gérer la zone du réservoir a été très instructive sur les modes de fonctionnement de l'Etat chinois. Mais l'aspect que j'ai privilégié est celui de **l'impact social** de ce colossal bouleversement que constitue **le déplacement d'environ 2 millions de personnes**.

Comment avez-vous organisé vos travaux ?

J'ai suivi des familles avant – pendant – et après leur relogement à l'extérieur de la municipalité de Chongqing. Mon choix s'est porté dans un premier temps sur celles qui sont parties à destination de **Shanghai** et, dans un second temps, sur celles parties pour la province du **Guangdong**. Je souhaitais établir **une comparaison entre deux lieux économiquement développés** afin de savoir si ce que j'observais à Shanghai était exceptionnel ou pas. J'ai mené mes recherches souvent seule et parfois avec des étudiants chinois mais toujours en me rendant en personne sur le terrain et en faisant des entretiens semi-dirigés.

Il s'agit d'une recherche qualitative qui permet des échanges plus longs, plus approfondis et de mieux appréhender le terrain mais l'échantillon reste modeste aussi mes recherches ne révèlent qu'en partie la vie des 2 millions de personnes affectées. Après avoir étudié la première génération de déplacés j'ai continué en m'intéressant à la seconde génération, c'est-à-dire ceux qui sont arrivés enfants et qui ont suivi une scolarité plus ou moins longue à Shanghai et au Guangdong. Ce sous-thème a été étudié seul au début puis avec l'aide d'un chercheur hongkongais.

L'autre étude que vous avez conduite portait sur le développement du quartier Tianzifang à Shanghai. Sous quels angles avez-vous mené ces travaux ?

J'ai observé l'impact de la politique urbaine sur la vie quotidienne des résidents du bloc de **Tianzifang**, bloc situé dans l'ancienne concession française au cœur de Shanghai.



Plusieurs thèmes sont reliés à ce sujet. Tout d'abord **la question de la préservation du patrimoine** puisque Tianzifang, bien que classé comme entité à préserver, était condamné à une démolition rapide si la crise économique asiatique n'avait pas mis un coup d'arrêt brutal à la spéculation immobilière. Etre classé comme zone protégée n'est pas suffisant pour assurer que les bâtiments ne seront pas démolis. Le bloc au sud de Tianzifang (Xinxinli) a lui laissé la place à de hautes tours de logements pour les classes moyennes aisées et ses résidents ont été relogés en lointaine banlieue. D'où **la question de la gentrification³** d'une ville comme Shanghai.



Par contre, au nord, se trouve **la Cité Bourgogne** (nom inscrit en français au-dessus de la porte principale) qui est aussi classée comme zone protégée et qui est restée pratiquement inchangée. Ses bâtiments ont été ravalés et quelques aménagements ont été faits mais les habitants originels sont restés et c'est un vrai lieu de vie.

A l'est de Tianzifang le long de la rue Sinan où se trouvent plusieurs sites liés à l'histoire récente de la ville c'est encore une autre forme de développement. On trouve l'une des maisons de Sun



■ Lune des allées au cœur de Tianzifang

Yat-sen, une autre de Zhou Enlai, d'anciennes demeures des cadres communistes. Un développement spécifique a été conçu pour cette zone dont les habitants qui vivaient encore sur place dans les années 2000, quand j'ai débuté mon enquête, ont été expulsés ; les maisons ont été rasées et de nouvelles ont été érigées « à l'identique » (avec tout le confort moderne) transformant l'espace en un lieu attractif pour les touristes.

³ La transformation de quartiers populaires due à l'arrivée de catégories sociales plus favorisées

■ Destruction de Xinxili à Shanghai (2006)

Comment cette politique urbaine a-t-elle impacté la vie quotidienne des résidents ?

Mon étude de Tianzifang, et des zones proches, ne s'est pas limitée à l'observation du développement urbain. J'ai fait plusieurs séries d'entretiens avec les résidents de Tianzifang pour voir **l'évolution de leur vie quotidienne** au fur et à mesure du développement de leur bloc en zone d'attraction touristique. L'une des caractéristiques de Tianzifang est que des résidents vivent toujours sur place ce qui n'est pas le cas dans les autres sites à Shanghai (comme Xintiandi par exemple). En interrogeant les résidents j'ai donc mis en lumière d'abord **l'hétérogénéité des personnes vivants sur place**. De nombreux ruraux venus à Shanghai pour trouver du travail habitent à Tianzifang.

On croise ici **la question des « migrants économiques »** et du choix qu'ils font de leur lieu d'installation. Le modèle des migrants vivant dans les dortoirs de leur usine ou sur les chantiers existe toujours mais nombreux sont ceux qui préfèrent habiter ailleurs, surtout s'ils viennent en famille. Ils louent donc de petits espaces en général dans des quartiers qui vont être détruits ou très vétustes, ce qui leur permet de payer un loyer modeste en centre-ville.

Tianzifang correspond à leurs attentes : une cuisine et une salle de bain partagées, pas de toilettes et de petits espaces sans confort mais un loyer modeste et un emplacement au cœur de Shanghai. **L'étude de ces personnes et leur parcours de vie** est l'un des sous-thèmes de mon étude. ✂



■ Migrants, nouvelles habitations - Fengxian Shanghai

Le département de sociologie de Tsinghua

Ce département a été fondé en 1926 puis a disparu en 1952. En **2000**, il a été rétabli mais sous une forme très limitée. Plusieurs centres spécifiques ont été créés au sein du département : **le centre de recherche sur la Chine contemporaine, sur la gérontologie, sur la sociologie médicale et sur la Chine rurale**.

Les principaux thèmes de recherche se concentrent autour des questions liées à la famille : l'enfant unique et ses conséquences, le vieillissement de la population, le manque de femmes etc. les questions devenues classiques comme **la population rurale migrante, le développement urbain, le déséquilibre villes-campagnes** etc. sont aujourd'hui encore au centre des projets de recherches du département de sociologie. Celui-ci vient de fêter le vingtième anniversaire de sa renaissance.

Ce département compte **14 enseignants** à plein temps, **474 étudiants** y ont été diplômés. Les débouchés principaux pour les étudiants diplômés sont les bureaux gouvernementaux à Pékin ou en province et les administrations municipales. Les administrations chinoises ont été très critiquées pendant les années 2000 pour le niveau d'éducation assez bas des fonctionnaires. Elles sont aujourd'hui obligées de recruter des universitaires pour rehausser le niveau moyen de leurs effectifs et sont donc un débouché privilégié pour les jeunes diplômés.

Pour aller plus loin :

- Padovani Florence « Les déplacés des Trois Gorges - Une arrivée discrète dans la capitale économique chinoise », Perspectives chinoises 95 | Mai-juin 2006, <http://perspectiveschinoises.revues.org/978>
- Padovani Florence « Tianzifang: A Romanticised Image of Old Shanghai », *Urbanities*, N°1, May 2019, 3-20

Etude chronologique intégrée de sites paléolithiques pléistocènes du Hubei occidental et de la région des Trois Gorges*

* Chine centrale

Une étude coordonnée par Jean-Jacques BAHAIN¹ (UMR7194 HNHP, MNHN-CNRS-UPVD) et HAN Fei (*Yunnan University* et *CEA Beijing*) et à laquelle participent du côté français Christophe FALGUÈRES, Olivier TOMBRET et Pierre VOINCHET (UMR7194 HNHP) et du côté chinois SHAO Qingfeng (*Nanjing Normal University*), SUN Xuefeng (*Nanjing University*) et YIN Gongming (*CEA Beijing*).

Différentes méthodes permettent de dater les grandes étapes de l'évolution de l'homme et de ses cultures

Dater les sites préhistoriques anciens retraçant les premières étapes de l'évolution humaine n'est pas chose aisée. S'il existe de nombreuses méthodes permettant d'estimer l'antiquité des sites paléolithiques et des niveaux archéologiques, paléontologiques ou géologiques qu'ils renferment, leur utilisation présente deux limites majeures : elles ne peuvent être appliquées que d'une part sur des matériaux spécifiques et d'autre part sur une gamme temporelle donnée qui dépend de la méthode utilisée. Ainsi, la méthode de datation la plus célèbre, celle du **carbone-14** (¹⁴C), ne peut être utilisée que pour dater des échantillons préférentiellement d'origine biologique (végétaux ou animaux) vieux de moins de 50 000 ans environ.

L'établissement du cadre chronologique de l'évolution des hommes et de leurs cultures est donc contraint par **la nature géologique des gisements et par les matériaux** qui peuvent y être échantillonnés pour être datés. Ce cadre chronologique peut ainsi être très bien défini dans certaines régions du monde, par exemple en Afrique de l'Est où les sites préhistoriques sont souvent associés à des niveaux volcaniques dont les minéraux peuvent être datés avec précision par des méthodes adaptées, en l'occurrence les méthodes **potassium-argon** (⁴⁰K/⁴⁰Ar) et **argon-argon** (³⁹Ar/⁴⁰Ar), applicables sur une très large gamme de temps.

Il est par contre beaucoup plus difficile d'établir ce cadre dans d'autres régions du monde, comme la France ou la Chine, où les sites préhistoriques ne sont que rarement associés à des niveaux vol-

caniques. D'autres méthodes sont alors utilisées comme la méthode **uranium-thorium** (²³⁰Th/²³⁴U), qui permet de dater notamment des formations stalagmitiques ou autres concrétions carbonatées de grotte ou de plein air, les méthodes basées sur la mesure de cosmonucléides tels que **l'aluminium-26** (²⁶Al) et **le beryllium-10** (¹⁰Be) utilisées pour estimer l'âge d'enfouissement des niveaux archéologiques, et les méthodes paléo-dosimétriques telles que la méthode de **la résonance de spin électronique** (ESR), qui utilisent les échantillons comme des dosimètres ayant enregistré la dose de radiation à laquelle ils ont été exposés au cours de leur histoire.

Ces dernières méthodes présentent l'intérêt d'être utilisables sur une période de temps intéressante du point de vue archéologique (les dernières centaines de milliers d'années) et sur une gamme variée de matériaux souvent retrouvés dans les sites paléolithiques (fossiles, artefacts lithiques, sédiments). Elles peuvent ainsi être appliquées sur un large panel de gisements, ce qui explique qu'elles se sont développées depuis une quarantaine d'années et qu'elles soient de plus en plus utilisées pour préciser la chronologie des sites paléolithiques anciens.

20 ans de collaboration franco-chinoise pour préciser l'âge de plusieurs sites chinois d'importance majeure

Depuis une vingtaine d'année, les laboratoires de géochronologie de la **China Earthquake Administration** (CEA) de Beijing, de la **Nanjing Normal University**, de la **Nanjing University** et de l'**UMR7194 Histoire naturelle de l'Homme préhistorique** (MNHN-CNRS-UPVD) développent une collaboration pour dater des gisements en Asie, en Europe ou en Afrique.

¹ UMR 7194 HNHP « Histoire naturelle de l'Homme préhistorique » (MNHN-CNRS-UPVD); Département Homme et Environnement du Muséum national d'Histoire naturelle. 1, rue René Panhard, 75013 PARIS-France, bahain@mnhn.fr

Cette collaboration inclut la **formation et l'encadrement commun d'étudiants et de jeunes chercheurs** dont plusieurs sont venus réaliser leur Master en France dans le cadre du programme *Erasmus Mundus* et pour certains leur thèse de doctorat.

Les travaux menés en collaboration ces dernières années ont ainsi permis de **préciser l'âge de plusieurs sites chinois d'importance majeure** comme le site de l'**Homme de Dali** (province de Shaanxi) où un crâne d'*Homo sapiens* archaïque a été recueilli, le site de **Longgupo**, dans la municipalité de Chongqing, où certaines des pièces archéologiques les plus anciennes actuellement connues en Chine (plus de 2 millions d'années) ont été découvertes, ou des sites à ***Homo erectus*** comme **Yiyuan** (Shandong).

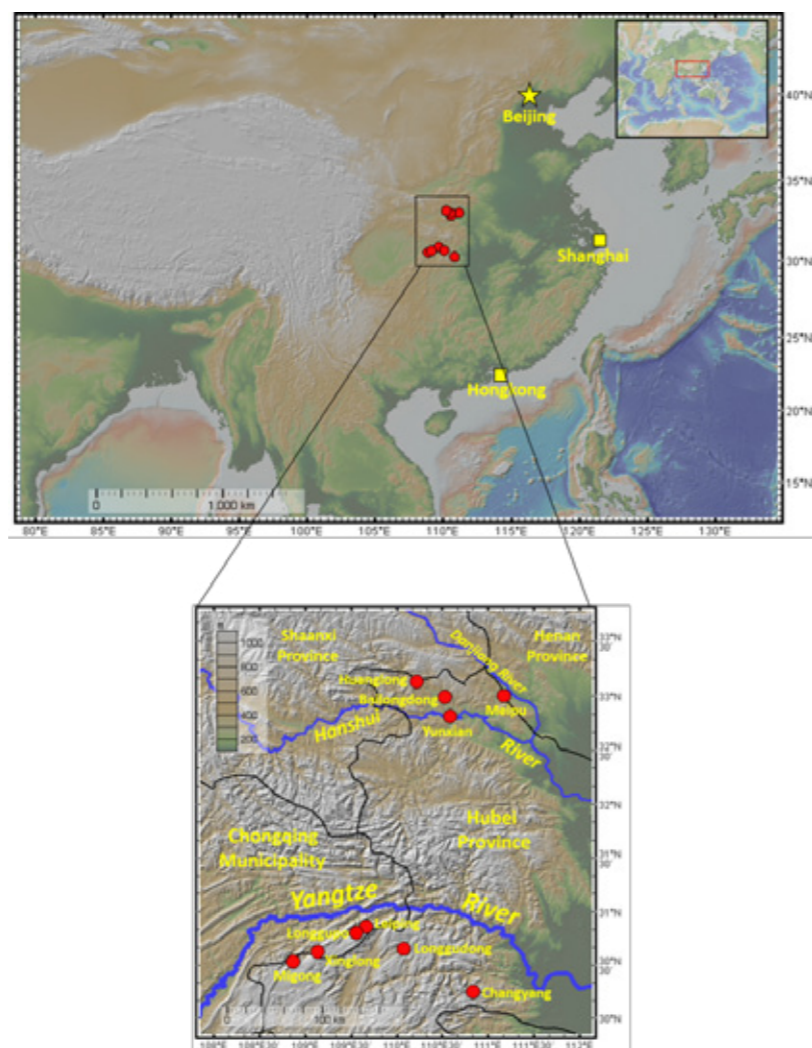
Intérêt de la région du Hubei occidental et des Trois Gorges

La région du Hubei occidental et des Trois Gorges, située au centre géographique de la Chine, semble avoir été **l'un des principaux couloirs de migration des animaux et des premiers humains dans les temps préhistoriques**. De nombreux sites paléanthropologiques et paléolithiques, allant du Pléistocène inférieur au Pléistocène supérieur (soit sur les 2,5 derniers millions d'années), y ont été découverts.

Cette région marque la frontière entre les zones montagneuses du centre-ouest de la Chine et la zone de plaines de l'est. Zone de transition entre les zones subtropicale et tempérée, elle est caractérisée par des précipitations relativement abondantes et des températures modérées qui conviennent à l'installation des hommes et a constitué **une zone de refuge potentielle pour les groupes humains préhistoriques**.

Cependant, relativement peu des sites découverts dans cette zone ont fait l'objet d'études géochronologiques, ce qui rend difficile toute corrélation chronologique entre eux et les sites d'autres régions du monde.

C'est ce constat qui a motivé la mise en place d'un **projet de recherche conjoint portant sur l'établissement d'un cadre chronologique des premières occupations humaines de cette région clé**, en utilisant plusieurs méthodes de datation indépendantes : la résonance de spin électronique, soit seule, appliquée alors à la datation de sédiments fluviaux, soit couplée à la méthode uranium-thorium pour dater des dents d'animaux fossiles associées aux niveaux archéologiques, et la datation $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ par enfouissement de grains ou galets de quartz. Jusqu'à présent, nos travaux ont principalement porté sur **six sites préhistoriques de cette région** : Wushan Longgupo dans la municipalité de Chongqing, Jianshi Longgudong, Site de l'Homme de Yunxian, Yunxian Meipu, Yunxi Bailongdong et Changyang (figure 1).



■ Figure 1 – Principaux sites archéologiques pléistocènes du Hubei occidental

Premiers résultats obtenus sur les principaux sites archéologiques pléistocènes du Hubei occidental étudiés

Longgupo - Le site de Longgupo a été découvert dans les années 1980. Des restes de gigantopithèques - un grand primate apparenté à l'orang-outan - et d'hominidés accompagnés d'abondants fossiles de mammifères et d'une industrie lithique archaïque très particulière sur galets aménagés y ont été récoltés. Lors de la reprise de l'étude du site entre 2003 et 2006 par une équipe sino-française codirigée par **Eric Boëda** (Université Paris-Nanterre), des dents d'herbivore provenant de différents niveaux de la séquence stratigraphique ont été échantillonnées pour datation ESR/U-Th. Les âges obtenus montrent que le site a **environ 2,3 à 2,5 millions d'années**, constituant ainsi **l'un des plus anciens exemples de l'installation des hominidés en Chine**.

Longgudong - La grotte de Longgudong, située à environ 50 km au sud-est de Longgupo, a également livré des restes de gigantopithèques, d'hominidés, de faune et une industrie archaïque en pierre. La comparaison de la faune de Longgudong avec celle de Longgupo permet de penser que le site de Longgudong est un peu plus récent, ce que confirment nos premiers résultats ESR/U-Th qui datent le site d'**environ 1,4 à 1,6 millions d'années**. Par contre, les premières analyses $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ d'outils lithiques en chaille (une roche siliceuse proche du silex) indiquent une teneur élevée et stable des échantillons en ^{27}Al , ce qui constitue **un obstacle sérieux à la datation par $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$** .

Yunxian (site de l'Homme de Yunxian) – Découvert dans les formations fluviales de la Hanjiang, un affluent du Yangtze, le site de l'Homme de Yunxian a livré deux crânes d'*Homo erectus* associés à une riche faune de mammifères, attribuée à la fin du Pléistocène inférieur ou au début du Pléistocène moyen, et à une abondante industrie lithique comprenant quelques bifaces. Après avoir participé à une première ré-étude réalisée il y a une quinzaine d'années au sein d'une équipe dirigée par **Henry de Lumley** (Muséum national d'Histoire naturelle), nous avons analysé de nouveaux échantillons par ESR/U-Th et ESR (dents et sédiments) provenant de ce site clé. Les âges obtenus, **de l'ordre de 850 000 ans** pour le niveau paléanthropologique, sont toutefois en désaccord avec ceux obtenus par $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ et **des travaux supplémentaires sont réalisés** pour tenter de trouver la cause de cette différence.



Photo 1 – Site de l'Homme de Yunxian

Le niveau archéologique, daté par ESR/U-Th d'environ 850 000 ans, est associé à des dépôts fluviaux fossiles de la rivière Hanjiang et est recouvert d'une épaisse couverture limoneuse qui l'a protégé de l'érosion et des activités anthropiques (Photo Pierre Voinchet, Mission PRC Chine 2018).

Meipu – Dans les restes paléontologiques de la grotte de Meipu, plus de 20 espèces de mammifères ont été identifiées, dont certaines indiquent un âge pléistocène moyen, c'est-à-dire plus récent que 800 000 ans. Un plancher stalagmitique, au sommet de la séquence stratigraphique, a par ailleurs été daté par U-Th de 426 000 ± 16 000 ans, fournissant un âge minimum au niveau paléontologique dans lequel quatre dents humaines ont été également recueillies. Les résultats préliminaires que nous avons obtenus par ESR/U-Th et $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ confirment cette estimation d'âge et placent la couche paléanthropologique de Meipu **vers 550 000 ans** en désaccord avec une étude magnétostratigraphique récente.

Bailongdong – La grotte de Bailongdong («grotte du Dragon blanc» en chinois) a livré sept dents humaines, une trentaine d'artefacts en pierre et en os et une faune typique de la Chine du Sud, indiquant un environnement relativement chaud et humide et un âge de la fin du Pléistocène inférieur ou du début du Pléistocène moyen. Nos résultats $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ indiquent qu'une couche située en dessous des niveaux archéologiques s'est déposée il y a environ 760 000 ans et que l'âge de ces derniers est compris **entre 555 000 et 445 000 ans**.

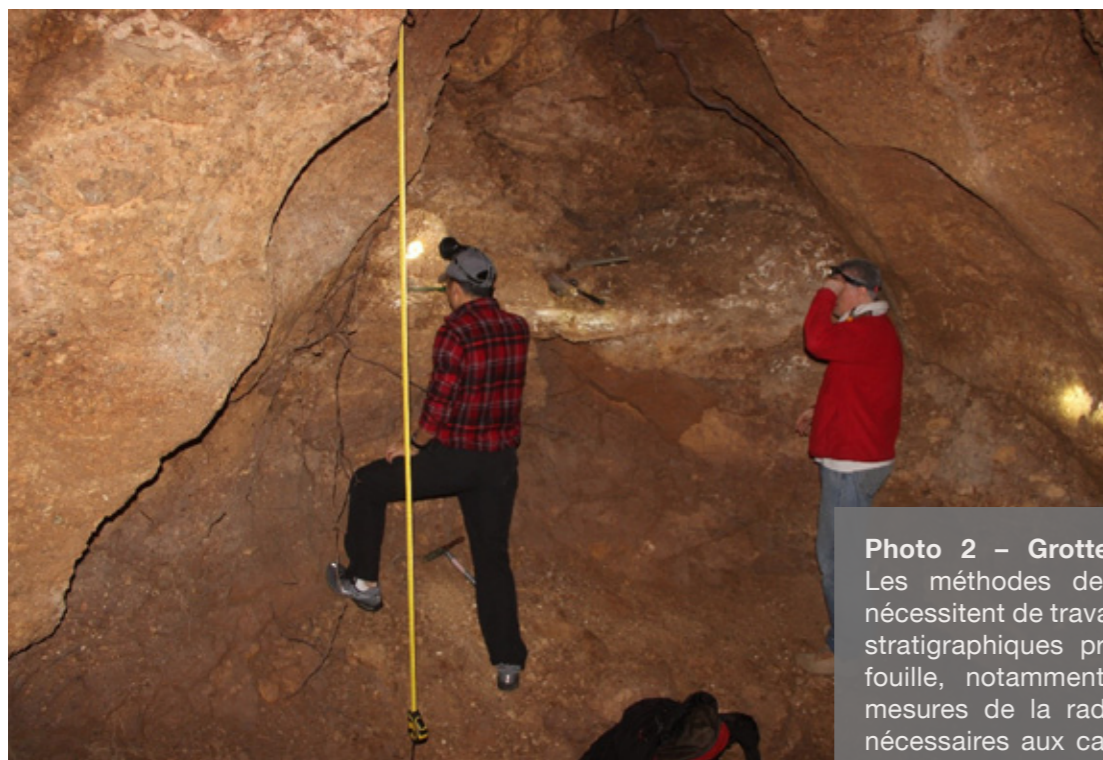


Photo 2 – Grotte de Bailongdong
Les méthodes de datation utilisées nécessitent de travailler sur les témoins stratigraphiques préservés lors de la fouille, notamment pour réaliser les mesures de la radioactivité ambiante nécessaires aux calculs d'âge ESR/U-Th (Photo Pierre Voinchet, Mission PRC Chine 2018).



Photo 3 – Entrée de la grotte de Changyang
Cette petite cavité a été occupée il y a environ 150 000 ans par des « sinanthropes » (*Homo erectus* chinois) ou par un autre hominidé encore indéterminé (Photo Pierre Voinchet, Mission PRC Chine 2018).

Changyang - La grotte de Changyang a livré des fragments de restes humains associés avec des restes paléontologiques d'une faune typique du Pléistocène moyen relativement récent. Une précédente étude géochronologique réalisée dans les années 1980 par U-Th sur restes dentaires de bovidés, fournissant un âge moyen d'environ 200 000 ans. Dans le cadre de notre projet, le site a été réétudié, et 8 nouvelles dents fossiles et deux échantillons de carbonate ont été datés par la même méthode, fournissant des valeurs un peu plus récentes, **entre 200 000 et 140 000 ans**, mais ce type de matériau est connu pour incorporer de l'uranium lors de la fossilisation, rajeunissant ainsi l'âge U-Th apparent obtenu. Des datations couplées ESR/U-Th de six de ces dents fossiles de Changyang sont actuellement en cours pour vérifier la cinétique d'incorporation de l'uranium et la chronologie qui en découle.

Pour aller plus loin :

BAHAIN J.-J., SHAO Q., HAN F., SUN X., VOINCHET P., LIU C., YIN G. & FALGUERES C. (2017)

- Contribution des méthodes ESR et ESR/U-Th à la datation de quelques gisements pléistocènes de Chine. *L'Anthropologie*, 121, 215-233

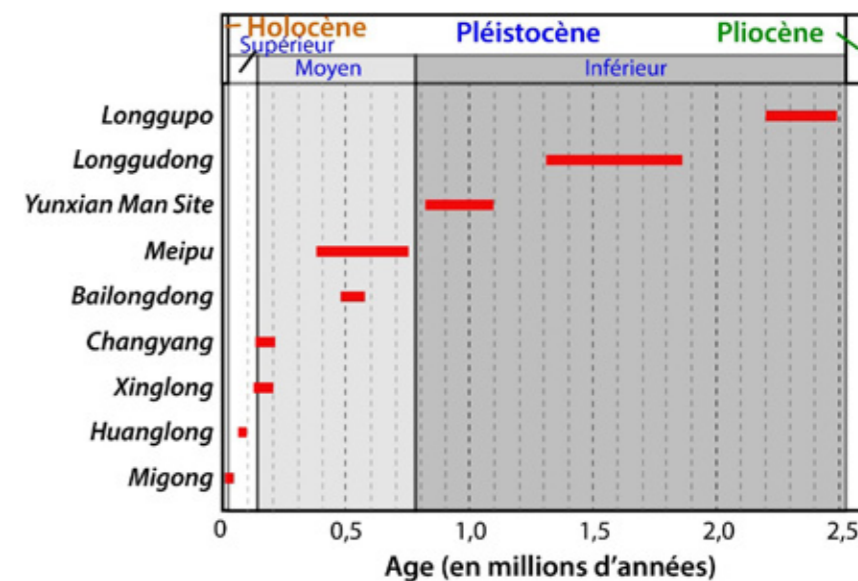
HAN F., BAHAIN J.-J., DENG C., BOËDA É., HOU Y., WEI G., HUANG W., GARCIA T., SHAO Q., HE C., FALGUÈRES C., VOINCHET P., YIN G. (2017) - The earliest evidence of hominid settlement in China - combined electron spin resonance and uranium series (ESR/U-series) dating of mammalian fossil teeth from Longgupo cave. *Quaternary International*, 434, part A, 75-83

HAN F., SHAO Q., BAHAIN J.-J., SUN X. & YIN G. (2019) - Coupled ESR and U-series dating of Middle Pleistocene hominin site Bailongdong cave, China. *Quaternary Geochronology* 49, 291-296

Première ébauche de cadre chronologique des occupations humaines du Hubei occidental et de la région des Trois Gorges

Jusqu'à présent, **plus de 10 sites du Pléistocène ont été découverts** dans la partie occidentale du Hubei Ouest et la région des Trois Gorges, dont les sites à hominidés étudiés dans notre projet. Bien que les fossiles d'hominidés de certains de ces sites nécessitent une étude morphologique plus détaillée pour clarifier leur interprétation taxinomique, **nos travaux ont permis d'établir une chronologie préliminaire des occupations humaines successives dans cette région** (figure 2).

Une étude plus poussée des vestiges culturels récupérés dans ces sites pourra dans le futur nous donner plus d'informations sur l'arrivée, l'installation et les éventuels migrations des hommes dans cette partie de l'Asie, dont on sait désormais, avec les récentes découvertes réalisées au Tibet et au Shandong, qu'elle a été occupée ou traversée par différentes espèces d'hominines au cours des deux derniers millions d'années. ⚡



■ Figure 2 – Cadre chronostratigraphique préliminaire des sites archéologiques pléistocènes du Hubei occidental

Aux racines de la vie animale

Par Jean Vannier¹

Origines des espèces animales – une étonnante variété de fossiles

L'origine du règne animal reste une grande énigme pour les scientifiques qui tentent de la résoudre via deux approches : l'une moléculaire compare les génomes d'espèces actuelles afin de reconstituer l'arbre du vivant ; l'autre paléontologique utilise les fossiles comme preuves directes de l'évolution à travers les temps géologiques.

Les roches datées du Cambrien, une période géologique s'étendant de 541 à 485 millions d'années, renferment déjà une étonnante variété de fossiles d'animaux aujourd'hui disparus mais dont l'anatomie déjà complexe rappelle celle de leurs descendants actuels. Les plus emblématiques sont sans aucun doute les trilobites qui appartiennent sans ambiguïté aux arthropodes, un groupe animal majeur représenté par des millions d'espèces dans les écosystèmes actuels (crustacés, insectes, chélicérates, myriapodes).

La découverte au cours des dernières décennies de fossiles à préservation exceptionnelle dans le Cambrien de Chine, du Canada, d'Australie ou encore du Groenland a révélé une diversité animale bien plus étonnante encore, et nous permet de mieux comprendre le fonctionnement des premiers écosystèmes marins au sein desquels les animaux jouent pour la première fois un rôle central. Ces fossiles sont les témoins d'un extraordinaire et rapide essor de la vie animale entre 540 et 520 millions d'années, souvent qualifié d'Explosion Cambrienne et de Big-Bang évolutif.

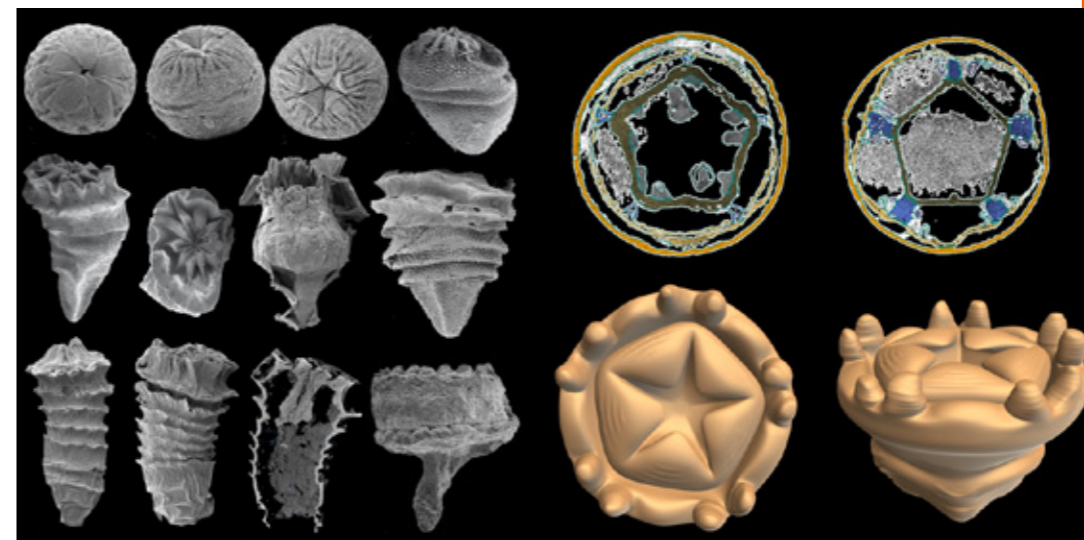
Toutefois de nombreuses questions demeurent. Quels ont été les éléments déclencheurs de ce grand bouleversement ? Quel est le timing d'apparition des différents groupes animaux et leurs relations de parenté ? Et surtout à quoi pouvaient bien ressembler les tout premiers animaux avant leur grande diversification car on peut difficilement concevoir que des formes aussi complexes soient apparues d'un coup de baguette magique ?



■ Figure 1- Collaboration franco-chinoise en action. A gauche et au centre, Xing Wang, Jian Han et Jean Vannier lors d'une mission de terrain dans la partie sud de la Province de Shaanxi, printemps 2019. A droite, Deng Wang à la recherche de vers marins actuels dans un fjord du sud de la Suède.

¹ Unité de recherche UMR 5276 (INSU) - UMR5276 LGL-TPE Laboratoire de géologie de Lyon : Terre, Planètes, Environnement

² projet PRC : « Early diversification of animal phyla in lowermost Cambrian (ca 535 Ma): fossil evidence from the Kuanchuanpu Formation, Shaanxi Province, China ». Partenariat entre le Laboratoire de géologie de Lyon : Terre, Planètes, Environnement (UMR 5276 ; INSU) et Northwest University, Xi'an. Co-responsables : Jean Vannier et Jian Han.



■ Figure 2- Microfossiles typiques de la Formation de Kuanchuanpu (Cambrien inférieur ; env. 535 Ma). Ici, des cnidaires. A gauche, photos au microscope électronique à balayage ; à droite, coupes virtuelles en microtomographie aux rayons X et reconstitution 3D.

Collaboration franco-chinoise dans les provinces du Shaanxi et du Yunnan

Les recherches que nous menons actuellement avec l'Université Northwest à Xi'an dans le cadre d'un PRC² visent précisément à élucider ces passionnantes questions. Pour cela nous avons choisi d'étudier des fossiles à préservation exceptionnelle provenant de sites chinois, notamment celui de la Formation de Kuanchuanpu, daté d'environ 535 millions d'années, et donc antérieur au pic de diversification animale.

Ces gisements sont situés dans les belles montagnes du sud de la Province de Shaanxi, à une cinquantaine de kilomètres au sud-est de la ville de Hanzhong. Les roches calcaires, une fois récoltées sur le terrain (Fig. 1), sont dissoutes dans l'acide acétique dilué pour en extraire les microfossiles qu'ils renferment. Ceux-ci, minéralisés en phosphate, ont l'avantage d'être préservés en trois-dimensions (Fig. 2).

Ainsi pouvons-nous explorer et reconstituer leur morphologie dans leurs moindres détails grâce à des techniques de pointe comme la microtomographie aux rayons X. Une partie du travail a été confiée à deux étudiants chinois de Xi'an, M. Xing Wang et M. Deng Wang (Fig. 1) dont le sujet de thèse était de faire la lumière sur ces animaux primitifs. Le Professeur Jian Han de l'Université Northwest et moi-même, chercheur au CNRS basé à l'Université Lyon 1, avons supervisé leurs recherches qui ont largement contribué au succès de notre collaboration franco-chinoise.

Voici un bref aperçu de nos découvertes :

On pense que certaines innovations ont eu une importance capitale dans le développement de vie animale à ses débuts. C'est le cas de la croissance par mues successives, un caractère commun à tous les ecdysozoaires. Peu connu du grand public, ce



■ Figure 3- Vers marins de la Formation de Kuanchuanpu (Cambrien inférieur ; env. 535 Ma). A droite, morphologie générale et mues ; à gauche, des grappes d'œufs préservés chez un ver vivant dans un tube.



■ Figure 4- Vers priapulidés actuels (taille env. 8 cm de long ; Suède). Vue générale et détail de la bouche munie de dents.

groupe au nom étrange est pourtant **un élément majeur de la biodiversité actuelle et passée**, comprenant notamment les arthropodes, les nématodes et les vers priapulidés. Tous ces animaux fabriquent un squelette externe constitué d'une cuticule non extensible qui, pour cette raison, doit être rejetée périodiquement et renouvelée au cours de la croissance. L'étude **des vers de Kuanchuanpu (Fig. 3)** a montré que ce processus complexe contrôlé, chez les espèces actuelles, par des gènes spécifiques et le système endocrinien, assurait déjà la croissance d'animaux primitifs il y a au moins **535 millions d'années**.

Autre découverte intéressante : **les ecdysozoaires** trouvés dans ce gisement sont essentiellement des vers et des organismes aux pattes molles ressemblant aux onychophores actuels. L'étonnante absence d'arthropodes qui sont par définition segmentés et articulés, nous donne de précieuses informations sur la chronologie d'apparition visiblement plus tardive de ce groupe qui a sans doute évolué à partir d'ancêtres vermiformes. Ces microfossiles chinois, nous ont amené à étudier de près leurs lointains descendants actuels, notamment **les vers priapulidés**. Ces créatures étranges vivent actuellement dans les boues peu oxygénées de certains fjords suédois (Fig. 4). Ils sont les survivants d'un groupe autrefois très prolifique qui peuplait les mers cambriennes et nous offrent une source d'informations comparatives unique pour interpréter la vie marine primitive.

Des collaborations avec une autre équipe chinoise basée à Kunming (Professeur **Xiguang Zhang** et **Mme Xiaoyu Yang** de l'**Université de Yunnan**) nous ont permis de découvrir d'autres aspects vitaux de ces vers cambriens, ceci grâce à l'étude de fossiles provenant de **Xiaoshiba** (env. 514 Ma) et de **Chengjiang** (env. 518 Ma ; Province du Yunnan), **un célèbre site classé au patrimoine mondial UNESCO**. Les œufs et organes internes de ces vers primitifs, remarquablement bien préservés (Fig. 3), indiquent **un mode de reproduction quasiment inchangé depuis un demi-milliard d'années**.

Toutes ces recherches montrent que de nombreuses structures et processus clé de la vie animale sont apparus très tôt au cours de leur évolution.

Les cnidaires (méduses, anémones de mer) sont des éléments familiers du monde marin actuel et sont eux-aussi apparus très tôt au cours de l'évolution animale comme l'indique la phylogénie moléculaire mais également les fossiles. Ils sont présents dans la Formation de Kuanchuanpu (535 Ma) et cohabitaient donc avec les vers épineux évoqués précédemment (Figs 2 et 3). Des techniques non-destructives comme **la microtomographie aux rayons X** (un peu comme le scanner médical) ont permis d'explorer tous les détails de l'anatomie de ces cnidaires primitifs. Ils diffèrent des espèces actuelles notamment par leur type de symétrie, leur forme générale, leur petite taille ainsi que leur mode de développement sans équivalent dans la nature actuelle. On pourrait les décrire comme **de très petites méduses inversées**, vivant probablement fixées, au moins pendant une partie de leur cycle de vie.

Doit-on en déduire que les animaux du tout début du Cambrien étaient microscopiques voire cryptiques avant d'atteindre des tailles plus respectables quelques dizaines de millions d'années plus tard ? C'est une hypothèse sérieuse à envisager mais il faut également prendre en compte les processus de fossilisation dont certains favorisent la préservation de petits organismes (ex : Kuanchuanpu) alors que d'autres autorisent une plus grande diversité de taille (ex : Chengjiang).

Pour terminer sur note futuriste, **l'intelligence artificielle a récemment fait son apparition dans le milieu paléontologique**. Il faut savoir que trier des microfossiles sous la loupe binoculaire est une tâche extrêmement fastidieuse. Mon collègue chinois, **M. Jian Han**, aidé de spécialistes en informatique, met actuellement au point **un système de reconnaissance automatique** qui à terme permettra de séparer et regrouper les différentes formes et espèces 24 heures sur 24, avant que l'œil de l'expert ne donne son verdict ! ❄️

Coopération franco-chinoise sur l'impact du changement climatique dans l'Océan Arctique

Par Dr. Marie-Alexandrine Sicre¹ et Dr Diana Ruiz-Pino

Contexte : bouleversements climatiques et fonte de la banquise

Au cours des dernières décennies, **l'Océan Arctique a connu des bouleversements climatiques et environnementaux** se manifestant notamment par un réchauffement amplifié des températures, le retrait rapide de la banquise, une augmentation des apports d'eaux douces par les grands fleuves sibériens et canadiens et une acidification de ses eaux liée à la pénétration accrue du CO₂ issu des activités humaines. Ces changements ont un fort impact sur la production du **phytoplancton marin** à la base de la chaîne alimentaire marine ainsi que sur l'ensemble de l'écosystème marin polaire.

La banquise est une composante essentielle du climat arctique et **un acteur clé de l'amplification du réchauffement en région Arctique**. Le recul de la banquise affecte les échanges de chaleur et d'humidité

entre l'océan et l'atmosphère qui en modifiant la formation des eaux profondes agissent sur les courants océaniques. Depuis le milieu du XXe siècle, l'amincissement accéléré de l'épaisseur de la banquise combiné à l'allongement de la saison de fonte estivale et à la perte de glace pluriannuelle ont conduit à l'apparition de zones libres de glace en été de plus en plus importantes, et dans certaines régions, à une fonte plus précoce de la banquise.

Projet ICAR – CHINARE : impact de la fonte de la glace sur le développement du phytoplancton

C'est dans le cadre de l'accord de coopération franco-chinoise Cai Yuan Pei et notamment du projet ICAR entre des chercheurs du **Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques (LOCEAN)**² à Paris et ceux du **Key Laboratory of Marine Ecosystem Dynamics, Second Institute of Oceanography (SIO), Ministry of Natural Resources**, à Hangzhou que nos recherches ont été menées.



" Une décennie des sciences océaniques au service du développement durable "

■ Figure 1 : Photo du brise-glace chinois Xue Long prise au cours de la 7^e expédition du programme CHINARE, en été 2016 (crédit photo, BAI Youcheng)

¹ Directrice de Recherche CNRS, LOCEAN Sorbonne Université - Campus Pierre et Marie Curie ; *Past President, Scientific Committee on Oceanic Research (SCOR)* SCOR website: <https://scor-int.org> ; Projet ICAR du programme Cai Yuan Pei

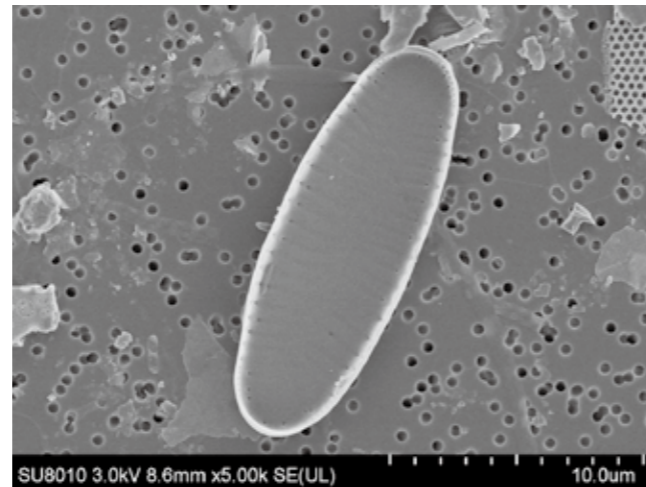
² Sorbonne Université (SU) – tutelle principale, le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN)

Onze expéditions océanographiques du programme **CHINARE** (*Chinese National Arctic Research Expedition*) à bord du **brise-glace Xue Long** ont été organisées depuis 1999. Les chercheurs et étudiants du LOCEAN ont participé à ces campagnes à partir de 2008, ce qui a permis de documenter plusieurs records de fonte de glace de mer. **Les changements en cours dans l'ouest de l'océan Arctique ont été mis en évidence** grâce à la collecte des échantillons d'eau de mer et de sédiments ainsi qu'à la mesure en temps réel de paramètres océanographiques témoins des impacts. Cette région située entre le détroit de Béring et le pôle Nord est du plus grand intérêt car le réchauffement et la fonte de glace y sont plus prononcés que dans le reste de l'Arctique et peu de navires océanographiques explorent régulièrement cette zone. Les équipes de recherche françaises et chinoises y acquièrent conjointement depuis 2008 des données inédites.

Reconnue pour son expertise dans le domaine de **l'océanographie et de la biogéochimie marine** l'équipe française a pu ainsi montrer **un réel impact de la fonte de la glace sur le développement du phytoplancton**, à la base non seulement de la ressource alimentaire, mais aussi de la pompe biologique à carbone. Les analyses d'échantillons d'eau de mer réalisées dans le cadre du projet ICAR montrent tout d'abord, à contrario des hypothèses actuelles, **que la biomasse comme la productivité primaire sont beaucoup plus faibles lors des années de fonte record** que lors des années plus englacées. Un autre constat remarquable est la **diminution de l'abondance des diatomées** (phytoplancton siliceux) et la prolifération des algues de petite taille dans les eaux des bassins profonds comme la mer de Beaufort.

Les résultats de CHINARE suggèrent que, dans le contexte du réchauffement climatique futur, la réduction de la disponibilité en sels nutritifs due à une accumulation des eaux de fonte peu salées en surface, en stabilisant les couches superficielles de l'océan, **pourrait contrecarrer l'augmentation attendue de la production algale** en réponse au recul de la banquise, du fait d'une meilleure pénétration de la lumière et d'une saison de croissance plus longue (Thèse P. Coupel, Coupel et al., 2012, 2015). L'analyse de molécules fossiles préservées dans les sédiments arctiques anciens confirment ces tendances à l'échelle décennale à multi-décennale depuis le début de l'ère industrielle, période pour laquelle nous ne disposons pas d'observations directes. Ces données paléoclimatiques montrent **une évolution nette de la quantité et du type d'organismes phytoplanctoniques**

dès la fin du XIXe siècle (Thèse Bai, 2017, Bai et al., 2019). L'analyse des diatomées et des flux des particules qui sédimentent vers le fond des océans, prélevées lors de CHINARE en 2008, confirme **la sensibilité de l'Ouest de l'océan Arctique aux changements climatiques** et océanographiques (Ren et al., 2020) (Figure 2).



■ **Figure 2** : Image au microscope électronique à balayage d'une diatomée de banquise *Fossula arctica* prélevée au cours du programme CHINARE (crédit photo, REN Jian).

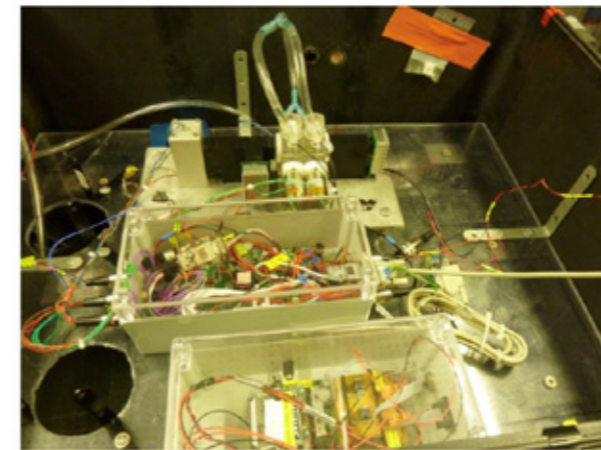
A ces effets s'ajoute **la diminution rapide du pH des eaux, ou acidification**, constatée notamment lors des dernières campagnes. **Les équipes du projet ICAR ont pu mesurer pour la première fois in-situ le degré d'acidification des eaux arctiques** récemment libres de glace grâce au développement du capteur autonome APASCH (figure 3) permettant de traquer la variabilité haute fréquence du pH et de l'alcalinité (à l'échelle de la minute). Des profils de CO₂ réalisés depuis la surface jusqu'aux eaux profondes ont été réalisés par ce capteur lors des dernières campagnes CHINARE (2016-2018) dans des conditions extrêmes qui sont celles de très hautes latitudes de l'Océan Arctique.

Les premières mesures de pH de ce type, confirment que l'Arctique est non seulement **une des régions de l'océan mondial avec les plus faibles valeurs de pH**, mais que, comparées à celles calculées dans les années 90, **la tendance à la baisse est plus forte** que prédite par les modèles biogéochimiques (Réroille et al 2016). Les très faibles valeurs de pH observées pourraient affecter des organismes marins à coquilles calcaire comme **les ptéropodes**, construisant leur test en aragonite plus soluble que la calcite. Nos données suggèrent également que cette région de l'Arc-

tique qui était connue comme **un des plus intenses puits de carbone de l'océan**, pourrait devenir une source de CO₂ pour l'atmosphère. Cette modification du flux de CO₂ échangé entre l'océan et l'atmosphère dans les eaux de surface de l'arctique de l'ouest est donc de nature à modifier l'équilibre actuel.

Autonomous pH and Alkalinity Sensor
by Colorimetry for Seawater

APASCH-sw



■ **Figure 3** : Photographie du capteur APASCH lors de son déploiement en été 2019 (crédit photo Diana Ruiz-Pino).

Perspectives de suivi de l'évolution future du CO₂

L'évolution future de l'Océan Arctique sera conditionnée également **par l'augmentation des apports d'eaux douces** induits par la fonte de glaciers continentaux du pourtour de l'Océan Arctique et celle **des précipitations**. Pour cette raison, un suivi de l'évolution future du CO₂, de l'alcalinité et du pH ainsi que des paramètres physiques (température et salinité) et biologiques (diversité et abondance du phytoplancton) est indispensable pour améliorer notre compréhension des effets de l'acidification des eaux notamment **sur les espèces calcifiantes et plus largement sur l'écosystème marin polaire**.

Ce suivi à long terme s'inscrit dans l'effort mondial de la **Décennie des Science Océaniques au service du développement durable** des Nations Unies qui a débuté cette année. Il sera complété par le déploiement de **bouées autonomes instrumentées par des capteurs océanographiques physiques et biogéochimiques** développées en France. La mise en œuvre en cours de ces dispositifs pour la première fois dans ces régions polaires, permettra à terme à la communauté scientifique de suivre quasiment en temps réel ce qui se passe sous la glace pendant l'hiver.

Lors des campagnes CHINARE à venir ces observations viseront à détecter et analyser les conséquences des apports massifs d'eaux de fonte des glaces continentales sur le bilan carbone de l'Arctique de l'ouest et leurs effets sur l'écosystème. ☞

Equipe chinoise :

Prof. CHEN Jianfang
Prof. JIN Haiyan
Dr. BAI Youcheng (thèse ICAR)
Dr. LI Yangjie
Dr. REN Jian
Dr. ZHUANG Yanpei
Dr. Bassem Jalali (postdoctorant, en cours).
Nicola Sabata (thèse, en cours)

Equipe française :

Dr. Diana Ruiz-Pino
Dr. Marie-Alexandrine Sicre
Dr. François Prévot
Vincent Klein (ingénieur CNRS)
Dr. Pierre Coupel (thèse ICAR)
Antoine Bouvet (Master LOCEAN)

Publications dans des revues internationales issues du projet ICAR déjà parues :

Bai, Y., Sicre, M.-A., Chen, J., Klein, V., Jin, H., Ren, J., Li, H., Xue, B., Ji, Z., Zhuang, Y., Zhao, M., 2019. Seasonal and spatial variability of sea ice and phytoplankton biomarker flux in the Chukchi sea (western Arctic Ocean). *Progress in Oceanography* 171, 22-37.

Coupel, P., Jin, H., Joo, M., Horner, R., Bouvet, H.A., Sicre, M., Gascard, J., Chen, J., Garcon, V., Ruiz-Pino, D., 2012. Phytoplankton distribution in unusually low sea ice cover over the Pacific Arctic. *Biogeosciences* 9, 4835-4850.

Coupel, P., Ruiz-Pino, D., Sicre, M.-A., Chen, J., Lee, S., Schiffrine, N., Li, H., Gascard, J.-C., 2015. The impact of freshening on phytoplankton production in the Pacific Arctic Ocean. *Progress in Oceanography* 131, 113-125.

Ren, J., Chen, J., Bai, Y., Sicre, M.-A., Yao, Z., Lin, L., Zhang, J., Li, H., Wu, B., Jin, H., Ji, Z., Zhuang, Y., Li, Y., 2020. Diatom composition and fluxes over the Northwind Ridge, western Arctic Ocean: impact of marine surface circulation and sea ice distribution. *Progress in Oceanography*, 186, 102377. <https://doi.org/10.1016/j.pcean.2020.102377>

Réroille, V., D. Ruiz-Pino, M. Rafizadeh, S. Loucaides, S. Papadimitriou, M. Mowlemb, J.F. Chen, 2016. Measuring pH in the Arctic Ocean: Colorimetric method or SeaFET? *Methods in oceanography*, 17, 32-49. [dx.doi.org/10.1016/j.mio.2016.05.006](https://doi.org/10.1016/j.mio.2016.05.006)

Le Corridor Ouest de l'Innovation de Hangzhou et le projet *French Village* : un exemple de nouvel urbanisme

Par Julien Dreyfuss¹, Michael Fartaoui²

Un nouvel urbanisme chinois

La stratégie de nouvel urbanisme chinois tente de mettre en place un **développement urbain et territorial plus écologique et durable**, et surtout d'apporter aux populations **une meilleure qualité de vie et densité de services**. Sortir du modèle urbain de grands axes routiers et de blocs résidentiels fermés demande des transformations importantes, mais force est de constater que les projets et zones tests de grande échelle (territoires de plusieurs centaines de km²) se multiplient sur de nombreuses villes qui veulent améliorer leur statut et devenir des villes de premiers rangs, comme l'on déjà fait Hangzhou, Chengdu et Xi'an ainsi que 12 autres villes chinoises en 2020.

Dans cet article nous prenons l'exemple du **Corridor Ouest de l'Innovation à Hangzhou**, qui utilise les recommandations du nouvel urbanisme, et sur lequel est en construction un projet immobilier franco-chinois nommé **French Village** réalisé dans la zone de *Dream Town*. Ce projet vise à appliquer les toutes dernières directives et réglementations en termes de projet durable et écologique, réduction des besoins énergétiques, énergie positive et zéro carbone. L'objectif du projet est d'être **un espace multi-usage d'exploration de la ville du futur, centré sur les nouveaux modes de vie urbains et la culture**. C'est une collaboration franco-chinoise entre **Optiva Darna** et **Hangzhou Future Sci-Tech City**.

Le projet est situé dans une zone dédiée à l'innovation nommée **Future Sci-Tech City**. C'est une des quatre zones de ce type décidée et soutenue par le gouvernement national. Cette zone est elle-même située sur un territoire plus large, le Corridor Ouest de l'Innovation de Hangzhou (HZIC), qui existe depuis 2012.

Le HZIC doit jouer un rôle important dans la transformation de Hangzhou en ville «mondiale», ambition sanctionnée par le gouvernement national, qui a soutenu la ville pour qu'elle organise le G20 en 2016 et obtienne les JO asiatiques en 2022.



■ Localisation du Corridor d'innovation à l'intérieur de la municipalité de Hangzhou

Principes d'urbanisme de la zone :

- **Transit-Oriented Development (TOD)** : Plusieurs lignes de métro. Stations de métro nombreuses qui peuvent regrouper bus, mini-bus, batobus, pistes cyclables. Densités très importantes autour des stations et usage mixte.
- **Développement durable** : Transports en commun et pistes cyclables. Espaces naturels, parcs et corridors écologiques. *Smart city* pour optimiser la consommation d'énergie.
- **Qualité de vie** : Usage mixte. Espaces publics. Transports en commun. Fournitures de services publics à un niveau rarement égalé en Chine.
- **Smart City** : Amélioration du trafic. Sécurité. Gestion urbaine.

L'année 2022 marquera une étape cruciale dans la transformation du HZIC en centre de commandement international. La complétion de la Gare de l'Ouest de Hangzhou permettra de rejoindre Shanghai et les autres métropoles chinoises aisément et renforcera la FSTC en tant que nouveau centre de Hangzhou.

Le projet *French Village*

Le projet **French Village** a été lancé en 2018 à l'initiative de **Fadwa Sube**, directrice d'**Optiva Darna France**, à la suite de deux premiers projets faits à Hangzhou : **une plateforme d'accélération de l'innovation** (avec lancement de 5 JV) et **un projet de « French City Brain »** (avec participation des JV de la plateforme ainsi qu'une trentaine de partenaires français et chinois) centré sur la gestion des énergies renouvelables.

Hangzhou French Village, qui depuis janvier 2021 a commencé la construction pour la phase 1, est situé sur **un terrain de 22 400m²**. Il s'agit d'**une plateforme de coopérations et R&D** dédiées à l'innovation technologique, et un laboratoire des transformations de la ville et de la vie urbaine, apportées par les nouvelles technologies. Ce projet représente une nouvelle symbiose nécessaire entre les secteurs de l'immobilier et des hautes technologies, qui vont ensemble configurer les villes de demain.

La planification urbaine et le design architectural du projet sont réalisés par **Anouk Legendre** (architecte, XTU) pour la partie sud, et **Serge Salat** (architecte-urbaniste, directeur du *Urban Morphology & Complex Systems Institute*) pour la partie nord. L'objectif du projet est de concentrer une utilisation optimale de tous les niveaux de connaissances actuels concernant la réalisation de projets écologiques, résilients, centrés sur l'humain, digital et innovant.

Le premier élément au cœur du projet est la **création d'un espace aux besoins énergétiques réduits et optimisés**, incluant un bloc en énergie positive pour la partie nord, alimenté par **une ferme solaire de 4000m²** installée sur les toits. Cela est réalisé en cumulant plusieurs « couches » d'intelligence. Par la forme des bâtiments tout d'abord (atriums et corridors pour ventilation naturelle) ainsi que par les techniques de construction et le choix des matériaux (construction digitale, matériaux innovants en impression 3D structurale), les besoins énergétiques sont réduits jusqu'à 30%.

« Concentrer une utilisation optimale de tous les niveaux de connaissances concernant la réalisation de projets écologiques, résilients, centrés sur l'humain, digital et innovant. »



■ Hangzhou French Village, Optiva Darna 2020

¹ COO Optiva Darna France, <https://optivadarna.com/>

² Doctorant en urbanisme, Zhejiang University

« La question de l'avenir des villes est un débat immense : quel urbanisme, quels systèmes de gestion mettre en place, alors que les villes doivent prendre en charge des populations toujours grandissantes ? »

Une deuxième réduction est réalisée grâce au déploiement d'un « *City Brain* », un **réseau de capteurs liés à une plateforme IA/cloud** qui optimise l'énergie, en modulant l'usage de diverses sources d'énergie, ainsi qu'en utilisant des protocoles de gestion fine (système de priorité et délais).

Un autre élément central est **l'intégration des bâtiments dans un paysage écologique** servant en priorité les besoins humains. Des façades végétales verticales, des terrasses ainsi que des toits entièrement végétalisés (sur partie nord) permettent d'avoir un ratio de couverture végétale de 100%. Les jardins sur les toits utilisent un design intelligent qui assure un filtrage de l'air et de l'eau. L'eau est stockée et réutilisée, afin notamment d'alimenter les façades vertes.

Ce panel de technologies et techniques architecturales forment le squelette d'un projet de nouvelle génération permettant un usage complexe des bâtiments, avec une concentration très dense de différents types d'espaces et de services disponibles sur un terrain relativement serré, sur lequel se trouveront : hôtel, appartements, centre médias interactifs et *new retail*, espace d'exposition, centre culturel, salle de sport, école de cuisine, *food court*, café/librairie, plateforme « *City Brain* », espace d'activités artistique et artisanat. Enfin, un **Deep Tech Hub de 5000m²** permet aux entreprises de hautes technologies d'avoir des bureaux et de coopérer sur des projets transdisciplinaires, avec pour objectifs d'utiliser au maximum et de faire évoluer les briques technologiques déjà présentes dans le village.

Dans nos utopies modernes, nous rêvons d'une ville où les technologies permettent de faciliter la vie humaine, de réduire les temps de transport, de réduire voire faire disparaître les accidents, d'augmenter la sécurité, etc.

Nous rêvons également de villes qui répondent davantage aux besoins humains et non aux besoins de la voiture : des zones avec un urbanisme à échelle humaine, où nous pouvons vivre et travailler en bénéficiant d'expériences et de modes de vies riches et stimulants. Nous rêvons de villes sans pollution, réconciliées avec la nature, réintégrées d'une certaine manière dans le tissu urbain. Et ces rêves, en Chine, en France, ailleurs dans le monde, sont relativement similaires.

La force de la Chine est de pouvoir expérimenter ce nouvel urbanisme à échelle un. *Dream Town*, le bourg caractéristique où est construit *French Village*, en donne déjà à voir un exemple concret : innovation, mélange de bureaux, habitations, services, culture (richesse de la vie urbaine), projet à échelle humaine (déambulation à pieds). De nombreux autres projets, dans le corridor d'innovation et son plan d'urbanisme, sont eux aussi fidèles à ces objectifs. Il ne s'agit pas de couvrir l'horizon d'immeubles les plus hauts possible, mais de **créer des espaces de vie durables, écologiques, résilients.**

Le plus grand défi reste que toutes ces nouvelles pratiques deviennent la norme utilisée pour le développement des villes nouvelles et l'optimisation des villes existantes, au-delà des zones test et projets exemplaires. Bien que tout cela soit en conflit avec l'ancien modèle, force est de constater que les volontés politiques s'accumulent, et que de plus en plus d'acteurs de l'urbanisme, architecture et hautes technologies sont déjà engagés dans cette transition. ☞

OPTIVADARNA



A la découverte de l'Institut de Paléontologie des Vertébrés et de Paléoanthropologie (IVPP) de la CAS.

Par Dr. Alida Bailleul^{1,2}



Lauréate d'une bourse CAS-PIFI (*Chinese Academy of Sciences–President's International Fellowship Initiative*) en 2018, **Alida Bailleul** a effectué un stage postdoctoral de deux ans sur la **préservation des tissus mous et squelettiques chez les oiseaux et dinosaures fossiles** à l'Institut de Paléontologie des Vertébrés et de Paléoanthropologie de la CAS.

Après ce projet de 2 ans, elle a été promue Chercheuse Associée à l'IVPP. Elle travaille dans l'équipe de recherche sur des oiseaux fossiles avec le Professeur et Académicien **ZHOU Zhonghe**.

L'IVPP : présentation

L'**Institut de Paléontologie des Vertébrés et de Paléoanthropologie** (en anglais, *Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology*, ou IVPP) est un Institut de recherche d'excellence de renommée mondiale. Il fait partie de la CAS et est **le seul institut de Chine spécialisé en paléontologie**. L'IVPP était originellement le *Cenozoic Research Laboratory* en 1929, puis est devenu attaché à la CAS en 1953 et renommé *Research Laboratory of Vertebrate Paleontology*. Il a enfin acquis son nom actuel en 1960.

Depuis 1993, plus de 120 publications ont été publiées dans les journaux *Nature* et *Science* par les chercheurs de l'IVPP. L'Institut est aussi rattaché au **Museum de Paléozoologie de Chine** (*Paleozoological Museum of China*) et héberge la **plus grande collection de fossiles d'Asie**, incluant des fossiles humains et d'autres vertébrés, soit au total **plus de 210,000 spécimens**.

¹ Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origins of the Chinese Academy of Sciences, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences Beijing 100044

² CAS Center for Excellence in Life and Paleoenvironment Beijing 100044

*Alida Bailleul a obtenu sa Licence et son Master à Paris. Elle a notamment effectué un stage de Master 1 au Muséum d'Histoire Naturelle avec le Dr. Ronan Allain, spécialiste des dinosaures. Elle a ensuite obtenu son doctorat aux Etas-Unis.



■ IVPP et le Muséum de paléozoologie de Chine.

La paléontologie : une science multidisciplinaire au XXI^{ème} siècle

La paléontologie est l'étude de l'évolution de la vie sur Terre. La paléontologie des vertébrés se concentre sur les organismes qui ont un squelette osseux ou cartilagineux interne. Les axes de recherche de l'IVPP sont nombreux et se focalisent sur **l'origine et l'évolution des premiers vertébrés aquatiques, sur les premiers Tétrapodes, sur les Ptérosaures, oiseaux, dinosaures et mammifères du Mésozoïque**. Une branche spéciale de l'Institut est spécialisée en paléoanthropologie et en séquençage d'ADN ancien.

L'immense continent chinois est un véritable trésor à fossiles, et chaque année les équipes de fouilles de l'IVPP découvrent de nouveaux fossiles et gisements remarquables. Par exemple, **le gisement fossilifère du biote de Jehol**, découvert vers les années 1950-1960 dans la province du Liaoning, est l'un des plus importants écosystèmes d'organismes éteints au monde. **Le biote de Jehol est actuellement le thème de recherche le plus actif à l'IVPP.**

Les organismes du Jehol datent du Crétacé Inférieur (entre 133 et 120 Millions d'années) et, depuis les années 1990, **des milliers de vertébrés fossiles**, avec des tissus mous remarquablement préservés (des plumes par exemple), **ont été excavés**. Quelques fossiles de dinosaures et d'oiseaux ont révolutionné notre connaissance sur l'évolution du vol avien, et sur la transition entre dinosaures théropodes à plumes (terrestres) et oiseaux volants. Les fossiles du Jehol motivent beaucoup de chercheurs et chercheuses dans le monde, y compris des français, à développer des collaborations avec l'IVPP.

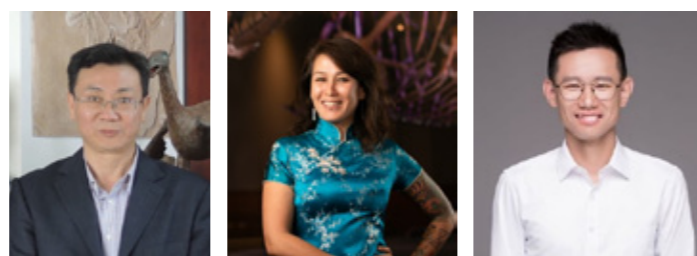
Contrairement à ce que la majorité des gens peuvent penser, **la paléontologie ne se résume pas simplement à des campagnes de fouilles suivies de descriptions morphologiques des squelettes exhumés**. Au 21^{ème} siècle, la paléontologie est une science unique et multidisciplinaire qui englobe et emprunte une panoplie de techniques et de connaissances venant de la géologie, de la biologie, de la chimie, de la physique et même des sciences de l'ingénieur. Pour les paléontologues, chaque fossile est un Muséum, et chaque paléontologue décide d'explorer ce Muséum à sa propre façon, avec ses propres techniques. Ceci fait de la paléontologie une science fascinante et très intéressante, une science sans limite.

Les fossiles sont généralement décrits morphologiquement et placés dans un contexte phylogénétique (c'est à dire dans la classification des êtres vivants). Ils peuvent également être étudiés plus profondément au niveau de leur tissu, de leurs cellules, au niveau chimique et moléculaire (analyses d'ADN par exemple).

Tissus et cellules d'oiseaux et de dinosaures

Je fais partie de l'équipe de recherche qui étudie les oiseaux et les dinosaures fossiles. Je travaille essentiellement avec le Professeur et Académicien **ZHOU Zhonghe** (notre chef d'équipe, et celui qui a découvert et décrit le premier oiseau fossile du Jehol) et le Professeur **LI Zhiheng**. Durant mon stage postdoctoral j'étais aussi

sous la cotutelle du Professeur **O'CONNOR Jingmai** (maintenant conservatrice au *Field Museum of Natural History* à Chicago).



ZHOU Zhonghe (IVPP) O'CONNOR Jingmai (IVPP & Field Museum of Natural History) LI Zhiheng (IVPP)

Dans cette équipe, je suis spécialisée en histologie, qui est **l'étude des tissus et cellules au microscope** (l'os, le cartilage, les muscles, ou les coquilles d'œufs sont des exemples de tissus).

Il y a deux ans, nous avons identifié un oeuf préservé dans l'abdomen d'un spécimen d'oiseau et l'avons nommé *Avimaia*, ce qui veut dire 'mère oiseau'. Nous avons aussi analysé des tissus mous de spécimens d'oiseaux provenant du Jehol. Ces tissus avaient la forme de cercles agglomérés à l'intérieur de l'abdomen de plusieurs spécimens. Deux hypothèses avaient alors été proposées : soit des graines ingérées et non digérées, soit des follicules ovariens en voie de développement (c'est à dire des jaunes d'œufs non fécondés encore sans coquille). Nous avons démontré, en analysant un de ces fossiles aux microscopes optique et électronique, que ces structures n'étaient pas des graines, mais étaient en réalité des muscles, des vaisseaux sanguins et de fibres de collagène, ce qui est exactement ce qui recouvre les follicules ovariens des oiseaux actuels.

Enfin, l'année dernière, en collaboration avec des collègues américains, nous avons découvert une préservation exceptionnelle dans des cellules de cartilage de bébés dinosaures venant du Montana. Dans ces cellules se trouvent toujours des noyaux fossilisés, en cours de division, et des chromosomes. Lorsque nous avons exposé certaines cellules à des produits chimiques qui révèlent par une certaine couleur la présence d'ADN, l'intérieur des cellules est devenu coloré. Cette recherche controversée est toujours en cours, mais nous sommes en train d'essayer de comprendre pourquoi les tests ADN chimiques sont positifs, alors que le séquençage d'ADN ne fonctionne pas.



Le Prof. ZHOU Zhonghe (à droite) et le Prof. WANG Xiaolin (à gauche) dans les gisements fossilifères du Biote de Jehol dans le Liaoning.

L'ADN le plus ancien qui a pu être séquencé vient de mammoths qui ont environ 1 million d'années et la cellule de dinosaure qui a réagi avec nos tests ADN chimiques date de plus de 75 millions d'années. Il nous faut donc poursuivre nos recherches pour comprendre pourquoi les cellules sont toujours réactives. Peut-être que l'ADN, même s'il est très altéré et sure-

ment non séquençable, pourrait se préserver beaucoup plus longtemps que nous le pensions. Nous sommes actuellement en train d'analyser des fossiles plus vieux qui viennent du Jehol, et d'autres plus jeunes (~10 millions d'années) qui viennent de l'ouest de la Chine. L'IVPP, et toute l'équipe avec laquelle je travaille, est très encourageante et toujours prête à repousser les barrières de la science.

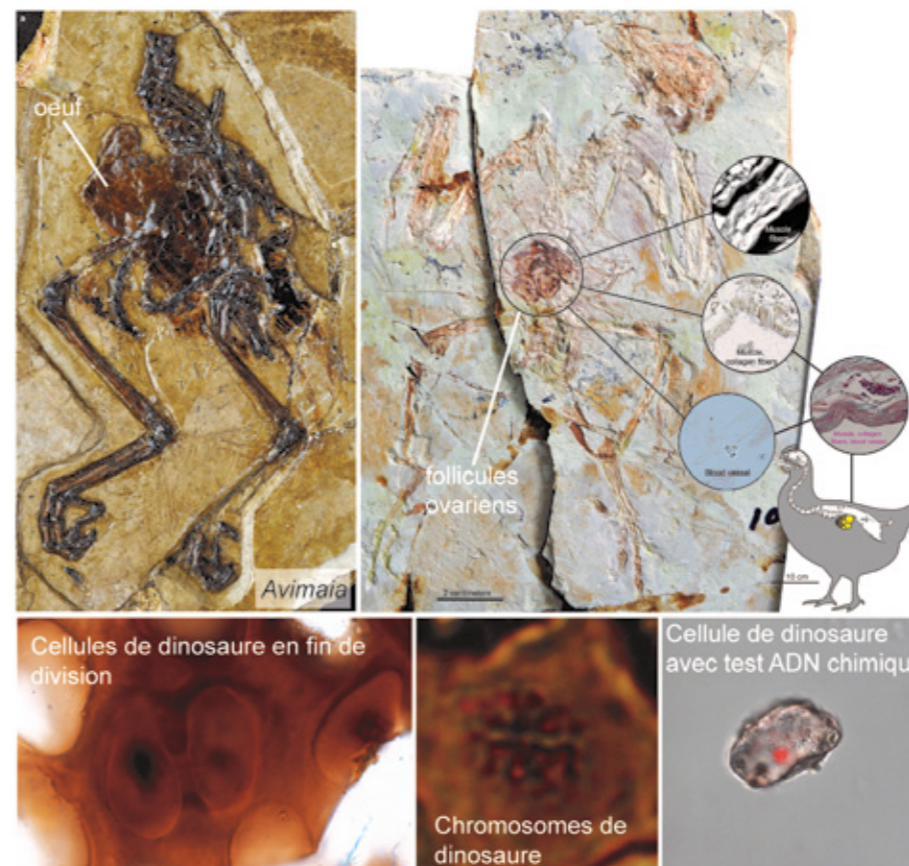
L'IVPP et ses relations Franco-Chinoises

Depuis des décennies, des collaborations existent entre les paléontologues chinois de l'IVPP et les paléontologues français. Par exemple, de grandes collaborations entre les paléontologues français **Pierre Teilhard de Chardin**, **Émile Lincent** et l'anthropologue Chinois **PEI Wenzhong** ont participé à la découverte et l'excavation du **site de Zhoukoudian** à Pékin. PEI Weihong a découvert **le premier Homme de Pékin** et a décroché son doctorat à l'Université de Paris (La Sorbonne) dans les années 1930. Plus récemment, depuis les années 1960, plusieurs paléontologues de l'IVPP, dont Chang Meemann et Min Zhu, ont développé des collaborations à long terme avec des institutions françaises, y compris avec le CNRS. Plusieurs professeurs actuels de l'IVPP ont aussi des diplômes français ou une expérience de travail en France.

Expérience personnelle à l'IVPP

Ces deux années de jeune chercheuse postdoctorante dans un Institut de l'Académie des Sciences de Chine ont été très bénéfiques. Elles m'ont permis d'approfondir et d'enrichir mon expérience de la recherche dans un environnement scientifique motivant, dynamique et de qualité.

Ces années ont surtout été l'occasion de rencontres humaines très riches et bienveillantes. L'IVPP m'as appris que la science n'a aucune frontière, et que la gentillesse, la patience et le travail d'équipe est plus fort que tout pour faire avancer sa carrière, mais surtout, pour faire avancer la Science. ☘



Géologie et géomorphologie du plateau Tibétain - Etude des failles actives

Par Marie-Luce Chevalier



Marie-Luce Chevalier est Professeure associée à l'**Institut de Géologie de l'Académie des Sciences Géologiques de Chine (CAGS)** à Pékin depuis 2010. Elle a obtenu son *Bachelor* en Physique à l'Université de Liège (Belgique), son master et thèse de doctorat à l'**Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP)** et a ensuite effectué son post-doctorat à l'Université de Stanford en Californie, grâce à une bourse Marie Sklodowska-Curie (programme FP6). Depuis, elle est régulièrement appelée comme évaluateur experte des bourses Horizon 2020 de la Commission Européenne.

Depuis son arrivée en Chine, elle a reçu 2 bourses **NSFC** (maintenant terminées), et en 2020, elle a obtenu la prestigieuse bourse « NSFC collaboration internationale » pour 5 ans, pour travailler avec ses collègues français d'**ISterre-Université Grenoble-Alpes** et du **laboratoire de Géologie de l'Université de Lyon 1**. Elle a aussi reçu l'année dernière le grand prix « Huang Jiqing » décerné à de jeunes scientifiques prometteurs.

Elle a aussi reçu l'année dernière le grand prix « Huang Jiqing » décerné à de jeunes scientifiques prometteurs.

Ses recherches portent sur la géologie et la géomorphologie du plateau Tibétain, principalement sur les provinces du Tibet, Xinjiang, Sichuan et Yunnan. Par des missions de terrain et l'observation d'images satellitaires, elle étudie les paysages montagneux, sculptés par la tectonique et le climat, pour mieux comprendre comment ceux-ci se sont formés. En particulier, elle se focalise sur **des zones de failles actives** sur lesquelles de nombreux tremblements de terre se produisent, et elle cherche à déterminer à quelle vitesse moyenne ces failles bougent (sur ~200,000 ans), pour essayer de prédire où et quand le potentiel prochain gros séisme risque de se produire et quelle sera sa magnitude. Elle a principalement étudié **les failles du Karakorum dans l'Ouest Tibétain** et celle de **Xianshuihe dans l'Est**, qui passe à Kangding, non loin de Chengdu. Cette dernière s'avère particulièrement dangereuse pour la construction de la ligne de chemin de fer Chengdu-Lhasa, qui sera à 90% dans des tunnels traversant le très escarpé Tibet de l'Est.

L'**Académie des Sciences Géologiques de Chine (CAGS)**, fondée en 1956, est une institution publique de recherche nationale en géologie.

Elle se compose de 8 instituts : l'institut de géologie, de géomécanique, de ressources minérales, d'hydrogéologie et géologie de l'environnement, de géophysique et géochimie d'exploration, de géologie karstique, ainsi que d'un centre national d'expériences géologiques.

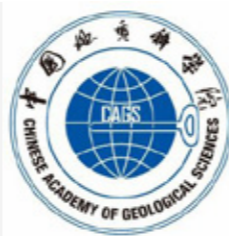
La CAGS compte :

- 600 personnels scientifique et technique
- 100 chercheurs pouvant superviser des thèses de doctorat
- 300 pouvant superviser des masters
- 16 académiciens de l'Académie des Sciences de Chine (CAS)
- 16 académiciens de l'Académie des Sciences de l'ingénieur
- 9 lauréats de la Fondation Nationale scientifique pour jeunes

chercheurs prometteurs (*National Science Foundation for Distinguished Young Scholars*)

- 17 candidats au projet national "Millions of Talents"
- 13 experts nationaux aux contributions exceptionnelles
- 4 Chief scientists

La CAGS est très impliquée dans les échanges scientifiques et la coopération internationale. Depuis 1980, elle a mené des centaines de projets scientifiques en collaboration avec des instituts de recherche, des universités, et des 'geological surveys' dans plus de 40 pays.



CAGS

Institut de Géologie de la CAGS (IGCAGS)

L'**Institut de Géologie**, situé dans l'ouest de Pékin, dépend de la Société Géologique de Chine (CGS), qui elle-même dépend du Ministère des Ressources Naturelles (MNR). C'est donc une entité distincte de l'Académie des Sciences de Chine (CAS) ou du *China Earthquake Administration (CEA)*.

Marie-Luce Chevalier est la seule étrangère de toute l'académie. Elle appartient au laboratoire clé de '**Dynamique de la Terre Profonde**' et au groupe de '**Tectonique Active et Processus de failles**' dirigé par **LI Haibing**, qui compte environ 13 professeurs-chercheurs (dont 12 de moins de 42 ans) et autant d'étudiants en master et thèse. **Leurs grands axes de recherche se concentrent sur le plateau Tibétain**, ses grands séismes, ses grandes failles actives et leurs roches de faille. Récemment, ils ont commencé à étudier aussi en détail le lien entre l'ouverture de la mer de Chine du Sud et les failles du Tibet telle que la faille du Fleuve Rouge.

L'**Institut de Géologie** se concentre sur la géologie régionale et la cartographie, la tectonique, l'origine et l'évolution de la vie et la stratigraphie, les roches métamorphiques et la géologie précambrienne, la pétrologie, la minéralogie, les minerais, la géochimie, la géologie isotopique, la dynamique continentale et mantellique, la métallogénie, la structure lithosphérique, la géologie planétaire, etc.

- Mini retrouvailles vers Chengdu de deux missions de terrain séparées (oct. 2019), avec de g à d : GE Chenglong (étudiant en thèse, Lyon/Pékin), T. Courier (étudiant en thèse à Lyon), P.H. Leloup (Université Lyon 1), M.L. Chevalier, WANG Shiguang (étudiant en thèse gradué en 2020), A. Replumaz et J. De Sigoyer (ISterre), LI Kaiyu (étudiante en master graduée en 2020), ZHANG Lei et YE Xiaozhou (collègues de M.L. Chevalier).



L'**Institut** compte : 14 départements dont 3 laboratoires clé du ministère des ressources naturelles

- 6 académiciens de la CAS
- 70 chercheurs ayant obtenu des distinctions¹
- Plus de 200 articles SCI sont publiés chaque année
- 60 collaborations internationales avec 20 pays dont la France, les US, la Russie, la Grande-Bretagne, l'Allemagne, l'Italie et le Japon.
- 14 chercheurs y ont tenu des postes importants et près de 40 chercheurs extérieurs (étrangers ou chinois) ont été chercheurs invités à l'institut.
- 4 experts étrangers qui collaborent avec l'institut depuis de nombreuses années ont obtenu le 'Prix de l'amitié du gouvernement Chinois'.

La Collaboration

Marie-Luce Chevalier collabore depuis 2012, grâce à l'obtention d'un projet Cai Yuanpei, avec les **laboratoires ISterre – Université Grenoble-Alpes (Anne Replumaz)**, et le **laboratoire de Géologie de l'Université de Lyon 1 (Philippe Hervé Leloup)**. Les chercheurs ont ensemble effectué 6 missions de terrain communes dans l'Est du plateau Tibétain (Yunnan et Sichuan) pour étudier principalement les failles de **Xianshuihe, Litang et Nujiang** (Fig. 1), sur lesquelles de nombreux tremblements de terre se sont produits.



- Mission de terrain vers Litang (Sichuan Ouest) Oct. 2019

¹ IGCAGS compte aussi 6 académiciens de l'Académie des Sciences, 70 chercheurs ayant obtenu des prix 'talents', dont 6, le "National Natural Science Foundation of China (NSFC) for Distinguished Young Scholars", 4 le "NSFC Excellent Young Scholars Fund", et 1 le "Ten thousand talents project". L'institut a reçu 9 'National Natural Science Awards' (1 first prize, 6 second prizes and 2 third prizes), 3 'National Science Progress Awards' (1 first prize, 2 second prizes) and 1 'National Technological Invention Award'.

11 articles ont été **co-écrits** et **3 sont actuellement en révision**. De nombreux échanges ont régulièrement lieu entre les deux pays : Marie-Luce Chevalier a été professeure invitée à ISTERRE (OSUG) en 2018, et **BAI Mingkun**, un de ses étudiants en thèse, vient de rentrer en Chine après y avoir passé 1 an grâce à une bourse du «China Scholarship Council». Un autre étudiant de son groupe est actuellement à Lyon pour 2 ans pour continuer ses recherches doctorales et obtenir un double diplôme, travaillant aussi sur l'Est Tibétain, sur la chaîne des Longmenshan, où s'est produit le dévastateur tremblement de terre de Wenchuan en 2008 (magnitude 7.9) (Fig. 1).

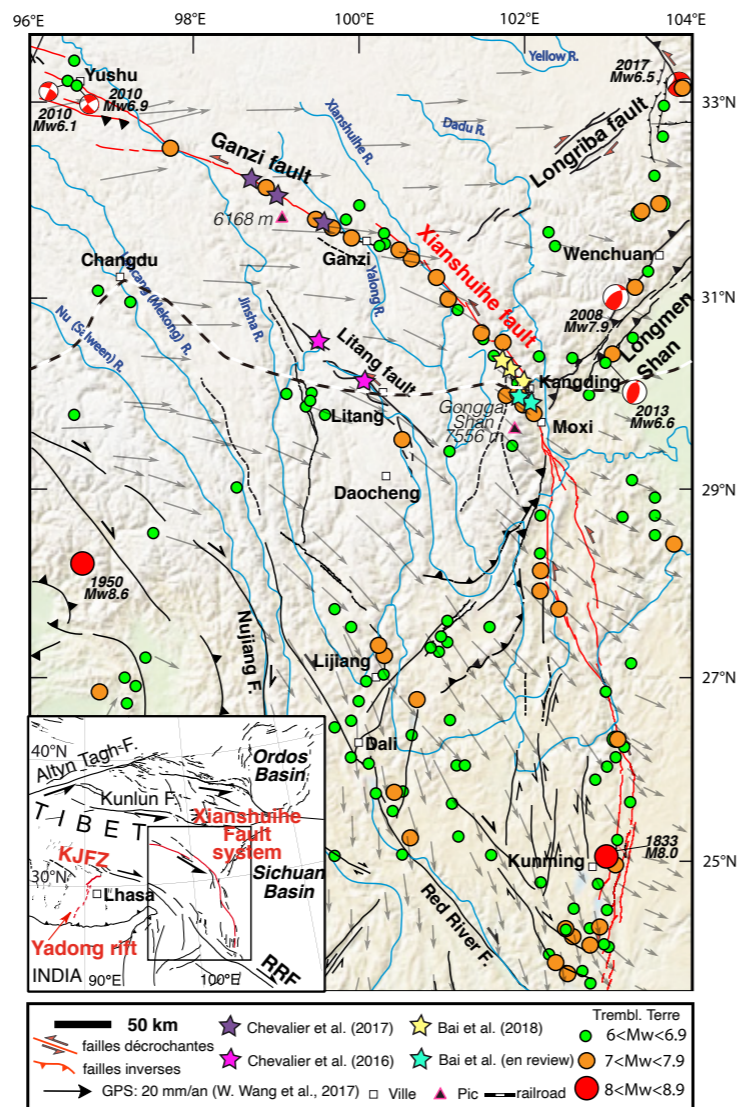
En 2020, Marie-Luce Chevalier a obtenu la bourse « NSFC collaboration internationale » et Anne Replumaz, une ANR, pour travailler ensemble sur la **faille de Xianshuihe**. Ces succès leur ont donné envie d'affirmer leur collaboration jusqu'ici plutôt fructueuse, en postulant au **statut d'IRP (International Research Project du CNRS)**, ancien LIA (Laboratoire International Associé), les discussions sont en cours.

Axes de recherches

• **Risque sismique dans l'Est du plateau Tibétain**

L'Est du plateau Tibétain contient plusieurs failles actives sur lesquelles se produisent régulièrement de grands séismes dévastateurs, comme celui de Wenchuan en 2008 de magnitude Mw7.9 dans la chaîne des Longmenshan (>80.000 morts) (Fig. 1). C'est dans cette région que se trouve la faille décrochante sénestre de Xianshuihe. Celle-ci s'étend sur 1400 km depuis le plateau central jusqu'à la frontière avec le Vietnam, et joue un rôle majeur dans l'expulsion du Tibet vers le sud-est, suite à la collision entre l'Inde et l'Asie il y a ~50 millions d'années.

C'est une des failles les plus actives de Chine, presque toute la faille ayant subi un gros ($M > 6.5$) tremblement de terre depuis 1700, en moyenne un gros séisme s'y produit tous les ~30 ans, dont le dernier est celui de Yushu en 2010 (Mw6.9) (Fig. 1). De par 1) son très haut risque sismique, 2) le fait qu'elle traverse de nombreuses grandes villes dont celles de Ganzi, Kangding et Kunming, et 3) la construction d'une ligne de chemin de fer Chengdu-Lhasa traversant plusieurs de ces failles actives dont celle de Xianshuihe (Fig. 1), il est essentiel d'évaluer son risque sismique et de proposer où et quand le prochain grand séisme risque de se produire. De plus, cette région au relief accidenté, qui reçoit des pluies de mousson abondantes, est non seulement façonnée par la tectonique régionale due à la collision entre l'Inde et l'Asie, mais aussi par les



■ Figure 1 : Le système de faille de Xianshuihe (en rouge) dans l'Est du Tibet, avec vitesses GPS, tremblements de terre historiques et instrumentaux de magnitude >6 (dont le 2008 Wenchuan, 2010 Yushu, 2013 Lushan et 2017 Jiuzhaigou), pics et villes principales, ainsi que les grandes failles et fleuves. Encart: localisation de la faille de Xianshuihe, Yadong et Karakorum-Jiali (KJFZ) au Tibet Est.

grands fleuves qui la traversent (Mékong, Salween et Yangtze), sur lesquels se trouvent de grands barrages hydro-électriques, dont la destruction suite aux séismes serait catastrophique pour la Chine mais aussi pour les pays situés en aval.

Afin d'évaluer le risque sismique, nous observons les images satellitaires (désormais rendues très accessibles grâce à *Google Earth*) à la recherche de sites d'études adaptés, c'est-à-dire des surfaces alluviales ou glaciaires qui sont coupées par la faille et dont les marqueurs (bords de terrasses ou de cônes alluviaux, ou crêtes de moraines) sont décalés horizontalement

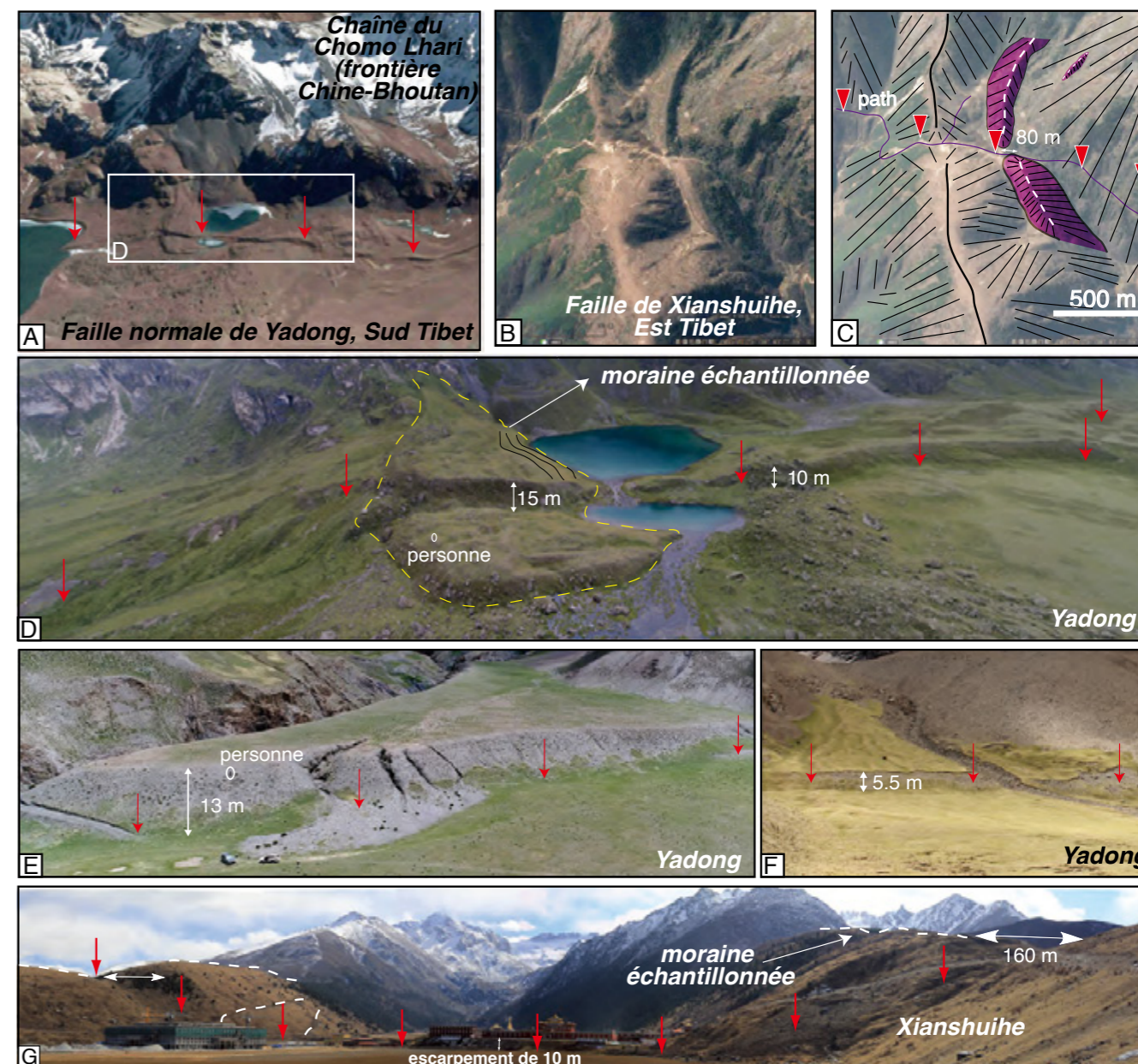
(failles décrochantes, Fig. 2B,C,G) ou verticalement (failles normales, Fig. 2A,D,E,F). Une fois ces sites repérés, nous effectuons des missions de terrain pour mesurer très précisément (quelques cm) ces décalages en faisant des relevés topographiques, par un laser terrestre 3D (LiDAR) ou via un drone (UAV).

Nous échantillons les blocs de granite présents sur les surfaces décalées, que nous daterons ensuite au laboratoire par la **méthode des isotopes cosmogéniques ¹⁰Be** (Beryllium-10). L'âge obtenu correspond à la durée pendant laquelle l'échantillon était à la surface. Par exemple, quand un glacier se retire, il laisse derrière lui de gros blocs formant des cordons morainiques qui, lorsque non recouverts par la glace mais exposés à la surface, peuvent recevoir les rayons

cosmiques et accumuler du ¹⁰Be. C'est une fois abandonnées que ces crêtes morainiques traversées par la faille peuvent enregistrer les décalages de quelques mètres lors de chaque gros tremblement de terre.

Cet âge d'exposition et ce décalage mesuré nous permettent alors de **calculer la vitesse de glissement moyenne d'une faille** en divisant cette distance par le temps, sur des échelles de temps de ~10,000 à 200,000 ans (pour les plus vieilles moraines datables).

■ Figure 2 : Images satellites et photos de terrain montrant les traces de failles (indiquées par les flèches rouges) de Yadong dans le sud du Tibet (A,D,E,F) et de Xianshuihe dans l'Est du Tibet (B,C,G), sur lesquelles on voit bien les décalages verticaux et horizontaux (avec valeurs indiquées), respectivement, de moraines (A-D, G) et cônes alluviaux (E,F).



Après avoir étudié et obtenu une vitesse de glissement à différents endroits le long de la faille, nous pouvons savoir si celle-ci varie. Nous comparons aussi nos vitesses dites Quaternaires, avec celles obtenues à des échelles de temps plus courtes (~20-30 ans, mesurées grâce à des stations GPS installées dans la région), ou plus longues (plusieurs millions d'années, par l'étude et la datation géologique de l'exhumation par les failles des massifs granitiques).

Notre travail nous a permis de déterminer que la faille de Xianshuihe bouge de ~7 mm/an au nord-ouest (segment de Ganzi, Chevalier et al., 2017), de ~10 mm/an au centre (segment de Xianshuihe, Bai et al., 2018), et de ~12.5 mm/an au sud-est (segment de Moxi, Bai et al., en révision) (Fig. 1). Ce qui se passe encore plus au sud n'est pas encore bien contraint avec des vitesses publiées allant de quelques mm/an jusqu'à 15 mm/an selon les études. Nous avons suggéré (Bai et al., 2018) que cette augmentation vers le sud-est de la vitesse pourrait être due à l'absorption de la déformation au nord de la faille de Xianshuihe par la faille de Longriba (e.g., Ansberque et al., 2016), et par la chaîne des Longmenshan (Fig. 1). Ceci est en effet visible dans les champs de vitesses GPS (e.g., Gan et al., 2007; Wang et al., 2017, 2020) montrant une vitesse rapide au sud de la faille de Xianshuihe, alors qu'au nord, la longueur des vecteurs diminuent vers le sud-est (Fig. 1).

Nos travaux nous ont aussi permis de découvrir **une nouvelle branche de la faille de Xianshuihe**, jusqu'ici inconnue et non cartographiée sur les cartes géologiques, que nous avons nommé **la zone de faille de Mugecuo Sud** (Pan et al., 2020). Celle-ci sera malheureusement traversée par la nouvelle ligne de chemin de fer Chengdu-Lhasa, augmentant encore le risque régional. Notre étude détaillée de cette région sismique a déjà permis de modifier le tracé prévu du train, pour limiter le nombre de failles actives traversées et donc le risque de destruction.

• Nouveau projet de collaboration

Notre nouveau projet de collaboration (**NSFC Chine et ANR France**) a pour but principal **d'établir un catalogue de sismicité sur les derniers 10,000 ans par la méthode de paléosismicité lacustre**. En effet, les sédiments lacustres représentent une archive continue des dépôts co-sismiques qui peuvent être identifiés et datés pour reconstituer le catalogue long-terme des séismes locaux. Nous allons donc **forer une dizaine de lacs** situés sur (ou très proches) de la faille de Xianshuihe, pour obtenir des carottes de 1-10 m de long, en espérant observer des couches sédimentaires distinctes qui ont été déposées lors d'un tremblement de terre. En effet, ce dernier déstabilise les pentes autour du lac et remobilise les sédiments déposés au fond du lac.

Nous pourrions alors précisément **identifier où et quand les segments de faille ont rompu depuis 10,000 ans**, augmentant significativement le catalogue des tremblements de terre historiques, connus seulement sur quelques centaines d'années. Ceci nous permettra de calculer les temps de retour de ces grands tremblements de terre et de connaître ce que l'on nomme **« le cycle sismique »**, afin d'évaluer le risque sismique actuel tout le long de la faille.

Ce travail de grande ampleur sera facilité par notre collaboration avec les experts **Bruno Wilhelm** et **Pierre Sabatier (Observatoire de Grenoble, OSUG)** qui ont déjà appliqué cette méthode dans les Alpes. Une telle approche permettra de répondre

à la question fondamentale de **quel segment d'une faille présente le risque sismique le plus fort**, ainsi que de retrouver les épacentres et les magnitudes des anciens séismes en couplant l'étude de plusieurs lacs avec l'estimation de la sensibilité de chacun d'entre eux aux secousses sismiques, le but ultime étant de mieux se préparer aux futurs tremblements de terre.

• Grands rifts sud-Tibétains

Sur presque toute son étendue (~1000 km), **le sud du Tibet est coupé par sept grands rifts** orientés nord-sud, bordés par de grandes failles normales et qui indiquent une extension est-ouest. Ces rifts s'étendent sur environ 500 km, depuis le nord de la chaîne himalayenne jusqu'au milieu du plateau (encart Fig. 1). Plus au nord, le centre du Tibet au contraire, qui contient de nombreuses failles normales plus courtes et plus distribuées, est expulsé vers l'Est le long de la zone de faille décrochante dextre du Karakorum-Jiali (KJFZ in Fig. 1, Armijo et al., 1986).

Les raisons pour lesquelles on observe de l'extension au Tibet dans un régime tectonique d'ensemble compressif dû à la collision entre l'Inde et l'Asie, et donc de raccourcissement, restent mal comprises et débattues. Nous continuons à étudier le rift de Yadong (Figs. 1 et 2) qui se trouve près de Lhasa, et que la ligne de train Pékin-Lhasa longe sur ~300 km. Dans la partie sud du rift, nous avons déterminé que les vitesses d'extensions Quaternaires sont de 0.8-1.3 mm/an (Wang et al., 2020) alors qu'au nord, près du lac sacré Namco, elles atteignent ~6 mm/an (Chevalier et al., 2020). Nous avons suggéré qu'au nord, ceci est sans doute dû aux grandes failles décrochantes dextres qui appartiennent à la KJFZ facilitant l'expulsion du Tibet central vers l'Est, ce qui implique que **les régimes d'extension au centre et au sud Tibet sont très différents**.

Au sud, l'extension quant à elle, est liée à la divergence vers l'est et l'ouest, du chevauchement du Tibet sur l'Inde, qui reste perpendiculaire à la courbure de la chaîne Himalayenne. Si on fait l'hypothèse que notre taux d'extension Quaternaire moyen sur le rift de Yadong est similaire à celle de chacun des sept rifts, on obtient un taux d'extension total au sud Tibet de ~9 mm/an. Une telle vitesse d'extension correspond à la moitié du taux de convergence à travers l'Himalaya (vitesses GPS obtenues sur une échelle de temps beaucoup plus courte, ~25 ans; e.g., Lindsey et al., 2018), et semble liée à la divergence due au fait que l'arc Himalayen est courbe (Armijo et al., 1986). ☞

Références

- Ansberque, C., Bellier, O., Godard, V., Lasserre, C., Wang, M., Braucher, R., Talon, B., de Sigoyer, J., Xu, X., Bourles, D., 2016. The Longriku fault zone, eastern Tibetan Plateau: segmentation and Holocene behavior. *Tectonics* 35. <https://doi.org/10.1002/2015TC004070>.
- Armijo, R., Tapponnier, P., Mercier, J. L., Han, T. L., 1986. Quaternary extension in southern Tibet: Field observations and tectonic implications. *Journal of Geophysical Research*, 91, 13,803 – 13,872.
- Bai, M., Chevalier, M.L., Wang, S., Pan, J., Leloup, P.H., Replumaz, A., Li, K., Wu, Q., Liu, F., Li, H., Zhang, J. Late Quaternary slip-rates along the Moxi and Zheduotang segments of the SE Xianshuihe fault, eastern Tibet, and geodynamic implications; **in review**
- Bai, M., Chevalier, M.L., Pan, J., Replumaz, A., Leloup, P.H., Métois, M., Li, H., 2018. Southeastward increase of the late Quaternary slip-rate of the Xianshuihe fault, eastern Tibet. *Geodynamic and seismic hazard implications; Earth and Planetary Science Letters*, 485, 19-31, [doi:10.1016/j.epsl.2017.12.045](https://doi.org/10.1016/j.epsl.2017.12.045).
- Chevalier, M.L., Leloup, P.H., Replumaz, A., Pan, J., Liu, D., Li, H., Gourbet, L., Métois, M., 2016. Tectonic-geomorphology of the Litang fault system, SE Tibetan Plateau, and implication for regional seismic hazard ; *Tectonophysics*, 682, 278-292, [doi:10.1016/j.tecto.2016.05.039](https://doi.org/10.1016/j.tecto.2016.05.039).
- Chevalier, M.L., Leloup, P.H., Replumaz, A., Pan, J., Métois, M., Li, H., 2017. Temporally constant slip-rate along the Ganzi fault, NW Xianshuihe fault system, eastern Tibet; *Geological Society of America Bulletin*, [doi:10.1130/B31691.1](https://doi.org/10.1130/B31691.1).
- Chevalier, M.L., Tapponnier, P., van der Woerd, J., Leloup, P.H., Wang, S., Pan, J., Bai, M., Kali, E., Liu, X., Li, H., 2020. Late Quaternary Extension Rates Across the Northern Half of the Yadong-Gulu Rift – Implication for East-West Extension in Southern Tibet; *Journal of Geophysical Research* 125, e2019JB019106, [doi:10.1029/2019JB019106](https://doi.org/10.1029/2019JB019106).
- Gan, W., Zhang, P., Shen, Z., Niu, Z., Wang, M., Wan, Y., Zhou, D., Cheng, J., 2007. Present-day crustal motion within the Tibetan Plateau inferred from GPS measurements. *Journal of Geophysical Research*, 112, B08416. <https://doi.org/10.1029/2005JB004120>
- Pan, J., Li, H., Chevalier, M.L., Bai, M., Liu, F., Liu, D., Zheng, Y., Lu, H., Zhao, Z. 2020. A newly discovered active fault on the Selaha-Kangding segment along the SE Xianshuihe fault: the South Mugecuo fault; *Acta Geologica Sinica*, 94, 11, 3178-3188, [doi:10.19762/j.cnki.dizhixuebao.2020196](https://doi.org/10.19762/j.cnki.dizhixuebao.2020196).
- Lindsey, E. O., Almeida, R., Mallick, R., Hubbard, J., Bradley, K., Tsang, L. L. H., et al., 2018. Structural control on downdip locking extent of the Himalayan megathrust. *Journal of Geophysical Research*, 123, 5265–5278. [doi:10.1029/2018JB015868](https://doi.org/10.1029/2018JB015868).
- Wang, W., Qiao, X., Yang, S., Wang, D., 2017. Present-day velocity field and block kinematics of Tibetan Plateau from GPS measurements. *Geophysical Journal International*, 208, 1088-1102. <https://doi.org/10.1093/gji/ggw445>
- Wang, M., Shen, Z., 2020. Present-day crustal deformation of continental China derived from GPS and its tectonic implications. *Journal of Geophysical Research*, 125, e2019JB018774. [Doi:10.1029/2019JB018774](https://doi.org/10.1029/2019JB018774).
- Wang, S., Chevalier, M.L., Pan, P., Bai, M., Li, K., Li, H., Wang, G., 2020. Quantification of the late Quaternary activity of the Yadong rift, southern Tibet; *Tectonophysics*, [doi:10.1016/j.tecto.2020.228545](https://doi.org/10.1016/j.tecto.2020.228545).



■ Figure 3 : Pic du Gongga Shan (7756 m)

Technologie laitière, consommation des laitages et conceptions de la santé intestinale et du monde microbien en Mongolie

par Sandrine Ruhlmann¹

Une collaboration avec une spécialiste en anthropologie génétique du laboratoire Éco-anthropologie (UMR7206, CNRS, MNHN, Paris 7)



Sandrine Ruhlmann, anthropologue, est chargée de recherche du CNRS depuis 2016 (UMR8173, CNRS, EHESS, Paris). **Spécialiste des techniques et des pratiques alimentaires des Mongols depuis 20 ans**, elle étudie la **gestion des maladies animales** depuis 2013, en collaboration notamment avec **F. Keck** du **Laboratoire d'anthropologie sociale**.

Dans le cadre d'une collaboration plus récente avec l'équipe Éco-anthropologie (UMR7206, CNRS, MNHN), Sandrine Ruhlmann et la spécialiste en anthropologie génétique **Laure Ségurel** ont mené une enquête préparatoire en Mongolie, dans la province du Töv, auprès de six familles d'éleveurs nomades sur **les techniques de transformation du lait et les pratiques de consommation des produits laitiers** (financement ANR, projet « Microregal » porté par L. Ségurel). L'objectif était de relever le type et la quantité de produits laitiers produits et consommés par jour et par personne et de questionner chacun sur sa digestion des produits, notamment sur ses maux de ventre et la qualité de ses selles. Elles ont interrogé tous les membres des familles, hommes et femmes, adultes et enfants, sur la consommation et la digestion des laitages aux différents âges de la vie d'un humain : toute petite enfance, enfance, adolescence, adulte.



■ Photo de S. Ruhlmann (Töv, juillet 2019)



■ Photo de S. Ruhlmann (Töv, juillet 2019)

La relation homme-animal-microbe en milieu steppique

Cette enquête préparatoire a pour objectif de mener prochainement **une enquête pluridisciplinaire (ethnologie, génétique, biologie) avec une équipe franco-mongole** (CNRS, MNHN, l'Université nationale mongole des sciences médicales) sur le **microbiote intestinal humain** en relation avec la consommation des produits laitiers et la capacité des individus à digérer le lactose (persistance de la lactase), à partir d'une collecte de données biologiques (salive, excrément). Il s'agit en fait d'une **étude éco-bio-anthropologique** de la relation homme-animal-microbe en milieu steppique.

Cette collaboration a permis à l'anthropologue Sandrine Ruhlmann de travailler autrement sur le terrain et d'enrichir ses données sur **la technologie laitière**

et les produits laitiers collectés depuis 20 ans dans d'autres provinces de Mongolie. Travailler avec une spécialiste en anthropologie génétique lui a fait considérer des questions de mesure du lait (quantification des litres de lait trait, selon qu'ils sont réservés à la vente, à la consommation domestique, à la consommation des visiteurs) et la nature des produits laitiers préparés et consommés (propriétés, bactéries).

Cette collaboration lui permet également d'appréhender l'alimentation et les produits alimentaires sous un nouvel angle : celui de **la santé humaine et animale** et celui **du monde microbien**. C'est ainsi qu'elle étudie la chaîne alimentaire mongole d'éleveurs nomades (acquisition, préparation, stockage, conservation, consommation, digestion) sous l'angle de la relation avec les microbes, pour comprendre la conception mongole de ces entités invisibles à l'œil nu présents dans l'environnement, l'alimentation et l'intestin. ☘

¹Anthropologue (Études mongoles – Alimentation – Techniques – Monde microbien – Santé humaine et animale) ; Chargée de recherche CNRS (UMR 8173) – EHESS ; Collaboratrice du laboratoire Éco-anthropologie CNRS – MNHN – Paris 7 (UMR 7206)

<http://umr-ccj.ehess.fr/index.php?1051>

<https://www.ecoanthropologie.fr/fr/annuaire/ruhlmann-sandrine-8658>

<https://etudesmongolesetsiberiennes.fr/reseau/>

Recherche en équipe à Hongkong sur l'obésité

Par Malika Arhatte¹



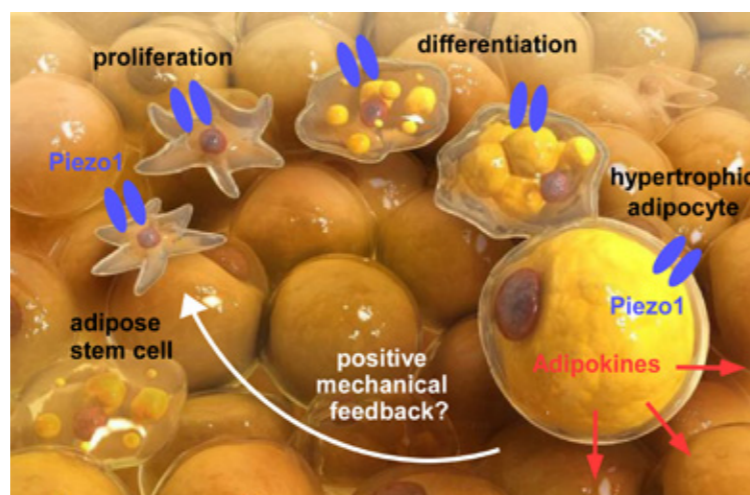
Malika Arhatte est ingénieure d'étude à l'Université Côte d'Azur (Nice-Sophia Antipolis) au sein de l'Institut de Pharmacologie Moléculaire et Cellulaire (UMR 7275, Valbonne). Elle a eu l'opportunité de se rendre à Hong Kong à deux reprises dans le cadre d'une collaboration avec l'Université de Hong Kong (The University of Hong Kong, HKU). Ce projet est financé par Campus France et The Human Frontier Science Program (HFSP), impliquant plusieurs équipes internationales dont le laboratoire du Professeur **XU Aimin** à Hong Kong (State Key Laboratory of Pharmaceutical Biotechnology).

« Le programme de recherche concerne les bases moléculaires et cellulaires de l'obésité. Notre groupe étudie les propriétés biophysiques et pharmacologiques des protéines transmembranaires perméables aux ions (canaux ioniques). »

De l'échelle moléculaire à la physiologie intégrative

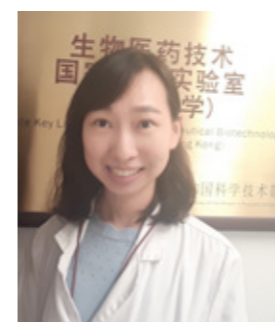
Nous avons montré que le canal ionique mécano-sensible **Piezo1** est fortement exprimé dans les cellules adipeuses (cellules souches et adipocytes). Nous avons postulé un rôle du stress mécanique dans l'obésité, impliquant Piezo1. Afin de tester cette hypothèse, nous avons généré des modèles murins d'inactivation de Piezo1 dans les adipocytes matures ou les précurseurs adipocytaires. En collaboration avec le laboratoire du **Dr XU**, nous explorons le rôle fonctionnel de Piezo1 dans le tissu adipeux au cours de l'obésité.

Notre travail va de l'échelle moléculaire à la physiologie intégrative en utilisant une variété de méthodes expérimentales (biologie moléculaire, transgénèse, culture cellulaire, biochimie, biophysique, imagerie, ect...). La complémentarité de nos équipes permet de combiner l'expertise de chacun afin de répondre à une question commune.



Notre laboratoire est expert dans le domaine de la **biophysique des canaux ioniques mécano-sensibles**, tandis que le laboratoire du Dr XU (HKU) étudie la **physiopathologie de l'obésité**. Cette collaboration permettra d'envisager de nouvelles perspectives pour la lutte contre l'obésité et le syndrome métabolique associé.

De nouvelles approches expérimentales



■ Dr Baile WANG, *postdoctoral fellow, State Key Laboratory of Pharmaceutical Biotechnology, HKU.*

Lors de mon premier séjour à Hong Kong en avril 2019, j'ai travaillé en collaboration avec une chercheuse postdoctorante, le **Dr WANG Baile**. J'ai notamment participé **aux mesures des paramètres physiologiques** des souris invalidées pour Piezo1.

Le laboratoire du Dr XU dispose d'une plateforme d'exploration comportementale et fonctionnelle permettant le suivi et l'enregistrement simultané non-invasif de la prise alimentaire et hydrique, de l'activité locomotrice et de la dépense énergétique. L'animal est hébergé dans une cage métabolique sur laquelle peut s'adapter différents modules de mesure et de traitement des données. J'ai également pu échanger avec les membres de l'équipe dont le **Dr Hannah HUI**, avec qui je collabore actuellement sur un second projet concernant **le rôle du stress du réticulum endoplasmique au cours de l'obésité**. Ainsi mon séjour m'a permis non seulement de me familiariser avec de nouvelles approches expérimentales, mais aussi d'initier de futures collaborations.

L'avancée de notre projet m'a amené à effectuer un second séjour à Hong Kong en octobre 2019, afin d'apprendre **la technique d'isolation et de culture de cellules souches mésenchymateuses**. Ce stage m'a permis de ramener dans notre laboratoire les techniques apprises à Hong Kong.



■ Dr LI Dahui, *postdoctoral fellow State Key Laboratory of Pharmaceutical Biotechnology, HKU.*

Cette interaction avec l'université de Hong Kong est renforcée par l'**accueil d'étudiants chinois** dans notre laboratoire. En septembre 2018, nous avons accueilli **LI Dahui**, une étudiante en thèse du laboratoire du Dr XU, pour une période de six mois. Dahui a bénéficié du programme Campus France visant à promouvoir à l'étranger le système d'enseignement supérieur et de formation professionnelle français. J'ai assuré son encadrement technique durant son séjour dans notre laboratoire et Dahui a soutenu sa thèse le 19 septembre dernier. Je suis heureuse d'avoir pu participer à sa formation.

Outre les impressionnantes infrastructures et les technologies de pointes dont dispose le laboratoire du Dr XU, je retiens aussi la bienveillance et l'accueil chaleureux de tous les membres de l'équipe. J'espère que notre collaboration sera longue et que nous pourrions prochainement renouveler cette expérience particulièrement agréable et fructueuse. ☘



■ **Dr XU Aimin**, *Chair Professor and Director, State Key Laboratory of Pharmaceutical Biotechnology, HKU* ; **Dr WANG Yu**, *professor and principle investigator State Key Laboratory of Pharmaceutical Biotechnology* ; **Dr Hannah HUI**, *principle investigator State Key Laboratory of Pharmaceutical Biotechnology* ; **Dr WANG Baile**, *postdoctoral fellow State Key Laboratory of Pharmaceutical Biotechnology* ; **Malika Arhatte**, UMR7275 IPMC.

¹IPMC Institut de Pharmacologie Moléculaire et Cellulaire UMR7275 CNRS/Université Côte d'Azur, groupe de mécanobiologie moléculaire et intégrative (Eric Honoré) (INSB)

Présentation des lauréats du programme de bourses postdoctorales « CNRS - K.C. Wong Postdoctoral Fellowships » 2021

En dépit de l'épidémie de Covid-19, la Fondation K.C. Wong à Hong Kong et le CNRS poursuivent leur programme post doctoral « CNRS – K.C. Wong Postdoctoral Fellowships » qui permet à des jeunes chercheurs chinois d'effectuer un stage de un an dans nos structures conjointes de recherche (IRN, IRP, IRL).

Cette année, pour la 7^{ème} édition du programme, quatre chercheurs chinois seront de nouveau accueillis au sein de nos laboratoires en France. Cet article présente brièvement le profil des lauréats 2020-2021 et leurs projets de recherche. Nous leur souhaitons un séjour scientifique fructueux et remercions les équipes des laboratoires conjoints de leur participation à ce programme.



Mme JIAO Mingyang (焦明扬)

Institut chinois : Shandong Energy Research Institute ; Qingdao Institute of Biomass Energy and Processes, Chinese Academy of Sciences (CAS)¹

Institut d'accueil en France : l'Institut de Catalyse et de Chimie du Solide de Lille – Laboratoire VAALBIO (Valorisation des alcanes et de la biomasse UMR 8181)

Structure conjointe CNRS : E2P2L

Encadrants : Sébastien Paul (VAALBIO) ; Stéphane Streiff (E2P2L)

Thématique scientifique étudiée: Catalyse industrielle ; préparation de nano-catalyseurs ; modélisation.

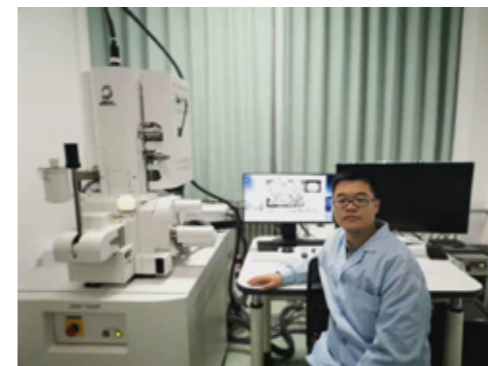
Axes de recherche du projet :

Contrairement à de nombreux catalyseurs industriels actuels, qui nécessitent généralement des décennies de cycle de développement, la combinaison des **technologies de criblage à haut débit** (HTE) et de **l'intelligence artificielle** (IA) devrait permettre de gagner beaucoup de temps dans le développement de catalyseurs industriels.

JIAO Mingyang a participé aux recherches du **laboratoire E2P2L** (*Eco-Efficient Products and Processes Laboratory*) axé sur la recherche et le développement de nouveaux produits et procédés éco-efficients (**chimie durable, chimie verte, conception de catalyseurs et développement de procédés**), unité basée à Shanghai et dirigée par le professeur Stéphane Streiff.

Lauréate du **programme de bourses postdoctorales de la Fondation KC WONG et du CNRS**, JIAO Mingyang effectuera un séjour scientifique au sein de l'équipe **VAALBIO** (Valorisation des alcanes et de la biomasse UMR 8181) dirigée par le Professeur **Sébastien Paul** à l'Institut de Catalyse et de Chimie du Solide de Lille. L'équipe mènera des travaux de recherche pertinents dans le domaine de **la catalyse pour les réactions d'hydrogénation industrielle** en s'appuyant sur les technologies HTE et IA.

¹ 山东能源研究院；中国科学院青岛生物质能源与过程研究所



M.PENG Peng (彭鹏)

Institut chinois : Laboratoire d'État pour le traitement du pétrole brut de l'Université chinoise du pétrole (Chine de l'Est)² ; State Key Laboratory of Heavy Oil Processing, China University of Petroleum (East China)

Institut d'accueil en France : Laboratoire Catalyse et Spectrochimie (CNRS/UMR 6506-LCS) Université Normandie Caen (EN-SICAEN)

Structure conjointe CNRS : IRP ZEOLITES

Encadrant : DR Svetlana Mintova (LCS-ZEOLITES)

Thématique scientifique étudiée : Synthèse et application de MFI nanométrique avec des structures mésoporeuses intracristallines en catalyse.

Axes de recherche du projet :

Les **zéolithes bifonctionnelles** contenant des métaux combinant deux composants sont des matériaux importants pour les **applications environnementales et la catalyse**. Il existe **encore de nombreux obstacles** pour une meilleure intégration du catalyseur bifonctionnel métal-zéolite. D'une part, les nanoparticules métalliques ne peuvent être supportées que sur la surface externe des composants zéolithiques³. D'autre part, l'isomérisation squelettique nécessite des sites actifs acides plus accessibles car les produits doivent pouvoir se désorber rapidement pour éviter des réactions secondaires telles que le craquage.

Une approche alternative consiste à envisager l'**immobilisation de nanoparticules métalliques** au sein de la mésostructure intracristalline de zéolithes nanométriques.

Du point de vue de l'ingénierie des réactions chimiques, les zéolithes hiérarchiques nanométriques avec des métaux encapsulés sont considérées comme un catalyseur microstructuré idéal. Par conséquent, le projet sera axé sur (i) la **synthèse**, (ii) la **caractérisation** in situ et (iii) les **applications catalytiques** de zéolithe de type MFI nanométrique avec des structures mésoporeuses intracristallines.

L'**interrelation entre les paramètres de synthèse**, les **propriétés physico-chimiques** et les **performances catalytiques** de ces matériaux sera étudiée et discutée rationnellement.

L'IRP ZEOLITES met l'accent sur le **développement de la synthèse de matériaux microporeux** et sur des approches nouvelles de caractérisations, par microscopie et par spectroscopie, pour la compréhension fondamentale des mécanismes de nucléation-croissance de ces matériaux.

² 中国石油大学（华东）重质油国家重点实验室

³ Ces nanoparticules maintiennent une tendance plus élevée à s'agréger via la maturation d'Ostwald, la migration des particules et la coalescence, ce qui provoque une dégradation de l'activité de réaction.



M. WANG Hai Feng (王海峰)

Institut chinois :

LAMOST- Centre des méga-sciences astronomiques des observatoires astronomiques nationaux de l'Académie des sciences de Chine (NAOC).

*LAMOST Fellow of Center for Astronomical Mega-Science and National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences (CAS)*⁴

Institut d'accueil en France : Observatoire de Paris

Structure conjointe CNRS : **IRP TIANGUAN** (ex LIA ORIGIN)

Encadrants : DR Francois Hammer et DR Yanbin Yang

Thématique scientifique étudiée : les origines de la Voie lactée et la cosmologie en champ proche, l'astronomie stellaire dans le domaine temporel, les méga-données astronomiques et simulations numériques.

Axes de recherche du projet :

Avec les grandes missions spatiales astrométriques (ex : GAIA, APOGEE, 4MOST, WEAVE, ...) ⁴, nous entrons dans un âge d'or pour **étudier la formation et la structure de notre galaxie**. La Voie lactée est un système dynamique qui s'est construit et s'est développé en lien avec son environnement stellaire, le Groupe local. Les perturbations qui ont façonné notre galaxie ont laissé des traces (chimique, cinématique et dynamique) qui témoignent de son histoire ⁵.

Le **télescope optique LAMOST** conçu pour effectuer la spectroscopie de grandes portions du ciel apportera une aide à la compréhension des **origines de la Voie lactée** et nous aidera également à enrichir nos connaissances sur la **dynamique galactique et la matière sombre**.

C'est dans ce contexte et avec cet objectif que **Wang Haifeng** s'apprête à rejoindre l'Observatoire de Paris pour y **étudier l'interaction de notre galaxie avec des structures du Groupe local** à l'aide notamment de la simulation numérique et des données de la mission astronomique GAIA.

⁴ Ex : Mission GAIA consacrée à la mesure de la position, de la distance et du mouvement des étoiles, développée par l'Agence spatiale européenne (ESA) ; le catalogue APOGEE et les projets futurs tels que 4MOST, WEAVE, etc.

⁵ *Our home galaxy is a typical dynamic systems that are perturbed by bars, spiral structures, warp, giant molecular clouds, dark matter sub-halos, Gaia-Sausage-Enceladus, Sagittarius, LMC, SMC, tidally disrupt satellite galaxies and so on. These processes will leave behind some imprints on stars, demonstrating abundant population structures dominated by dynamics and Galactoseismology signals.*



M. JIN Min (金敏)

Institut chinois : *Third Institute of Oceanography, Ministry of Natural Resources/ State Key Laboratory Breeding Base of Marine Genetic Resource*⁶

Post-doc, professeur associé au Laboratoires d'État de ressources génétiques marines, troisième institut d'Océanographie, Xiamen, Fujian

Institut d'accueil en France : : Laboratoire de Microbiologie des Environnements Extrêmes LM2E-UMR 6197 UBO-Ifremer-CNRS

Structure conjointe CNRS : l'IRP **MicrobSea** ;

<http://en.tio.org.cn:9090/web/internation/internation-overview.html>

Encadrants : Karine Alain (Directrice française de l'IRP MicrobSea) / Mohamed Jebbar Directeur du LM2E (UMR 6197 / UBO-Ifremer-CNRS) ; Dr. Claire Geslin Enseignant-chercheur en microbiologie et virologie marine au LM2E

Thématique scientifique étudiée : Diversité des virus de l'environnement marin et recherche sur l'écologie des virus, sur les mécanismes d'interaction virus-hôte marin, développement et utilisation d'enzymes extrêmes microbiennes marines.

Axes de recherche du projet :

JIN Min rejoindra l'équipe du **Laboratoire de Microbiologie des Environnements Extrêmes (LM2E / UBO-Ifremer-CNRS)** pendant un an pour étudier au niveau moléculaire les interactions du virus hôte à partir de modèles d'événements hydrothermaux en eaux profondes.

En collaboration avec le Dr Claire Geslin, il s'intéressera en particulier au rôle de certaines protéines dans le cycle cellulaire viral, en interaction avec l'hôte cellulaire microbien.

Cette recherche s'inscrit dans le cadre des actions de **L'IRP MicrobSea**, basée à Xiamen (Sud de la Chine), et dont les études visent à appréhender la diversité et la biologie des microorganismes des sources hydrothermales océaniques profondes – avec un effort particulier sur la culture de microorganismes encore non cultivés – et à mieux comprendre le fonctionnement de cet écosystème singulier, depuis l'échelle écosystémique jusqu'à l'échelle moléculaire.

⁶ 自然资源部第三海洋研究所 (简称海洋三所) / 海洋生物遗传资源重点实验室

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 avril 2021

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



Le sommet sur la biodiversité, COP15, reporté à octobre 2021

(20-03-2021) Le sommet des Nations Unies sur la conservation de la biodiversité (COP 15), chargé de donner un cadre mondial et d'identifier des objectifs de protection de la biodiversité jusqu'en 2030, est finalement programmé du 11 au 24 octobre 2021 à Kunming.

— Source : Chinadaily

Essais cliniques du 3e vaccin COVID-19 de Sinopharm

(11-04-2021) Le nouveau vaccin recombinant COVID-19, développé par le National Vaccine & Serum Institute, un centre de R&D de la filiale de Sinopharm, *China National Biotec Group (CNBG)*, aurait obtenu l'approbation de la *National Medical Products Administration*. Ce vaccin utilise le génie génétique, pour produire des copies de la protéine S du virus, afin d'induire des anticorps.

Des récifs artificiels pour améliorer l'écologie maritime

(09-04-2021) Un projet impliquant le placement de récifs marins artificiels a été lancé sur l'île de Hainan. 870 récifs artificiels vont être placés dans le parc marin pour restaurer l'écologie marine. Selon les données officielles, le taux de couverture du corail vivant dans le parc marin de l'île de Wuzhizhou est passé de moins de 15% en 2010 à plus de 23% en 2021.

Complétez votre information sur nos différents supports



Consultez notre [site web](#) et découvrez les coopérations du CNRS en Chine avec la [carte interactive](#) :

<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 actualités, leurs projets, des dossiers thématiques, des analyses, etc.



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

Responsables de publication :
Philippe Arnaud / Karine XIE
Graphisme et mise en page : LI Xin
Contact : karine.xie@cnrs.fr

