



**HAL**  
open science

## Veille scientifique et Technologique du service scientifique du consulat général de France à Hong Kong

Frédéric Bretar

► **To cite this version:**

Frédéric Bretar. Veille scientifique et Technologique du service scientifique du consulat général de France à Hong Kong. [0] Consulat Général de France à Hong Kong. 2018. hal-01799657v1

**HAL Id: hal-01799657**

**<https://hal.science/hal-01799657v1>**

Submitted on 25 May 2018 (v1), last revised 9 Aug 2019 (v2)

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Veille Scientifique et Technologique

## Hong Kong

sous la direction de

**Dr. Frédéric BRETAR**

2017 – 2018

---

<b>Gabriel BENET</b>	chargé de mission
<b>Vincent de BRIX</b>	chargé de mission
<b>Justine ONG</b>	chargée de mission
<b>Simon MULLER</b>	chargé de mission

---



*Compilé le 25 mai 2018 à Hong Kong sous L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X*



# Table des matières

<b>1</b>	<b>Politique de recherche et universités</b>	<b>9</b>
1.1	Hong Kong et ses universités d'excellence	9
1.1.1	Introduction	9
1.1.2	Une internationalisation largement tournée vers la Chine continentale	10
1.1.3	Quelle stratégie pour la recherche universitaire ?	10
1.1.4	Les universités hongkongaises mises aux défis de la valorisation et de l'impact sociétal	11
1.2	Les coopérations scientifiques entre universités hongkongaises et institutions chinoises : le programme RGC-NFSC	13
1.2.1	Des coopérations de fait	13
1.2.2	Le programme NFSC-RGC entre 2012 et 2015	13
1.3	Projets ANR-RGC Hong Kong : le cru 2016	15
1.3.1	AIE-Nanopoly : Nanostructures polymères avec des propriétés d'émission induite par agrégation pour l'imagerie biologique et le relargage de principes actifs	15
1.3.2	BigMO : Big Multiobjective Optimization	17
1.3.3	SEA-M : Impact des échanges Air – Mer sur la qualité de l'air des mégapoles côtière	18
1.4	Projets ANR-RGC Hong Kong : le cru 2017	19
1.4.1	PACifiC : Prévalence, caractéristiques et génétique d'Escherichia coli adhérent invasif dans la maladie de Crohn	19
1.4.2	SynTrack : Libération des neurotransmetteurs et des récepteurs pendant la transmission synaptique : visualisation en temps réel	20
1.4.3	MILAGaN : Laser à microdisques GaN pompés électriquement pour l'éclairage à l'état solide	21
<b>2</b>	<b>Innovation</b>	<b>23</b>
2.1	L'innovation à Hong Kong, de quoi parle-t-on ?	23
2.1.1	Pourquoi l'observation du système d'innovation du SAR de Hong Kong est-elle une priorité pour notre diplomatie ?	23
2.1.2	Est-ce que ce système est le résultat d'une stratégie locale ou le produit du dynamisme local ?	23
2.1.3	En deux mots, comment fonctionne le système ?	24
2.1.4	Quels sont ses forces et ses faiblesses ?	25
2.2	2017 : Hong Kong récompense ses start-ups	25
2.3	Publication de la feuille de route « Smart City » de Hong Kong	26
2.3.1	Smart Mobility	27
2.3.2	Smart Living	27

2.3.3	Smart Environment . . . . .	27
2.3.4	Smart People . . . . .	28
2.3.5	Smart Government . . . . .	28
2.3.6	Smart Economy . . . . .	28
<b>3</b>	<b>Sciences biomédicales</b>	<b>31</b>
3.1	La recherche biomédicale à Hong Kong via le « Theme-based Research Scheme » . . . . .	31
3.1.1	Recourir à la génomique pour mieux dépister le cancer . . . . .	31
3.1.2	Combattre les maladies cardiovasculaires . . . . .	32
3.1.3	Identifier les facteurs génétiques associés à la discopathie . . . . .	33
3.1.4	Combattre les troubles du systèmes nerveux . . . . .	33
3.2	Hong Kong, Territoire à la pointe de la recherche sur les maladies infectieuses . . . . .	34
3.2.1	A l'université de Hong Kong (HKU) . . . . .	34
3.2.2	A la Chinese University of Hong Kong (CUHK) . . . . .	36
3.2.3	Ailleurs à Hong Kong . . . . .	37
3.3	Le système de santé à Hong Kong . . . . .	37
3.3.1	Un système de santé qui semble performant . . . . .	37
3.3.2	Des défis majeurs pour renforcer la performance du système de santé . . . . .	40
3.4	Neurosciences : Hong Kong et la cartographie du cerveau . . . . .	42
3.4.1	Disséquer les circuits neuronaux du cerveau . . . . .	42
3.4.2	La course des mégaprojets de cartographie du cerveau . . . . .	43
3.4.3	La place de Hong Kong . . . . .	43
3.5	Les biotechnologies à Hong Kong : Hong Kong, la Chine, le monde? . . . . .	44
3.5.1	Les biotechnologies, rappels . . . . .	44
3.5.2	Un démarrage tardif à Hong Kong . . . . .	45
3.5.3	La place du Hong Kong Science and Technology Park . . . . .	46
3.5.4	Hong Kong, une porte vers la Chine ? . . . . .	48
3.5.5	Un défi : attirer les investissements privés . . . . .	49
3.6	Une équipe de chimistes de la University of Hong Kong améliore la synthèse de molécules anti-cancéreuses prometteuses . . . . .	49
3.7	L'alimentation nocturne pourrait doubler les risques de développement du cancer du sein . . . . .	51
3.8	Résistance aux antibiotiques : la région de Hong Kong mobilisée face aux difficultés . . . . .	52
3.9	Le cytomégalovirus humain, un virus qui coopère avec le VIH . . . . .	55
3.10	à Hong Kong, le comité consultatif sur le SIDA publie ses recommandations stratégiques pour 2017-2021 . . . . .	57
3.10.1	Retour sur les chiffres du VIH/Sida à Hong Kong et projections . . . . .	58
3.10.2	De nouveaux objectifs chiffrés . . . . .	58
3.10.3	Des difficultés persistantes et de nouvelles tendances . . . . .	59
3.11	Une molécule issue du Justicia à feuilles de saule prometteuse dans la lutte contre le VIH . . . . .	59
3.12	Des nanoparticules utilisées pour combattre les maladies neurodégénératives . . . . .	61
3.13	Des chercheurs hongkongais améliorent la théranostic de la maladie d'Alzheimer . . . . .	62
3.14	Les vaisseaux sanguins sensibles à l'oxyde nitrique? . . . . .	64
3.15	Une équipe de scientifiques hongkongais se penche sur la technologie de l'endoscopie digestive . . . . .	66
3.16	Accélération de l'épidémie de grippe aviaire H7N9 en Chine : des chercheurs hongkongais identifient une nouvelle mutation . . . . .	68
3.17	Surveillance du virus de la grippe aviaire A(H7N9) en Chine : le Pôle de Recherche Pasteur de l'Université de Hong Kong toujours mobilisé . . . . .	69

3.17.1	Virus de la grippe aviaire A(H7N9) et vagues épidémiques . . . . .	69
3.17.2	Une nouvelle souche "hautement pathogénique" . . . . .	70
3.18	Les chercheurs hongkongais découvrent un nouveau véhicule pour le ciblage thérapeutique	72
<b>4</b>	<b>Sciences de l'Ingénieur et des matériaux</b>	<b>75</b>
4.1	L'amortisseur intelligent . . . . .	75
4.2	Un "méta-matériau" pour filtrer les ondes sismiques destructrices et protéger les bâtiments	76
4.3	Un alliage de magnésium pour les implants médicaux biodégradables ultra résistants . . .	79
4.4	Des LED plus économiques, plus lumineuses et plus durables, c'est possible ! . . . . .	81
4.5	Avancées hongkongaises pour les semi-conducteurs nanofibres . . . . .	82
4.6	Des chercheurs hongkongais construisent des nanocomposites pour la maintenance prédictive . . . . .	83
4.6.1	Des nanocomposites sensibles aux ultrasons . . . . .	83
4.6.2	...Compétitifs et légers . . . . .	84
4.6.3	... Intégrables en réseau . . . . .	85
4.7	Stockage de l'énergie : des chercheurs Hongkongais améliorent la capacité des batteries à flux . . . . .	86
4.8	Une surface propre à jamais : est-ce possible ? c'est possible . . . . .	88
4.8.1	La nature, une source d'inspiration . . . . .	88
4.8.2	Une méthode de fabrication innovante . . . . .	90
4.9	La chimie hongkongaise du phosphore noir . . . . .	91
<b>5</b>	<b>Sciences de l'environnement</b>	<b>93</b>
5.1	Politique du gouvernement HongKongais sur le climat et la protection de la biodiversité . . .	93
5.1.1	Plan d'actions 2030+ de Hong Kong pour le climat . . . . .	93
5.1.2	Plan d'actions pour la protection de la biodiversité locale . . . . .	95
5.2	Éléments sur l'économie de l'environnement à Hong Kong . . . . .	96
5.3	Des chercheurs hongkongais découvrent sur Mars des minéraux similaires aux fonds marins terrestres . . . . .	97
5.3.1	Les premières remontées aux origines . . . . .	97
5.3.2	La composition des minéraux, un élément clé . . . . .	97
5.4	Surveiller et Prédire les typhons à Hong Kong . . . . .	99
<b>6</b>	<b>Transports</b>	<b>103</b>
6.1	A Hong Kong, les véhicules électriques sont encore rares . . . . .	103
6.1.1	Entre consommation énergétique et pollution . . . . .	103
6.1.2	Des véhicules électriques présents, mais encore rares . . . . .	104
6.2	Hong Kong, territoire d'excellence pour la recherche ferroviaire . . . . .	105
6.2.1	La culture du rail, moteur et survie pour Hong Kong . . . . .	105
6.2.2	L'Université Polytechnique de Hong Kong, fleuron de la recherche ferroviaire à Hong Kong . . . . .	106
6.2.3	D'autres universités mises à contribution . . . . .	107
<b>7</b>	<b>FinTech</b>	<b>109</b>
7.1	Hong Kong et les « FinTech », l'ambition d'une Silikong Valley . . . . .	109
7.1.1	Un écosystème, un potentiel et une ambition . . . . .	109
7.1.2	L'action du gouvernement de la région administrative spéciale . . . . .	110
7.1.3	Une stratégie basée sur la spécialisation . . . . .	111
7.1.4	Présence française . . . . .	111



---

7.2	Fintech : Hong Kong développe une plateforme financière basée sur la technologie « blockchain » . . . . .	112
7.2.1	Un intérêt croissant pour les « blockchains » . . . . .	112
7.2.2	Le fonctionnement d'une blockchain : créer une base de données inaltérable . . . . .	112
7.2.3	Le projet de la HKMA : une démonstration avant une mise en application concrète ? . . . . .	113
<b>8</b>	<b>France HKUST Innovation Hub</b>	<b>115</b>
8.1	Lettre #1 - Septembre 2017 . . . . .	116
8.2	Lettre #2 - Décembre 2017 . . . . .	122
8.3	Lettre #3 - Mars 2018 . . . . .	127
8.4	Lettre #4 - Juin 2018 . . . . .	133

# Chapitre 1

## Politique de recherche et universités

### 1.1 Hong Kong et ses universités d'excellence

#### 1.1.1 Introduction

University of Hong Kong (HKU) et Chinese University (CUHK) ont été créés respectivement en 1911 et 1963. Au-delà de ces deux universités historiques, dès le début des années 1990, en anticipant les changements majeurs de l'économie chinoise et les besoins en formation de haut niveau qui en découleraient, Hong Kong s'est positionné comme centre d'excellence universitaire de la zone Asie. Pour cela, le gouvernement a créé et regroupé des établissements puis octroyé le statut d'« université » à six de ses établissements d'enseignement supérieur : Polytechnique University (PolyU – 1994 mais fondée en 1937), City University (CityU – 1994 mais fondée en 1984), Baptist University (HKBU – 1994 mais fondée en 1956), Lingnan University (LU – 1999 mais fondée en 1967), Education University (EdUHK – 2016 mais fondée en 1994), University of Science and Technology (HKUST – 1991). Ces huit universités, dont le chancelier est le Chef de l'Exécutif, sont financées sur fonds publics via le University Grant Council (UGC). Le budget 2015/2016 de l'UGC est de 19 Mds HKD ( 2.3 Mds €).

Hong Kong compte aujourd'hui près de 100 000 étudiants dans ces huit universités toutes disciplines et niveaux confondus, et propose des formations au meilleur niveau en médecine et santé pour 10% des effectifs, en sciences pour 15%, en ingénierie pour 20%, en commerce et management pour 19%, en arts & humanités pour 13%, en sciences sociales pour 13% et en sciences de l'éducation pour 8%. Sur ces 100 000 étudiants, 83% sont dans le cycle licence.

D'abord au service de la population hongkongaise, les universités de Hong Kong se sont très vite lancées dans la compétition internationale, pour des raisons stratégiques évidentes (attirer les meilleurs enseignants chercheurs, attirer les meilleurs élèves, rayonner scientifiquement, affermir son rôle pivot vers la Chine continentale), mais également par l'histoire du territoire lui-même et par la culture occidentale déjà très développée. Depuis une vingtaine d'années, le secteur de l'enseignement supérieur s'est très largement mondialisé, avec pour conséquence l'émergence d'une forte concurrence entre les établissements, mais également de nouvelles idées de gouvernance et de management inspirées du secteur privé. Depuis les années 2000, des classements internationaux ont fait leur apparition et ont suscité nombre de réformes dans le système d'enseignement supérieur. Les universités de Hong Kong ont été très agiles et se sont réformées afin d'atteindre, pour la plupart, le haut des classements internationaux les plus prestigieux :

- selon le classement 2018 du Times Higher Education au niveau mondial, HKU se classe au 40ème rang, HKUST au 44ème, CUHK au 58ème, CityU au 119ème et PolyU au 182ème.
- selon le classement QS Asia 2017, HKU se classe au 2ème rang, HKUST au 4ème, CityU au 7ème, CUHK au 8ème et PolyU au 29ème.

— selon le célèbre classement de Shanghai 2016, HKU, CityU, CUHK, HKUST, PolyU et HKBU figurent parmi les 500 premières universités au monde (22 universités françaises le sont).

Ces performances sont les conséquences concrètes de deux facteurs. Il s'agit d'abord de l'institutionnalisation des mécanismes d'assurance qualité. Sous l'égide de l'UGC, le Quality Insurance Council est chargé de veiller à ce que les universités fournissent aux étudiants le meilleur niveau d'enseignement et produisent une recherche de qualité afin d'atteindre et de se maintenir au meilleur niveau dans un contexte de compétition mondiale. Il s'agit ensuite des conséquences de l'implication du gouvernement dans l'enseignement supérieur qui a souhaité faire de Hong Kong une plateforme régionale de l'éducation. Cela n'a pas toujours été sans heurts, puisque certains projets de fusions (HKUST et CUHK en 2002, CUHK et EdUHK en 2007), soutenus par le gouvernement, n'ont pu finalement aboutir au nom de la défense de l'autonomie institutionnelle et de la liberté académique des universités.

### 1.1.2 Une internationalisation largement tournée vers la Chine continentale

Dans cette compétition internationale, attirer des talents étrangers et les former devient une priorité pour les universités, mais également pour le gouvernement de Hong Kong lui-même qui y voit une matérialisation de son positionnement comme pivot et porte d'entrée vers la Chine continentale, ainsi qu'une plateforme d'excellence sur la zone Asie. Cette politique est largement reprise dans les plans stratégiques des universités. A ce titre, l'évolution des effectifs d'étudiants chinois depuis 1997 est intéressante.

En 1996/1997, seuls 759 étudiants (soit 1% du nombre total d'étudiants au sein des 8 universités) venaient de Chine continentale et tous étaient impliqués dans des programmes de recherche (masters/doctorats). En 2006/2007, 5700 étudiants (soit 8% du nombre total d'étudiants à Hong Kong) provenaient de Chine continentale et comptaient pour la moitié des masters/doctorants dans les universités. En 2015/2016, 12000 étudiants (soit 12% du nombre total d'étudiants) provenaient de Chine continentale, 7000 au niveau licence, 5000 au niveau master/doctorat, mais surtout, ils comptabilisent 80% des masters/doctorants des universités hongkongaises. En 2016, il y avait moins de 1% d'étudiants étrangers non asiatiques et 3% étudiants asiatiques non chinois.

Cette politique d'« internationalisation » vers la Chine, souhaitée par le gouvernement et inscrite dans les priorités stratégiques de l'UGC porte ses fruits puisque la population d'étudiants chinois a été multipliée par 16 en 20 ans.

### 1.1.3 Quelle stratégie pour la recherche universitaire ?

Le gouvernement de Hong Kong, via l'UGC, a consacré en 2016 près de 19 Mds HKD au financement des universités. Presque 10% de cette somme est consacrée au financement de la recherche sous la forme de fonds récurrents de soutien à la recherche (infrastructure, employés) et d'appels à projets compétitifs. Le Research Grant Council (RGC) est l'opérateur principal du financement public de la recherche des universités dépendantes de l'UGC et gère lui-même une dotation de 2 Mds HKD depuis 2009 favorisant la stabilité de ses actions. En 2016-2017, le RGC a alloué près de 50% de ses ressources aux fonds récurrents en finançant 964 projets couvrant toutes les activités de recherche développées dans les universités pour un total de 600 MHKD (72 M€), le reste étant dédié à d'autres processus. Plusieurs sont significatifs de la stratégie de Hong Kong dans le domaine de la recherche universitaire.

Le RGC, à travers des mécanismes de cofinancement a mis en place plusieurs partenariats avec des agences de financement internationales. Citons par exemple l'accord engagé dès 1998 avec la National Natural Science Foundation, principale institution de financement de la recherche fondamentale en Chine continentale, pour laquelle le RGC s'implique à hauteur de 24 MHKD en 2016-17. Citons également l'accord très actif avec l'Agence National pour la Recherche (France) depuis 2012 qui prend en charge 3 projets par an à hauteur de 11 MHKD (1,3 M€). Enfin, depuis 2016, le RGC sécurise 9 MHKD (1,1

M€) pour le financement des équipes hongkongaises ayant intégré un projet européen lauréat H2020. Cette année, 4 projets ont été retenus.

Favoriser la recherche d'excellence et contribuer sur le long terme au développement de compétences de niveau international est allé de concert avec les modifications du paysage universitaire des années 1990. Sur une suggestion de l'UGC en 1996, a été mis en place dès 1998 un schème de financement pluriannuel, « Areas of Excellence », soutenant l'émergence de domaines d'excellence afin de s'affirmer face aux développements des capacités technologiques et universitaires de la Chine continentale, dans le contexte de la rétrocession. Ce mécanisme, proposant des financements sur une période de 5 à 8 ans, totalise pour les 5 projets lauréats de 2013 150 MHKD (18 M€), et 250 MHKD (30 M€) pour les 3 projets lauréats de 2017. Les thématiques concernent l'informatique (codage de réseaux), le secteur biomédical (cancer, les maladies neurodégénérative), la biologie (la chimie biologique, la génomique des plantes, la biogénèse organite), la physique (nouveaux matériaux, l'électronique), les sciences humaines (anthropologie historique de la société chinoise).

Financé par les recettes de sa dotation, le RGC a mis en place depuis 2011 un appel à projet thématique (Promouvoir la bonne santé, Développement d'un environnement durable, Améliorer la position stratégique de Hong Kong comme centre d'affaire, Recherches sociétales) financé à hauteur de 200 MHKD par an. En 2016-2017, 7 projets ont été financés (5 en 2015-2016, 4 en 2014-2015) :

- Génomique du cancer gastrique (36 MHKD), mécanismes de développement des cellules dans le cancer du foie (38 MHKD), analyse génétique pour la détection du cancer (40 MHKD)
- Eutrophication des eaux à Hong Kong (36 MHKD)
- Traitement des boues dans les grandes villes (32 MHKD)
- Connaître le citoyen numérique (28 MHKD)
- Système d'imagerie et de spectroscopie Terahertz (20 MHKD)

A cela, il convient d'ajouter les **12 laboratoires universitaires d'excellence hongkongais labélisés « State Key Laboratory » par le Ministère de la science et la technologie chinois (MOST)** et les financements conséquents associés. HKU en compte cinq (Brain and Cognitive Sciences, Emerging Infectious Diseases, Liver Research, Synthetic Chemistry, Pharmaceutical Biotechnology), HKUST héberge le SKL on Molecular Bioscience, CUHK en compte cinq (Agrobiotechnology, Oncology in South China, Phytochemistry and Plant Resources in West China, Digestive diseases, Synthetic Chemistry), HKBU héberge le SKL Environmental and Biological Analysis, PolyU le SKL Ultraprecision Machining Technology et CityU le SKL Millimeter waves.

#### 1.1.4 Les universités hongkongaises mises aux défis de la valorisation et de l'impact sociétal

Le territoire de Hong Kong, conscient des mutations économiques locales, régionales et mondiales, est incité par le gouvernement central à consolider son rôle d'intermédiaire entre la Chine continentale et le reste du monde. Mais ce n'est pas suffisant et c'est là tout l'enjeu de la politique de ré-industrialisation du territoire portée par les autorités. Le gouvernement souhaite mettre toutes les forces vives au service de la redynamisation de l'économie, en faisant notamment émerger un écosystème d'innovation technologique performant, en poussant les universités à valoriser leur patrimoine intellectuel et à inciter les universitaires à augmenter l'impact sociétal de leurs recherches.

#### Valorisation et transferts de technologies

Transférer une technologie consiste à donner licence ou savoir-faire scientifiques et technologiques d'une organisation à une autre pour des développements complémentaires et une commercialisation. Les universités y sont poussées, notamment par l'UGC et ont déjà intégré ces objectifs dans leurs plans

stratégiques.

Toutes les universités financées par l'UGC se sont dotées d'un département de valorisation et de transfert de technologie. Plusieurs moyens sont utilisés pour nourrir ces transferts :

- encourager les chercheurs à déposer des brevets en leur affectant une partie plus ou moins importante des royalties,
- favoriser le développement de spin-off,
- créer des entités de valorisation propre à l'université comme la HKBU R&D Licensing Ltd. qui gère et fait fructifier la propriété intellectuelle de la Baptist University,
- soutenir le lancement de jeunes pousses innovantes en s'appuyant sur des fonds dédiés des universités comme le Innovation to Realization Funding Scheme de la CityU, le CityU Investment Fund, le Technology Startup Support Scheme for Universities (TSSSU) de la commission pour l'Innovation et la Technologie géré par les universités elles-mêmes,
- faire des partenariats avec les parcs de technologie de Hong Kong comme le Hong Kong Science and Technology Parc qui a des accords avec pratiquement toutes les universités, ou bien travailler sur des contrats de R&D avec des entreprises.

Pour l'année 2016, les revenus engendrés par la valorisation de la propriété intellectuelle restent encore modestes au vu de la taille des universités : 38 MHKD pour CUHK, 20 MHKD pour HKU, 5 MHKD pour HKUST, 4 MHKD pour PolyU et CityU. Néanmoins, les liens avec la Chine continentale sont vus comme un réservoir de valorisation et d'opportunités, c'est le sens des entités décentralisées de certaines universités de Hong Kong. CityU est par exemple présente à Shenzhen via le CityU Shenzhen Research Institute qui permet notamment de bénéficier de financements de la NSFC et de la municipalité de Shenzhen (223 projets actifs en 2016). Avec Chengdu, CityU a récemment créé le Center for Applied Computing and Interactive media et le Center for Innovative applications of Virtual Reality Technologies, autant de vitrines et d'actions de promotion pour la valorisation des recherches. Dans le domaine médical, PolyU a créé un Institute of Translational medicine avec la ville de Chongqing. HKUST, à travers le Guangzhou Fok Ying Tung Research Institute de Nansha qui est un centre de transfert de technologie et de commercialisation, peut accéder aux capacités du super ordinateur de Canton (le plus rapide au monde), HKUST est également présente à Shenzhen pour un programme de startups et d'incubation, ainsi qu'à Foshan avec le HKUST LED Technology Center (électronique).

### **Prendre en compte l'impact sociétal des recherches**

Parallèlement, le gouvernement et l'UGC demande aux universités, dans leurs projets de recherche, d'apporter un soin particulier aux impacts sociétaux des développements en soutien à la politique de re-industrialisation de Hong Kong. HKU a déjà intégré cette notion dans son plan stratégique décennal en adoptant la devise Internationalisation, Innovation, Interdisciplinarity for Impact. C'est un double mouvement consistant à faire prendre conscience à la population hongkongaise du potentiel de ses universités mais dans le même temps de faire entrer les scientifiques dans une logique responsabilisante vis-à-vis de l'utilisation de l'argent public. Cette logique utilitariste n'est d'ailleurs pas toujours bien comprise par le monde universitaire. L'impact sociétal aura une place particulièrement importante lors du prochain Research Assessment Exercise en 2020 (le dernier a eu lieu en 2014), qui aura pour but de mesurer et de mettre en évidence les domaines d'excellence des universités) et sera pondéré à 20% dans l'évaluation globale des résultats de recherche. Par ailleurs, l'UGC lancera en 2018 un nouveau schème, le Research Impact Fund financé à hauteur de 50 MHKD par an sur 3 ans, visant à encourager les recherches collaboratives à fort impact sociétal et la recherche translationnelle.

## 1.2 Les coopérations scientifiques entre universités hongkongaises et institutions chinoises : le programme RGC-NFSC

### 1.2.1 Des coopérations de fait

Les liens entre Hong Kong et la Chine continentale ne font que se renforcer. Liens économiques, technologiques, scientifiques, culturels et politiques, ce sont parfois des liens timides, contingentés par des impératifs de développement, ou des impératifs politiques, par des processus d'intégration régionale, comme la région de la rivière de Perles. A ces liens immatériels s'ajoutent des infrastructures bien réelles comme le point Zhuhai-Macao-Hong Kong et la liaison ferroviaire à grande vitesse reliant le centre de Hong Kong à Shenzhen en 23 minutes et Canton en 48 minutes. Cette intégration, voulue par certains, subie et contestée par d'autres entre progressivement dans le quotidien des hongkongais, le cadre d'intégration nationale chinois « One Belt, One road » ne faisant que renforcer le tout.

Le domaine de la coopération scientifique prend également ce chemin, bien que les universités hongkongaises restent très indépendantes et gérées selon des méthodes plus anglo-saxonnes que chinoises. Certaines ouvrent des campus en Chine continentale, sous la double motivation de l'accès sans entrave aux financements de recherche chinois et aux divers apports en nature que les municipalités sont enclin à concéder pour attirer les meilleures (terrains, bâtiments etc).

Outre le fait qu'une très large majorité des doctorants et post-doctorants sont issus de Chine continentale, il existe peu de mécanisme de canaux de coopération scientifique officiels entre Hong Kong et la Chine continentale. Citons le **Hong Kong Scholars Program**, initiative portée par la Society of Hong Kong Scholars, qui propose à 60 post-doctorants chinois par an d'effectuer leur recherche dans une des universités hongkongaises, leur salaire étant pris en charge pour moitié par les responsable d'équipe chinois et hongkongais, le **Guangdong Hong Kong Technology cooperation Funding Scheme** issue d'un accord entre le gouvernement du Guangdong et de Shenzhen pour le financement de projets de R&D et pilotée par l'Innovation Technology Fund, le programme de coopération académique entre la **National Natural Science Foundation of China (NSFC)** et le **Research Grant Council (RGC)**.

### 1.2.2 Le programme NFSC-RGC entre 2012 et 2015

Ce dernier est un programme de coopération scientifique bilatéral. Chaque projet d'une durée de 4 ans sera financé en moyenne à hauteur de 1 million HKD par le RGC. Il est doté de 25.4 MHKD en 2017, il l'était de 21.2 MHKD en 2012. Ce montant est tout à fait modeste pour une coopération avec la Chine continentale. A titre de comparaison, pour 2017, cela ne représente qu'un dixième des sommes allouées aux deux autres programmes prestigieux de financement **Areas of Excellence** (3 projets en 2017) et **Theme Based Research Schemes** (7 projets en 2017) dotés chacun de 230 MHKD, ni aux 596.6 MHKD alloués aux 964 projets du General Research Scheme. A titre de comparaison, les projets ANR-RGC et les projets PROCORE sont dotés de 7.2 MHKD par le RGC. Le programme NSFC-RGC n'en reste pas moins attractif et pertinent.

Depuis 2012, 132 projets ont été financés par ce programme (figures 1.2 et 1.4), dans cinq domaines :

- biomédical (41 projets – 44.9 MHKD),
- nouveaux matériaux (47 projets – 50.5 MHKD),
- technologies de l'information (31 projets – 32.3 MHKD),
- sciences marines et environnement (11 projets – 11 MHKD),
- management (2 projet – 2 MHKD).

Cinq universités publiques financées par l'University Grant Council participent concrètement à ce programme : Chinese University (**CUHK**) et HK University of Science and Technology (**HKUST**) lauréate de 25.8% des financements chacune, HK University (**HKU**) avec 21.2%, Polytechnique University

(PolyU) et City university (CityU) avec 12.1%, enfin HK Baptist University (HKBU) avec 3%.

Ces cinq universités collaborent de manière équilibrée avec les grandes institutions et universités chinoises (69 sur la période - figure 1.1), mais ont également développé pour chacune un réseau propre de coopération, en fonction certainement des affinités personnelles et thématiques des porteurs de projet, anciens étudiants ou originaires de la région en question. A l'exception de Tsinghua et Peking university, il y a en moyenne 1.5 projet par institution chinoise. Le graphique ce dessous montre bien ce réseau collaboratif, avec au centre les universités chinoises impliquées le plus fréquemment dans le programme NFSC-RGC, les 10 premières étant (figure 1.3)

1. Tsinghua University (Classement THE 2018 : 27 – 14 projets),
2. Péking university (Classement THE 2018 : 27 – 12 projets),
3. Shanghai Jiaotong university (Classement THE 2018 : 188 – 6 projets),
4. Sun Yat-Sen University (Classement THE 2018 : 350 – 6 projets),
5. Nanjing University (Classement THE 2018 : 169 – 5 projets),
6. University of Science and Technology of China (Classement THE 2018 : 132 – 5 projets),
7. Zhejiang University (Classement THE 2018 : 177 – 4 projets),
8. Xiamen University (Classement THE 2018 : 450 – 4 projets),
9. Shanghai Institute of Organic Chemistry, Chinese Academy of Sciences (3 projets),
10. Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of Sciences (3 projets)

Les universités hongkongaises portent des axes de coopération légèrement distincts les uns des autres. **HKU se distingue dans le domaine des sciences biomédicales** (16 projets), suivies par CUHK (13 projets) et HKUST (7 projets). Dans le domaine des **nouveaux matériaux, c'est HKUST la plus dynamique avec 15 projets**, suivie de CUHK (10 projets) et PolyU avec 7 projets. Enfin, dans le domaine des **technologies de l'information, HKUST arrive en tête** avec 10 projets, puis CUHK (9 projets), CityU (5 projets) et PolyU (4 projets).

Plus globalement au niveau du programme, on note une augmentation du nombre de projets financés ces dernières années dans le domaine biomédical et des nouveaux matériaux, au détriment principalement des technologies de l'information.

La ventilation par domaines de coopération des universités chinoises varie cependant. **Tsinghua University apparaît en tête pour les coopérations dans le domaine des technologies de l'information, Peking university dans le domaine des nouveaux matériaux et de la biologie**, Shanghai Jiaotong pour la biologie (3), Sun Yat-Sen pour les nouveaux matériaux (3) et la biologie (2) ainsi que Nanjing University (figure 1.3).

La coopération académique Hong Kong – Chine continentale est indéniablement dynamique, la mobilité géographique est forte, notamment chez les jeunes chercheurs chinois. Il n'en reste pas moins que les universités hongkongaises ont construit leur réputation, leur attractivité, sur un terrain global. Il y a d'un côté certains impératifs à regarder vers le Nord, mais d'un autre côté, leur positionnement dans les classements internationaux dépend d'abord de la production scientifique et du niveau des recrutements principalement effectués dans le monde anglo-saxon, et toujours au meilleur niveau international.

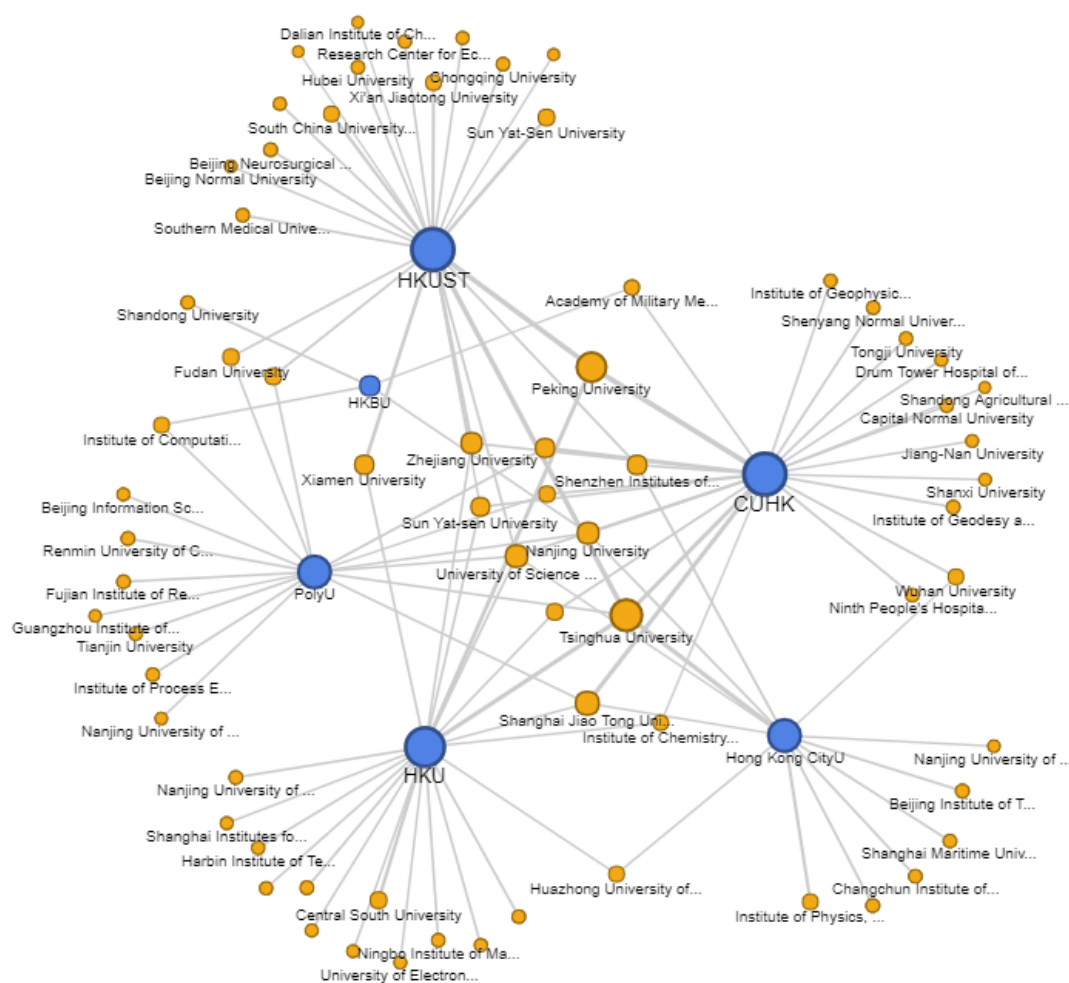


FIGURE 1.1 – Réseau de coopération des universités et institutions hongkongaises et chinoises à travers le programme de financement NSFC-RGC de 2012 à 2017.

### 1.3 Projets ANR–RGC Hong Kong : le cru 2016

#### 1.3.1 AIE-Nanopoly : Nanostructures polymères avec des propriétés d'émission induite par agrégation pour l'imagerie biologique et le relargage de principes actifs

Les nouvelles techniques de délivrances des médicaments basées sur l'utilisation de nanomatériaux permettent de réduire la toxicité et de mieux protéger les substances actives afin que celles-ci agissent en temps et lieux voulus. Des vésicules polymères, aussi appelés polymèresomes, sont des structures de coque sphérique, dans lequel un compartiment aqueux est entouré par une membrane bicouche de 10 à 30 nm d'épaisseur à base de copolymères à blocs amphiphiles.

Ces vésicules à base de polymères ont plusieurs propriétés avantageuses par rapport à des vésicules lipidiques (liposomes) dont celle de posséder des meilleures propriétés d'encapsulation. En effet, les attributs de leurs enveloppes peuvent être ajustés en fonction du type de polymère utilisé et ainsi répondre spécifiquement à un stimulus défini.

Cependant, aujourd'hui, seulement quelques nanoparticules pour la bio-imagerie et la thérapie ciblée sont viables commercialement. De nombreux challenges comme par exemple la difficultés à déterminer



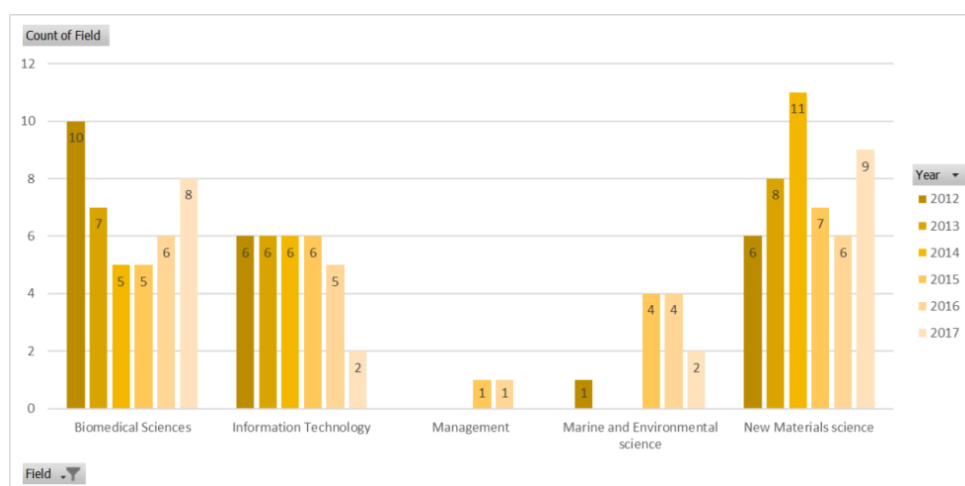


FIGURE 1.2 – Nombre de projets financés par an depuis 2012 et par spécialité.

	Biomedical Sciences	Information Technology	Marine and Environmental science	New Materials science
Nanjing University	3	1		1
Peking University	4	1		7
Shanghai Institute of Organic Chemistry, CAS	1			2
Shanghai Jiao Tong University	3	2		1
Shenzhen Institutes of Advanced Technology, CAS	2	1		
Sun Yat-Sen University	2		1	3
Tsinghua University	2	7	1	3
University of Science and Technology of China	2	1	1	1
Xiamen University	1		1	1
Zhejiang University	1	1		2

FIGURE 1.3 – Nombre de projets financés par an depuis 2012 et par spécialité.

efficacement les cellules ou les tissus ciblés, le suivi du mode de délivrance des médicaments pour la thérapie ciblée ou encore la capacité à augmenter le ciblage de la zone voulue restent en attente de solutions.

La fluorescence des nanoparticules de polymères couramment utilisées en bio-imagerie est généralement issue des colorants organiques qui n'émettent que très faiblement à l'état solide. Récemment des molécules fluorescentes ayant des propriétés d'émission induite par agrégation (AIE) sont apparues comme une nouvelle classe prometteuse pour l'imagerie médicale et la thérapie ciblée.

La combinaison de ces molécules à certains nano-polymères devrait faire naître de nouvelles approches dans l'imagerie poussées des cellules et des tissus aidant notamment l'émergence des nouveaux modèles d'études in-vivo de distribution des médicaments. Il n'existe au jour d'aujourd'hui que très peu de molécules fluorescentes ayant des propriétés d'émission induite fiables et dont la structure est définie et contrôlable.

Dans ce projet de recherche conjoint, les équipes franco hongkongaises proposent ainsi d'établir un nouveau protocole afin de formaliser la structure des AIE / nano-polymères et notamment des vésicules qui peuvent en être issues. Cela devrait constituer une avancée considérable dans la bio-imagerie et la théranostique (techniques combinant un diagnostique et une thérapie médicale).

Ce projet est porté par Professeur Tang Ben Zhong, chercheur au département de Chimie de l'Université de Science et technologies de Hong Kong (HKUST) et par Min-Hui LI, CNRS/Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris (ENSCP)

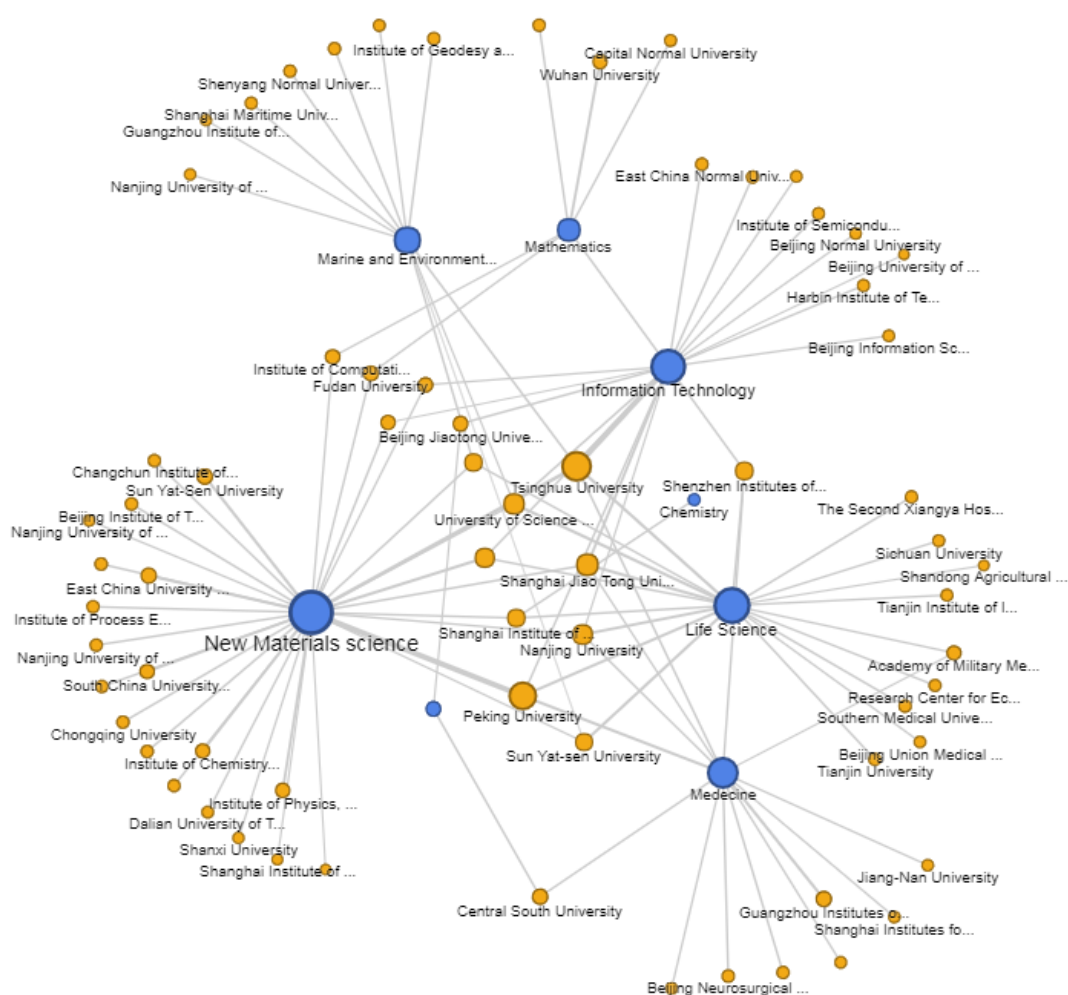


FIGURE 1.4 – Réseau de coopération thématique des universités et institutions chinoises avec Hong Kong à travers le programme de financement NSFC-RGC de 2012 à 2017.

### 1.3.2 BigMO : Big Multiobjective Optimization

Un très grand nombre de problèmes en science ou ingénierie sont complexes. En effet, ils possèdent généralement des objectifs de différentes natures, de nombreuses variables ou sources d’incertitudes. Il est donc souvent difficile pour des méthodes d’optimisations traditionnelles de résoudre ces questions.

Ce projet tend à combiner diverses techniques alliant intelligence artificielle, optimisation traditionnelle et à s’appuyer sur les dernières avancées des solveurs multi-objectifs développés ces dernières années afin de faire naître une nouvelle approche plus performante. Le but ultime est de réussir à décomposer des problèmes complexes et multi-objectifs en une succession de sous-problèmes mono-objectif et ainsi de les résoudre de manière simultanée. L’équipe cherchera donc à identifier les raisons qui rendent un gros problème multi-objectifs si complexe et ainsi déterminer les meilleures configurations et modifications à apporter aux algorithmes pour les résoudre. L’utilisation de méta-modèles en tant que proxy et une meilleure distribution des ressources computationnelles afin de résoudre plus efficacement des problèmes complexes seront aussi investigués.

Ce projet est porté par le Professeur Zhang Qingfu chercheur au département d’informatique de la City University of Hong Kong (CityU) et par Derbel Bilel, maître de conférence à l’université de Lille I.

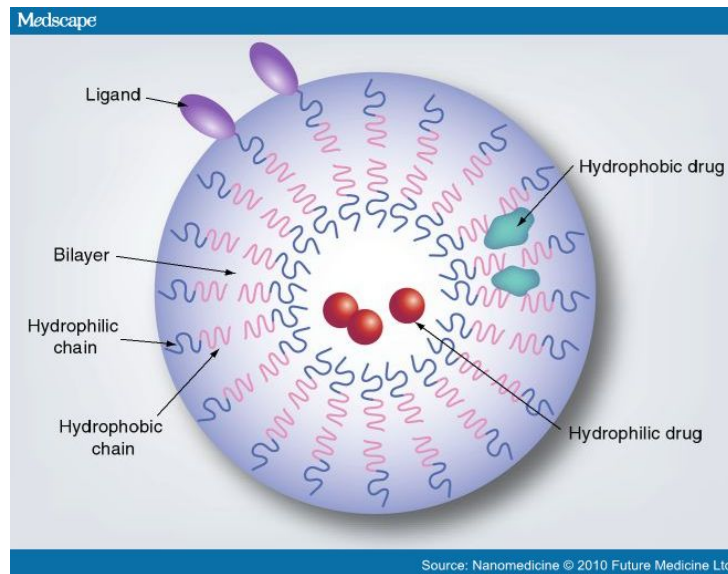


FIGURE 1.5 – Structure d'un polymersome - Crédit Image Medscape

### 1.3.3 SEA-M : Impact des échanges Air – Mer sur la qualité de l'air des mégapoles côtière

Plus de la moitié de la population mondiale vit en zone côtière, avec 75% des grandes métropoles situées sur le littoral. Or, les effets de ces mégapoles (avec plus de 10 millions d'habitants) sur l'environnement sont importants du fait d'un développement soutenu et rapide, avec des densités de population élevée, combinée à des consommations élevées de différentes ressources. Ceci crée des zones fortement polluées, surtout dans le sud-est asiatique, comme à Hong Kong.

Ainsi l'élément central de ce projet est l'impact des échanges air-mer en tant que source potentielle de composés gazeux susceptibles d'amplifier la détérioration de la qualité de l'air dans ces mégapoles. Ce projet propose d'étudier comment les interactions chimiques entre masses d'air fortement anthropisées et celles issues du milieu marin donnent lieu à des épisodes de pollution spécifiques.

Nous souhaitons entreprendre ces travaux conjointement avec des partenaires Hongkongais, au travers d'une approche en laboratoire et sur le terrain dans le delta de la rivière des Perles, aboutissant à une modélisation de ces effets. Ce projet se focalise clairement sur les couplages entre pollution atmosphérique et transformations chimiques à la surface des océans, en tant que source spécifique de précurseurs de radicaux ou de particules. De telles échanges ou couplages ont été peu étudiés jusqu'à présent, donnant à ce projet un réel aspect innovant. Ce projet étudiera donc comment les masses d'air polluées peuvent donner lieu à l'émission de particules organiques et de gaz réactif à la surface des océans, comme cela impacte la chimie des halogènes-NOx et COV et donc la capacité oxydante locale et l'influence des brises de vent sur ces processus. Ceci aboutira à de nouvelles connaissances sur la chimie atmosphérique dans la couche limite marine et son influence sur les mégapoles côtières.

Ce projet est porté par le Professeur Wang Tao, chercheur au département d'ingénierie civile et environnemental de la Hong Kong Polytechnic University (PolyU) et par George Christian, chercheur au Centre National de Recherche Scientifique (CNRS) au sein de l'institut de recherches sur la catalyse et l'environnement de Lyon (IRCELYON).

## 1.4 Projets ANR–RGC Hong Kong : le cru 2017

### 1.4.1 PACiFiC : Prévalence, caractéristiques et génétique d’*Escherichia coli* adhérent invasif dans la maladie de Crohn

*Prevalence, characteristic and genetics of adherent-invasive Escherichia coli in Crohn’s Disease patients : comparative study between France and Hong Kong*

On estime que plus de 2,5 millions de personnes souffrent de Maladies Inflammatoires Chroniques Intestinales (MICI) dans le monde. Il été remarqué que l’incidence des MICI a beaucoup augmenté (en particulier la maladie de Crohn) en raison de "l’occidentalisation" du mode de vie de certaines catégories de population. Hong Kong figure parmi les trois premiers pays d’Asie avec l’incidence la plus élevée de cette maladie, dont le facteur a été multiplié par 30 au cours des deux dernières décennies. Le nombre de cas diagnostiqués varie entre les zones rurales et urbaines en Chine, avec une incidence notablement plus élevée dans les zones urbaines, influencé par les facteurs environnementaux et l’alimentation.

L’inflammation intestinale de la maladie de Crohn résulte d’une réponse immunitaire inadaptée au microbiote intestinal chez des individus génétiquement prédisposés. L’*Escherichia coli* (également appelée colibacille), est une bactérie naturellement présente et compose environ 80% de la flore intestinale chez les mammifères. Cependant, certaines souches de cette bactérie peuvent être pathogènes. Ce projet consiste à évaluer la prévalence, les caractéristiques et les propriétés génétiques de la bactérie *Escherichia coli* adhérent invasif (ECAI). D’après les premiers résultats obtenus en Chine, plusieurs groupes ont montré une prévalence plus élevée d’*Escherichia coli* adhérent invasif (ECAI) chez les patients atteints, et ont confirmé leur potentiel pro-inflammatoire. Des études réalisées en France et à Hong Kong pourront confirmer ces résultats dans le cadre ce projet ANR-RGC et définir des méthodes thérapeutiques adaptées pour les patients.

Ce projet est porté par M. Anthony BUISSON (Directeur de l’unité Maladie Inflammatoire de l’Intestin, Université de Clermont Ferrand), et par Mme Siew-Chien NG (Professeur au Département de Médecine de Chinese University of Hong Kong, CUHK).

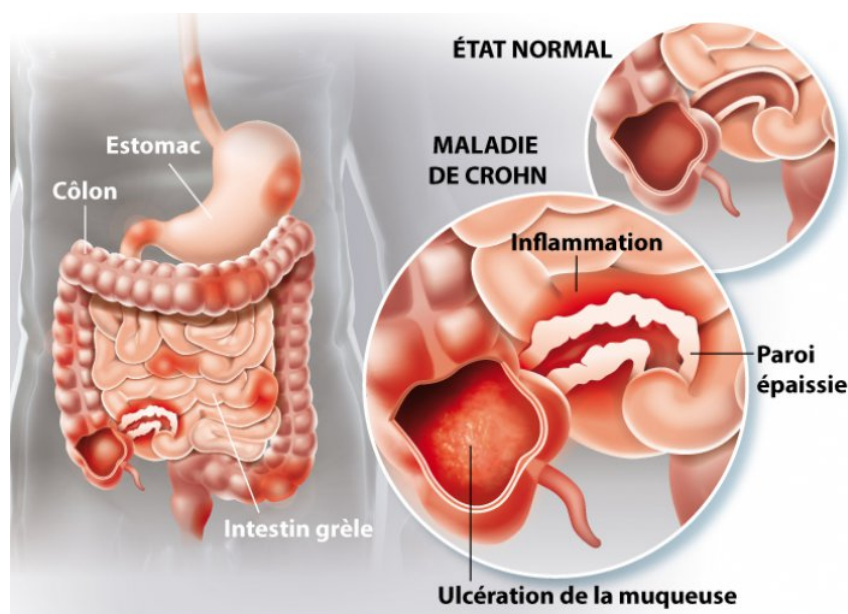


FIGURE 1.6 – Maladie de Crohn

### 1.4.2 SynTrack : Libération des neurotransmetteurs et des récepteurs pendant la transmission synaptique : visualisation en temps réel

#### *Neurotransmitter release and receptor diffusion dynamics during inhibitory synaptic transmission*

La transmission de l'information au sein du système nerveux repose sur l'émission de signaux électrique par l'intermédiaire de neurotransmetteurs sur toute la longueur de l'axone (fibre nerveuse), et le transfert à d'autres cellules par l'intermédiaire de synapse. Les neurotransmetteurs sont des signaux chimiques utilisés comme support de la communication neuronale. Les synapses représentent une zone de jonction spécialisée, située à l'endroit où la terminaison d'un axone entre en contact avec un autre neurone. Les synapses comportent deux éléments distincts : l'élément présynaptique (où les neurotransmetteurs sont libérés) et l'élément postsynaptique, dénommés ainsi pour définir le sens de transmission de l'information nerveuse. Le transfert d'information nécessite l'alignement précis des sites de libération dans les terminaisons présynaptiques et la localisation des récepteurs au niveau des différenciations postsynaptiques. L'exocytose a lieu quand des vésicules de transport fusionnent avec la membrane plasmique et que leur contenu sort dans le milieu extracellulaire. L'objectif de ce projet est de comprendre la rela-

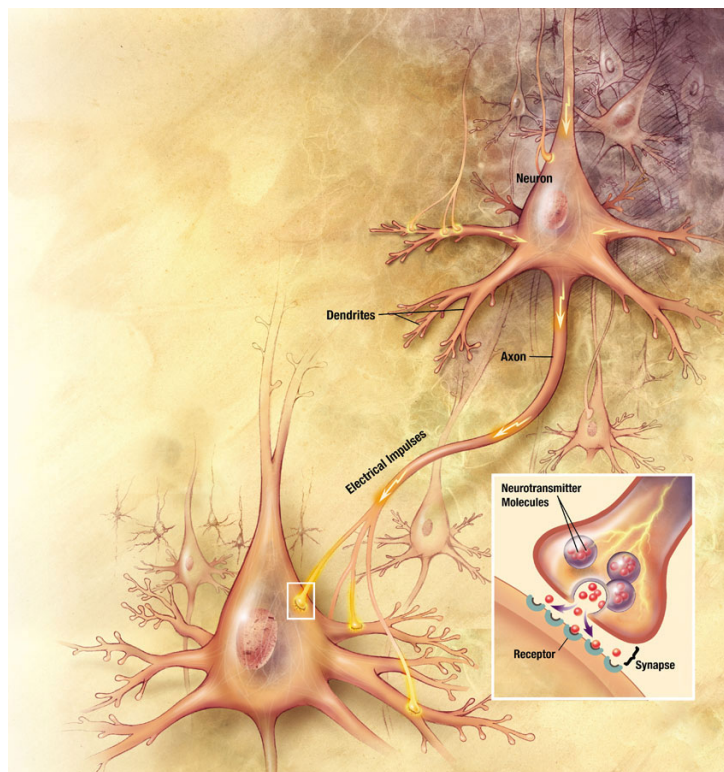


FIGURE 1.7 – Synapse entre deux neurones

tion entre la libération des neurotransmetteurs et la dynamique des récepteurs correspondants lors de la transmission synaptique. Pour visualiser ce phénomène, les chercheurs utiliseront la microscopie à super-résolution (résolution à échelle nanométrique) en temps réel. Les recherches consisteront à observer simultanément l'exocytose des vésicules présynaptiques, ainsi que la diffusion et la stabilisation des récepteurs qui font face dans des neurones vivants. L'idée est de développer des outils de microscopie moléculaire pour accéder simultanément à la libération des neurotransmetteurs et au comportement de diffusion des récepteurs. Les chercheurs pourront alors étudier comment l'activité neuronale contrôle l'exocytose et ses conséquences sur la dynamique de diffusion et la stabilité des récepteurs. Ces recherches fourniront un nouveau cadre pour la pharmacologie aux synapses ainsi que pour la physiopa-

thologie moléculaire des troubles neurologiques provoqués par le déséquilibre excitation-inhibition.

Ce projet est porté par M. Antoine TRILLER (Directeur de l'Institut Biologie de l'Ecole Normal Supérieure de Paris), et par Hyo Keun PARK (Professeur au département de Physique et de la division Sciences de la Vie à Hong Kong University of Science and Technology, HKUST).

### 1.4.3 MILAGaN : Laser à microdisques GaN pompés électriquement pour l'éclairage à l'état solide

Electrically pumped GaN-based microdisk laser L'ambition du projet MILAGaN est de développer des lasers microdisques pompés électriquement à base de matériaux nitrures (Al,Ga,In)-N couvrant la gamme UV-visible. Plusieurs applications peuvent être envisagées : la purification/désinfection de l'eau et de l'air, la détection d'espèces chimiques et la fabrication de sources solides toujours plus efficaces pour l'éclairage. MILAGaN portera son attention sur l'éclairage, car c'est probablement un des enjeux les plus importants de ce siècle.

L'utilisation pour l'éclairage de la technologie à semiconducteurs (solid-state lighting) augmente rapidement en raison de son efficacité énergétique et lumineuse. La seule limitation freinant son adoption massive est le prix des diodes électroluminescentes (LED). Une solution consiste à réduire le nombre de LED dans la lampe et à les piloter à fort courant. Malheureusement, les LED à base de GaN ont une efficacité qui chute à fort courant, et perdent de ce fait une partie de leur intérêt. Cet effet est lié au processus d'émission spontanée et peut être largement supprimé en utilisant des sources d'émission stimulée, c'est-à-dire des lasers.

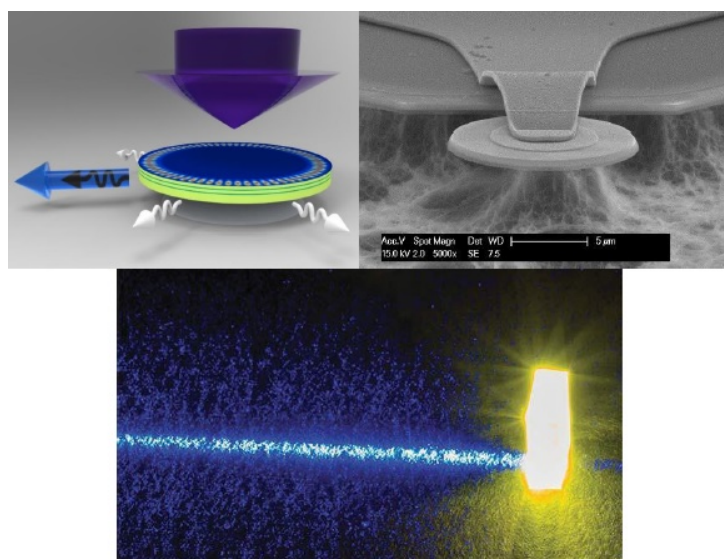


FIGURE 1.8 – (1) Microdisque à laser sous pompage optique ; (2) Développement de contacts électriques pour les lasers microdisques pompés électriquement ; (3) Développement de sources de lumière blanche basées sur des lasers microdisques (©F. SEMOND)

Parmi les différentes géométries de laser, les microdisques conviennent parfaitement à cette application. L'idée du projet est de développer des lasers microdisques injectés électriquement émettant dans l'UV/bleu pour pomper des phosphores afin d'émettre une lumière blanche. La fabrication de réseaux de microdisques pilotés en parallèle permettra d'obtenir une puissance optique élevée. Les premiers prototypes permettront d'évaluer les difficultés liées à cette nouvelle technologie, tels que le coût des dispositifs, la gestion de la thermique, les pertes, la durée de vie et la robustesse. Le pompage optique a

déjà été démontré dans ces microdisques, des facteurs de qualité élevés ont été mesurés et l'effet laser a été observé. La difficulté du projet consiste donc à reproduire ces caractéristiques mais cette fois en pompage électrique, ce qui est complètement nouveau. Il n'est cependant pas question de démontrer que la technologie microdisques va concurrencer la technologie LED existante qui a connu deux décennies d'optimisation, mais avant tout d'évaluer le potentiel des lasers microdisques pour l'éclairage à l'état solide et d'identifier les limites de cette technologie innovante.

Ce projet est porté par M. Fabrice SEMOND (Directeur de Recherche CNRS au Centre de Recherche sur l'Hétéro-Epitaxie et ses Applications, CRHEA), et par M. Hoi Wai CHOI (Professeur au département électronique de Hong Kong University, HKU).

PAR JUSTINE ONG, LE 21 DÉCEMBRE 2017

## Chapitre 2

# Innovation

### 2.1 L'innovation à Hong Kong, de quoi parle-t-on ?

Au lendemain de la déclaration de politique générale du Chef de l'Exécutif Hongkongais, nous revenons sur la politique d'innovation du gouvernement et les actions mises en place pour favoriser l'émergence d'un système dynamique et durable.

Texte issu d'une interview de Frédéric Bretar (FB), Attaché pour la science à Hong Kong, publié dans la revue "Le CNRS en Chine", N°24, Avril 2017, p. 44-46, et édité par M. Antoine Mynard, directeur du bureau CNRS à Pékin.

#### 2.1.1 Pourquoi l'observation du système d'innovation du SAR de Hong Kong est-elle une priorité pour notre diplomatie ?

**FB :** Nous sommes dans une partie du monde, l'Asie, qui explique 66% de la croissance mondiale (la Chine 40% à elle seule). De par sa localisation, son histoire, son économie, Hong Kong est une des villes les plus riches de la zone. Réintégrée à la Chine depuis 20 ans cette année, la ville bénéficie certes d'un système différent (« Un pays, deux systèmes »), mais subit une concurrence bien réelle sur certains de ses fondamentaux économiques qui limite sa dynamique de croissance en regard des villes chinoises environnantes, Shenzhen en premier lieu. C'est pourquoi Hong Kong est entrée, plus tardivement que d'autres c'est certain, dans la course à l'innovation technologique : la création d'un Bureau pour la Technologie et l'Innovation date de moins de 2 ans !

Néanmoins, en se fondant sur un tissu universitaire de rang mondial (100 000 étudiants dans les universités publiques, 4 universités dans le Top 10 selon le classement QS Asia 2016), une liberté de pensée revendiquée, une ouverture internationale hors pair, et la présence de spécialistes du capital risque, Hong Kong souhaite jouer un rôle de premier plan pour devenir une plateforme régionale de la connaissance et de l'innovation technologique. Mon rôle est d'en saisir les opportunités au bénéfice des acteurs français.

#### 2.1.2 Est-ce que ce système est le résultat d'une stratégie locale ou le produit du dynamisme local ?

**FB :** Les deux. Nonobstant des dépenses en R&D qui peuvent paraître modestes avec 0.76% du PIB en 2015 (2.25 Mds€), le territoire mise sur quelques structures publiques solides adossées à des mécanismes de financement attractifs pour les investisseurs. Il y a également une quarantaine d'incubateurs, accélérateurs et espaces de travail privés à Hong Kong.

L'écosystème grossit : entre 2015 et 2016, le nombre de jeunes pousses technologiques a augmenté de 24%, passant de 1558 à 1926. Le gouvernement est très impliqué, à l'instar de l'évènement récurrent



StartMeUpHK organisé chaque année par la structure gouvernementale InvestHK visant à sensibiliser les entrepreneurs potentiels et les investisseurs de tout bord.

Parallèlement, Hong Kong est une économie très libérale, avec un taux d'imposition parmi les plus faibles du monde (16.5% sur les bénéficiaires, et 15% sur les revenus), une totale liberté de circulation des capitaux, des idées, et une qualité de vie bien réelle ! Hong Kong est attractive et internationale : plus de 30% des fondateurs de jeunes pousses sont étrangers (dont 20% américains, 13% anglais, 11% chinois, 10% français).

Les entrepreneurs, en se basant à Hong Kong, capitalisent sur l'environnement international de la ville dans lequel ils peuvent évoluer en toute liberté, sans discrimination administrative, ils bénéficient d'une bonne protection de la propriété intellectuelle et lorgnent bien entendu le marché chinois. Mais attention, créer une start up à Hong Kong ne signifie pas une meilleure compréhension du consommateur chinois ! Seulement une proximité certaine avec le tissu industriel de Shenzhen.

### 2.1.3 En deux mots, comment fonctionne le système ?

**FB :** Hong Kong possède deux « incubateurs/accélérateurs » publics bien implantés. 15 ans après sa création, le Hong Kong Science & Technology Park (HKSTP) est le fleuron du gouvernement en termes d'innovation et de technologie. Il compte aujourd'hui 620 entreprises et plus de 11000 employés. Pluridisciplinaire, le parc dispose de trois plateformes dédiées au bien être des personnes âgées, à la robotique et aux villes intelligentes ainsi que de toutes les facilités et services afférents à ce type de structures.

Sous le double effet de la volonté politique et de la croissance des activités, l'ex-chef de l'exécutif C.Y. LEUNG a inauguré le 22 novembre 2016 la Phase 3 de ce parc dont la superficie de bureaux atteindra 400 000m<sup>2</sup> en 2020.

CyberPort est le second incubateur public de Hong Kong dédié aux technologies de l'information et de la communication. En 2016, l'incubateur a créé des liens avec 722 entreprises (213 en 2012) et propose toute la gamme de soutien aux jeunes entreprises innovantes, dont la gestion et l'allocation de fonds d'amorçage. Le Cyberport a vu le montant global de ses levées de fonds complémentaires passer de 3.5 M€ en 2012 à 33.6 M€ en 2016, preuve du succès de la stratégie du secteur. Les possibilités de financement public hongkongais sont nombreuses aux stades précoces de croissance des jeunes pousses, même si les conditions sont parfois exigeantes pour les entrepreneurs. Il existe par exemple le Technology Start-Up Support Fund administré par l'Innovation and Technology Fund (ITF) proposant des financements sur trois ans pour un montant maximal de 450 000 €. L'incubateur Cyberport propose quant à lui une bourse d'amorçage, le Cyberport Micro Fund, à hauteur de 12 500 € par projet.

Pour les entreprises à la recherche de montants plus élevés, le HKSTP propose un mécanisme de co-financement avec des investisseurs privés sur la base d'un fonds (Corporate Venture Fund) de 6.25 M€ et à hauteur de 1 M€ par projet. Dans le même ordre de grandeur, CyberPort étend ses mécanismes de co-financement en lançant le CyberPort Macro Fund adossé à un fonds de 25 M€. Enfin, l'Entreprise Support Scheme administré par l'Innovation and Technology Fund (ITF) propose des aides à la R&D dans le secteur des TIC pour des projets cofinancés à hauteur de 1.25 M€.

C'est sur le dernier stade de croissance des entreprises à la recherche de fonds plus importants, que le gouvernement a stratégiquement mis en place fin 2016 le programme Innovation and Technology Venture Fund (ITVF) doté de 250 M€. Le pari du gouvernement hongkongais est d'encourager les investisseurs privés hongkongais à ancrer une partie de leurs actions sur le territoire, ce qui est trop faiblement le cas aujourd'hui, et proposer d'autres opportunités que le secteur traditionnel de la spéculation immobilière. Les projets seront d'un montant minimum de 15 M€, l'ITVF y contribuera à hauteur de 3.75 M€ par projet et ne détiendra pas plus de 40% des parts. Attractif, le programme est doté d'un mécanisme de rachat des parts gouvernementales en cas de succès. Le gouvernement espère contribuer à des levées de

fonds privés de 500 M€ dans les prochaines années.

### 2.1.4 Quels sont ses forces et ses faiblesses ?

**FB :** Le gouvernement de Hong Kong est tout à fait conscient, d'une part de l'étroitesse de son marché pour les jeunes pousses technologiques et d'autre part de l'émergence flagrante de Shenzhen dans le domaine. C'est par le renforcement des liens avec la Chine continentale que le gouvernement a choisi de répondre. C'est tout le sens que prend la signature début janvier 2017 d'un accord avec la ville de Shenzhen pour la création du nouveau parc de technologie et d'innovation de Lok Ma Chau à la frontière Hong Kong / Shenzhen.

C'est un projet de 1.2 million de  $m^2$  de bureaux qui mettra, selon les estimations, 7 ans à sortir de terre. Il sera situé sur une île aujourd'hui marécageuse de 87 hectares. Il sera également localisé à la croisée de plusieurs corridors géographiques d'essence technologique et économique prévus dans le schéma d'aménagement prospectif de la ville HongKong2030+. Ce projet exigera des investissements colossaux de la part du gouvernement, ce que certains dénoncent, mais il semble que la coopération dans ce domaine avec Shenzhen se présente sous les meilleurs auspices.

PAR FRÉDÉRIC BRETAR, LE 13 OCTOBRE 2017

## 2.2 2017 : Hong Kong récompense ses start-ups

« L'avenir de Hong Kong sera construit sur l'innovation et la technologie. Et le secteur des TIC joue un rôle central pour alimenter le développement d'une économie axée sur l'Internet et fondée sur la connaissance »

C'est par ces mots que le secrétaire d'Etat aux finances Paul Chan a inauguré la cérémonie de remise des prix le 7 avril 2017.



FIGURE 2.1 – Paul CHAN, secrétaire d'Etat aux finances. Crédits : Office of the Government Chief Information Officer

Cette année 2017, le jury a récompensé plusieurs entreprises :

- le prix de **l'entreprise de l'année** a été décerné à GoAnimate Hong Kong Ltd. Fournisseur d'une plateforme en ligne de création de clips vidéo, l'entreprise propose des solutions techniques pour

simplifier la conception de matériel promotionnel. GoAnimate travaille aujourd'hui avec plus de 500 entreprises et a créé plus de 22 millions de vidéos.

- Le prix du **meilleur jeu** revient à Animoca Brands Ltd pour son jeu Turbine Fighter. Inspiré par les mangas, cette application sur mobile propose aux joueurs de se mettre dans la peau d'un robot et d'utiliser les capacités du personnage pour gagner des batailles et défis. Très populaire auprès de la population asiatique, le jeu a été téléchargé plus de 500 000 fois sur Android.
- Le prix **FinTech** a été attribué à FWD Life Insurance Company pour son application d'évaluation des risques d'accident de voiture selon la conduite adoptée par le chauffeur grâce à son smartphone. Ceci permet aux assureurs de proposer une couverture personnalisée à leurs clients, et à ces derniers de comprendre le tarif appliqué.
- Le prix de la **meilleure startup spécialisée dans les TIC** a été remis à Everyware Ltd et son système « Caterlord ». Ce système est un atout majeur pour les points de vente qui l'utilisent. Grâce à son procédé d'analyse des données clients en temps réel basé dans le nuage, Caterlord communique aux équipes des restaurants et bars, les actions susceptibles d'améliorer leur efficacité en proposant des promotions ou en modifiant les menus.
- Le prix « **best lifestyle** » a été octroyé à Feedme Guru. Cette solution propose au consommateur de manger dans des restaurants partenaires, qui à leur tour rémunèrent Feedme. Ce système a été développé par deux Hongkongais dans le Harvard Venture Incubation Program en 2014. Orienté vers le haut de gamme, ce service a l'avantage d'être facilement duplicable et extensible vers d'autres pays.
- Le prix de la **meilleure application mobile** revient à scalebook pour son application "play-note" incubée au Hong Kong Science and Technology Park. Ses concepteurs ont pour vision de rendre l'apprentissage de la musique accessible à tous. Pour ce faire, Scalebook utilise le big data et l'intelligence artificielle pour enseigner et évaluer les apprenants. Cette application est déjà certifiée par l'ABRSM (The Associated the Royal Schools of Music).
- Le prix de la **solution intelligente** a été décerné à Megasoft Ltd pour ses objets connectés qui permettent de suivre la chaîne du froid. Cette solution se décompose en trois appareils distincts - un capteur sans fil de température, une antenne et un serveur? nécessaires à l'acquisition et à la transmission des données. Les applications sont nombreuses, elles vont du contrôle de la chaîne logistique à l'hôpital jusqu'à une utilisation chez les particuliers. Le jury récompense la création complète du hardware, du software ainsi que de la plateforme par l'équipe de Megasoft.
- Le prix de la **meilleure invention étudiante** a été remis à Hercules Chan Kai-ho et Harry Chan Kai-ho, étudiants à Hong Kong University of Science and Technology. Leur projet « Void – Hypnosis Service Device » vise à améliorer la santé mentale des utilisateurs en utilisant l'hypnose à l'aide d'une application mobile. Elle est destinée à tous les habitants de Hong Kong, notamment ceux qui souffrent de stress, entre autres les banquiers et les cadres.

**Sources :**

1. <https://www.hkictawards.hk/>
2. <http://www.info.gov.hk/gia/general/201704/07/P2017040700383.htm>

PAR VINCENT DE BRIX, LE 23 MAI 2017

### 2.3 Publication de la feuille de route « Smart City » de Hong Kong

Conscient des enjeux à venir dans l'évolution urbaine, démographique, économique mais aussi sanitaire, Hong Kong entend assurer son rôle de ville globale pour de nombreuses années encore, comme l'a réaffirmé Carrie Lam, Chef de l'Exécutif du Gouvernement de la Région Administrative Spéciale de

Hong Kong à l'occasion de l'Institution of Civil Engineers Bicentenary Hong Kong Innovation Summit le 12 janvier 2018 : « Mon Gouvernement s'engage à assurer l'attractivité, la viabilité et la prospérité de Hong Kong comme ville globale. Pour réaliser cela dans le domaine de l'innovation et de la technologie nous devons faire de Hong Kong une smart city de classe mondiale. »

Dans ce cadre, une feuille de route présentant 6 grands axes a été publiée par le gouvernement hongkongais le 17 décembre 2017, afin d'impulser une nouvelle dynamique sur les cinq prochaines années faisant de toute la RAS une smart city de premier plan.

### **2.3.1 Smart Mobility**

Paramètre déterminant des villes mondiales, la mobilité est l'un des sujets prioritaires de Hong Kong du fait de la densité de population et de sa géographie qui empêche l'élargissement des routes et limite le tracé de nouvelles. Il faut donc se tourner vers l'optimisation des flux et la mobilité intelligente. De nombreuses évolutions devraient apparaître dans les prochaines années, certaines directement à destination des usagers, via les différentes applications (HKTransport, HKRouting et eTraffic News devraient fusionner en 2018 pour devenir un outil unique) puis par la mise à disposition d'informations trafic en temps réel pour les bus dès 2018 avec l'installation d'écrans d'affichage dans les arrêts de bus de la ville, avec pour objectif l'installation de 1300 écrans d'ici 2020. Hong Kong souhaite par ailleurs lancer les premiers essais de véhicules autonomes dans le West Kowloon Cultural District d'ici à 2021.

Hong Kong entend de plus améliorer le transport à vélo, malgré la topographie et le maillage urbain assez peu évidents. Cette volonté devrait se traduire par une amélioration des pistes cyclables existantes et des stations de parkings pour vélo mais aussi l'ajout de nouvelles infrastructures dès 2018.

### **2.3.2 Smart Living**

Parmi les mesures annoncées est une amélioration des services de Free Wifi ou de paiement dématérialisé par simple adresse email ou par téléphone mobile, mais surtout la création d'un identifiant électronique unique (eID) pour chaque résident de Hong Kong. Il s'agit d'une identité digitale simplifiant toutes les démarches en ligne officielles, mais aussi commerciales. La part de la population de plus de 65 ans devant passer de 16% en 2016 à plus de 30% en 2036. Les personnes âgées et les personnes handicapées seront au cœur des efforts gouvernementaux avec la création d'un fond d'un milliard de HKD pour soutenir la recherche et améliorer l'accès aux équipements adaptés et aux services de rééducation. Toutes ces mesures sanitaires s'inscrivent dans un plan global sur la santé publique qui prévoit la création d'une plateforme d'analyse de données (Big Data Analytics Platform par l'Hospital Authority) qui fédèrera l'ensemble des données des patients et optimisera la gestion des hôpitaux.

### **2.3.3 Smart Environment**

Ce plan de travail Smart City s'inscrit dans le cadre du Plan d'Action Climat 2030+ (Climate Action Plan 2030+) présenté en réponse aux accords de Paris de la COP21. Peu d'annonces majeures ici, les démarches s'inscrivent dans la continuité, à savoir une réduction de l'emprunte carbone de 65 à 70% d'ici 2030 par rapport aux niveaux mesurés en 2005. Cela passe par une réduction de la part d'électricité produite par les centrales à charbon (de 47% en 2016 à 25% en 2020) au profit de celles fonctionnant au gaz naturel.

Le BTP devrait être un secteur prioritaire pour la mise en place des mesures environnementales, le Gouvernement souhaite des constructions « vertes et intelligentes », peu gourmandes en énergie, à travers l'installation de nouveaux systèmes de mesure de consommation d'eau, la mise en place de parkings adaptés au rechargement de véhicules électriques et disposant d'information en temps réelle sur la disponibilité des places. L'installation d'ampoules LED devrait débuter dès le début de l'années 2018

pour l'éclairage public sous l'égide du Highways Department dans le cadre du LED Public Lighting Replacement Programme, qui encourage par ailleurs l'installation d'ampoules LED dans les bâtiments publics.

### 2.3.4 Smart People

Conscient des enjeux, Hong Kong souhaite donner toutes ses chances aux prochaines générations. De nombreux programmes éducatifs vont être mis en place, principalement en science, technologie, ingénierie et mathématiques (STEM) dès les cycles primaires et secondaires. Hors des heures de cours, des stages seront par ailleurs proposés aux élèves du secondaire dans les domaines des technologies de l'information et dans la recherche et développement. Des filières d'autant plus importantes que le Gouvernement compte encourager l'embauche de ces étudiants STEM dans le cadre du programme Postdoctoral Hub.

Pour améliorer la compétitivité de ses entreprises, la RAS va apporter un soutien financier et logistique, aux jeunes entrepreneurs et aux start-ups dans le cadre du Science Park et du Cyberport Smart-Space, deux lieux d'incubation dédiés aux jeunes pousses du secteur de l'innovation et des nouvelles technologies.

### 2.3.5 Smart Government

Le Gouvernement entend mettre à jour ses infrastructures pour devenir pleinement smart. Ainsi, seront installés dans certains secteurs (Causeway Bay/Wan Chai, Central/Admiralty, Tsim Sha Tsui et Kwun Tong) des lampadaires intelligents, équipés de capteurs météorologiques et capables de récolter des données de trafic et de flux de circulation des personnes en temps réel. Ces lampadaires intelligents pourront aussi fournir d'autres services comme le Wi-Fi, des informations sur le quartier et sur le réseau ainsi que la future 5G. Cette 5G qui devrait voir le jour à Hong Kong d'ici à 2020, et qui devrait permettre une meilleure implémentation de l'Internet des Objets (IdO) dans l'espace public et privé pour les usagers.

Parmi les mesures annoncées, l'utilisation de l'eID devrait grandement faciliter les tâches des administrés pour toutes les démarches « e-service » sur les différentes plateformes publiques. Plateformes qui devraient être améliorées d'ici 2020 avec notamment un service public de cloud en ligne sécurisé et un nouveau service interne qui devrait pouvoir analyser de grandes quantités de données et permettre une meilleure communication entre les différents services gouvernementaux.

### 2.3.6 Smart Economy

Sur le plan économique ce plan de travail propose avant tout de renforcer les mesures et dispositifs existants, comme une promotion encore plus forte des projets fintech, une systématisation des services bancaires en ligne, et d'ici 2018 l'accroissement des passerelles entre le secteur bancaire et les entreprises spécialisées dans les nouvelles technologies. Pour le secteur touristique il s'agira d'adopter des fonctionnalités issues des technologies de l'imagerie virtuelle (réalité augmentée etc.) et de technologies de l'information et de la communication pour enrichir l'expérience des visiteurs.

De nouveaux dispositifs devraient par ailleurs se mettre en place sur le plan économique en soutenant la R&D. Les cinq prochaines années des plateformes devraient voir le jour pour fédérer universités, instituts de recherche et entreprises. Les collaborations devraient s'amplifier entre Hong Kong et Shenzhen par le développement du parc technologique de Lok Ma Chau Loop. Par ailleurs, de nouvelles déductions de taxes devraient apparaître pour 2018 à destination des entreprises impliquées dans des activités de R&D.

Cette feuille de route, loin d'annoncer des mesures radicales et originales, expose les ambitions de Hong Kong, et sera suivie par la création d'un bureau « Smart City » au sein du gouvernement pour coordonner ces actions.

PAR SIMON MULLER, LE 28 JANVIER 2018



## Chapitre 3

# Sciences biomédicales

### 3.1 La recherche biomédicale à Hong Kong via le « Theme-based Research Scheme »

Le Theme-based Research Scheme (TRS) financé par le Research Grant Council à est l'un des guichets offrant les financements les plus importants aux universités publiques de Hong Kong. Lancé en 2011, 35 projets collaboratifs ont été soutenus pour un montant de 1.44 Mds de HKD ( 150 M d'euros). Quatre priorités identifiées par le gouvernement à la suite d'un exercice de consultation en mars 2010 puis février 2015 (*Promoting Good Health, 2010, Developing a Sustainable Environment, 2010, Enhancing Hong Kong's Strategic Position as a Regional and International Business Centre, 2010, Advancing Emerging Research and Innovations Important to Hong Kong, 2015*).

#### 3.1.1 Recourir à la génomique pour mieux dépister le cancer

##### Identification de biomarqueurs pour le cancer du foie

Ce projet consiste à identifier des marqueurs diagnostiques distinguant la tumeur de la cirrhose, et pendant la progression vers la maladie métastatique pour le cancer du foie en analysant un ensemble de génomes. Les enjeux de ce projet résident dans le déploiement du séquençage massivement parallèle, ainsi que dans l'exploitation de la capacité à comprendre de manière exhaustive le nombre de copies et les variations structurelles au niveau du génome et du transcriptome. L'ambition du projet est d'appliquer ces avancées à tous les cancers (le catalogage génétique du cancer du foie, qui servira de base à la recherche de cibles thérapeutiques, de biomarqueurs pour le diagnostic précoce et d'indicateurs pronostiques pour prévenir la récurrence).

Initié en 2012, ce projet est coordonné par le **Pr. Nathalie WONG** (CUHK); en collaboration avec les institutions HKUST, HKU, et Beijing Genomics Institute (Shenzhen); et est financé à hauteur de 45 millions de HKD (4.7 millions d'euros).

##### Génomique du sang pour dépister le cancer

Ce projet catégorie consiste à développer des tests de dépistage du cancer par une analyse du sang. L'objectif est, par une analyse du séquençage massivement parallèle, de détecter les signatures génomiques liés au cancer dans le plasma sanguin. Ces tests devraient permettre une détection précoce, une surveillance en temps réel et un diagnostic précis du cancer. Les premières études ont déjà été réalisées sur 10000 hongkongais d'âge moyen en bonne santé, et ces tests ont révélé 17 cas de cancer, dont 13 au



stade I, le plus précoce. Ceci a permis une prise en charge avancée des patients qui ont eu recours à un traitement radiothérapeutique. Les recherches ont d'ailleurs fait l'objet de nombreuses publications : en 2015 parmi les dix premières percées par la MIT Technology Review, puis en 2017 par le New England Journal of Medicine.

Initié en 2012, ce projet est coordonné par le **Pr. Dennis Yuk-Ming LO** (HKU), et est financé à hauteur de 32 millions de HKD (3.4 millions d'euros).

### Mieux comprendre le développement des carcinomes du nasopharynx

Ce troisième projet consiste à décoder la séquence ADN de l'ensemble du génome, pour ensuite, cataloguer l'ensemble des changements génomiques par séquençage impliqué dans la tumorigène des cellules, afin de développer des stratégies de contrôle des carcinomes du nasopharynx (CNP). L'objectif est de définir les différentes mutations et d'identifier les cibles moléculaires clés grâce à un séquençage à grande échelle du génome et du transcriptome, à une analyse bio-informatique et à une validation approfondie dans les échantillons du carcinome du nasopharynx primaires microdisséqués avec des technologies développées.

Initié en 2014, ce projet est coordonné par le **Pr. Kwok-Wai LO** (CUHK); en collaboration avec les institutions HKU et Beijing Genomics Institute (Shenzhen); et est financé à hauteur de 55.6 millions de HKD (5.8 millions d'euros).

## 3.1.2 Combattre les maladies cardiovasculaires

### Identifier des biomarqueurs associés aux lipides sanguins et aux coronaropathies

L'objectif de ce projet consiste à découvrir de nouveaux marqueurs génétiques associés aux lipides sanguins et aux maladies coronariennes. Les tests de génotypages ont été effectués à l'aide d'une puce d'exome humain qui détecte 0.3 million de variants génétiques. L'association de polymorphismes génétiques pour les lipides sanguins et la coronaropathie ont été validé pour l'ensemble des individus mis à l'étude (cohorte de sujet du sud de la Chine et de Hong Kong). La méta-analyse a révélé de nouvelles associations avec les lipides sanguins, dont l'identification de nouvelles voies biologiques reliant ces variantes génétiques au risque de maladie cardiovasculaire pouvant conduire au développement de nouveaux biomarqueurs ainsi que cibles pour l'intervention thérapeutique.

Initié en 2012, ce projet est coordonné par le **Pr. Hung-Fat TSE** (CUHK); en collaboration avec les institutions CUHK et HKUST; et est financé à hauteur de 40 millions de HKD (6.3 millions d'euros).

### Bio-ingénierie des tissus cardiaques humains

Ce projet vise à combler les lacunes dans l'utilisation de cellules souches pluripotentes humaines pour la bio-ingénierie des tissus cardiaques humains, afin de traduire en thérapies cellulaires pour les maladies cardiaques et pour d'autres applications. Les recherches portent jusqu'au développement des tissus cardiaques humains modifiés par génie génétique fonctionnellement viables, immuno-compatibles et durables après la transplantation.

Initié en 2012, ce projet est coordonné par le **Pr. Ronald Adolphus LI** (HKU); en collaboration avec les institutions CUHK, CityU et HKUST; et est financé à hauteur de 60 millions de HKD (4.2 millions d'euros).

### Prévenir les complications cardio-vasculaires rénales liées au diabète

Ce projet concentre les recherches pour prévenir les complications cardio-vasculaires rénales liées au diabète. L'objectif étant de découvrir de nouveaux biomarqueurs génétiques afin d'identifier les sujets à risque. Les recherches sont portées par une équipe réalisant une évaluation complète du génome, de l'épigénome et du transcriptome des patients diabétiques présentant des complications, en comparaison avec des patients sans complications. Les données (récoltées depuis le "Hong Kong Diabetes Registry") contenant l'évaluation biochimique des facteurs de risque et des antécédents médicaux ont été observées et étudiées sur plus de 10000 patients atteints de diabète de type 2.

Initié en 2014, ce projet est coordonné par le **Pr. Ronald Ching-Wan MA LI** (CUHK); en collaboration avec HKUST; et est financé à hauteur de 60.33 millions de HKD (6.4 millions d'euros).

### 3.1.3 Identifier les facteurs génétiques associés à la discopathie

Ce projet vise à définir les attributs fonctionnels des facteurs génétiques associés à la discopathie (pathologie désignant la dégénérescence des disques intervertébraux), et à déterminer comment la variation génomique contribue au risque, à l'apparition, à la gravité et à la progression de la maladie. Les applications attendues à long terme incluent la prédiction du risque d'une dégénérescence des disques intervertébraux, qui améliorera la prévention, la gestion de la maladie, et la conception de thérapies cellulaires améliorées pour protéger les disques sains de la dégénérescence, et retarder ou inverser le processus dégénératif, souvent dû à un trouble du vieillissement complexe composé à la fois de facteurs environnementaux et génétiques.

Initié en 2013, ce projet est coordonné par le **Pr. Kathryn S.E. CHEAH** (HKU); en collaboration avec les institutions CityU, University of Texas Dallas et Tsing Hua University; et est financé à hauteur de 74.5 millions de HKD (7.8 millions d'euros).

### 3.1.4 Combattre les troubles du systèmes nerveux

En adoptant deux approches complémentaires -la recherche fondamentale et la recherche translationnelle, ce projet vise à développer les bases essentielles pour le développement de traitements régénératifs à base de cellules souches neurales (cellules souches présentes dans le système nerveux qui peuvent s'auto-renouveler). Une étude des processus régulateurs sous-jacents à la neurogenèse (génération de cellules souches) sera réalisée. En utilisant la neurogenèse embryonnaire comme système modèle, l'objectif est de comprendre le mécanisme régulateur qui contrôle l'équilibre entre la prolifération et la différenciation des cellules souches neurales, en particulier la base moléculaire régissant la division cellulaire asymétrique. Dans le cadre de la recherche translationnelle, l'expertise sera mise au profit de la découverte de médicaments basés sur la médecine traditionnelle chinoise. En utilisant de nouvelles méthodologies d'extraction et des tests cellulaires issus d'animaux (souris), l'objectif sera d'identifier les agents possédant des activités neurogènes, et à terme, concentrer la recherche sur les traitements thérapeutiques pour traiter la dépression et les maladies de Parkinson et d'Alzheimer.

Initié en 2013, ce projet est coordonné par le **Pr. Nancy Y. IP** (HKUST); en collaboration avec les institutions HKU, CUHK et CityU; et est financé à hauteur de 60.8 millions de HKD (6.4 millions d'euros).

PAR JUSTINE ONG, LE 31 MARS 2018

## 3.2 Hong Kong, Territoire à la pointe de la recherche sur les maladies infectieuses

Les maladies infectieuses sont un problème majeur de santé publique : d'une part, elles sont l'une des principales causes de mortalité et de morbidité dans le monde (avec de fortes disparités en fonction du niveau de développement des pays), et d'autre part, l'ensemble des évolutions sociétales, environnementales et climatiques à l'œuvre sur la planète influencent continuellement le comportement et l'émergence de ces maladies. Leur impact socio-économique est conséquent.

Hong Kong fut le siège de plusieurs pandémies, de l'épidémie de peste de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle qui a permis à Alexandre Yersin de découvrir le bacille de la peste en 1894 à la première identification du virus de grippe aviaire A(H5N1) à la suite de l'épidémie de 1997 et surtout la pandémie de SRAS (syndrome respiratoire aigu sévère) qui a fait de nombreuses victimes en Chine et dans la région administrative spéciale en 2002-2003. Le sujet des maladies infectieuses continue aujourd'hui de susciter les réactions des médias et des services publics à chaque nouvelle annonce de cas à Hong Kong ou les provinces chinoises voisines.

Les instances de gouvernance du monde académique sont également promptes à promouvoir la thématique. En mars 2016 par exemple, c'est à l'Université de Hong Kong que la « Commission on a Global Health Risk Framework for the Future » de l'Académie de Médecine américaine est venue présenter en Asie le contenu de son rapport détaillant des recommandations de stratégies à mettre en place pour faire face à l'émergence de maladies.

Cependant, il ne s'agit pas seulement d'annonces et d'effets d'annonce, la recherche à Hong Kong est reconnue et très active dans le domaine des maladies infectieuses. Les financements provenant du Gouvernement de Hong Kong disponibles pour la discipline sont importants (Theme-based Research Scheme du RGC (Research Grant Committee) et Health and Medical Research Fund (HMRF) du Food and Health Bureau, programmes de financement de la recherche pour lesquels les maladies infectieuses font partie des thématiques prioritaires). La Hong Kong University et la Chinese University of Hong Kong se concurrencent pour le leadership.

### 3.2.1 A l'université de Hong Kong (HKU)

#### Le State Key Laboratory for Emerging Infectious Diseases

Ce laboratoire du Department of Microbiology, a été lancé en 2005 par le Ministère de la Science et de la Technologie du gouvernement chinois (Ministry of Science and Technology - MOST) suite à la contribution remarquable des chercheurs de HKU lors de l'épidémie de SRAS qui a touché la Chine et Hong Kong en 2002-2003 (c'est à l'Université de Hong Kong qu'a été identifié le coronavirus responsable de la maladie).

Le laboratoire travaille en collaboration avec le State Key Laboratory for Prevention and control of Infectious diseases (China CDC), le State Key Laboratory of Virology (Institute of Virology, Wuhan) et le State Key Laboratory for Biosafety and Pathogenic Microorganisms (Academy of Military Medical Sciences, Beijing). Il n'est pas en mesure de directement participer aux programmes de recherche nationaux chinois, mais il a cependant acquis une large renommée nationale et internationale. Le laboratoire

est formé de 11 chercheurs d'équipe à la tête de 5 équipes de recherche (Novel and emerging infectious diseases and microbial genomics, Novel and emerging antibiotic resistance, Respiratory Pathogens Including Influenza Viruses, Microbial pathogenesis, Molecular studies of emerging pathogens). Il est dirigé par les professeurs Kwok-Yung YUEN (pour Hong Kong) et Yi GUAN (pour la Chine continentale).

### **Pôle de Recherche Pasteur de l'Université de Hong Kong**

Le Pôle de Recherche Pasteur de l'Université de Hong Kong (HKU-Pasteur Research Pole) est un laboratoire de recherche fondé en 1999 à la suite d'un accord de partenariat signé entre l'Institut Pasteur de Paris et l'Université de Hong Kong. Ce laboratoire spécialisé dans la recherche fondamentale sur les maladies infectieuses, en particulier les infections respiratoires d'origine virale, est membre depuis 2004 du Réseau International des Instituts Pasteur (RIIP) qui inclut aujourd'hui 33 instituts répartis sur les 5 continents, et fait partie intégrante de l'école de santé publique de HKU (School of Public Health) depuis 2013. Le laboratoire est codirigé par les professeurs Roberto BRUZZONE et Malik PEIRIS.

Une trentaine de personnes (chercheurs, post-doctorants, étudiants, techniciens, administration) travaillent au HKU-Pasteur Research Pole, et les différents axes de recherche sont menés par 4 chargés de recherche (principal investigators).

- L'équipe du Dr. Sumana Sanyal se concentre sur les techniques de biologie cellulaire et moléculaire pour explorer les interactions entre virus (grippe, dengue, Zika) et hôte.
- L'équipe du Dr. Suki Lee est spécialisée dans l'étude de la réponse immunitaire de l'organisme après infection par le virus de la grippe.
- Les recherches du Dr. Chris Mok combinent virologie fondamentale et études cliniques en partenariat avec le First Affiliated Hospital de la Guangzhou Medical University autour de virus émergents responsables d'épidémies dans la région et dans le monde (gripes aviaires et porcines, MERS).
- Enfin, la quatrième équipe dirigée par le Dr. Sophie Valkenburg (recrutée en 2015) s'intéresse à la réponse immunitaire adaptative lors de l'infection par le virus de la grippe et cherche à développer un vaccin universel contre le virus.

HKU-Pasteur Research Pole jouit également d'une forte réputation en terme d'enseignement avec sa série de cours (niveau Master, Doctorat) : Virologie, Immunologie, Biologie Cellulaire. Depuis 2004, 700 étudiants de toute nationalité ont été formés.

### **Le Centre of Influenza Research**

Le Centre of Influenza Research (School of Public Health, The University of Hong Kong) rassemble plusieurs équipes de différents laboratoires de HKU dont la recherche se concentre sur le virus de la grippe et les pathologies associées. Il met en place une politique de recherche pluridisciplinaire et intègre recherche fondamentale, épidémiologie et recherche clinique à l'interface homme-animal. Ses objectifs sont de comprendre l'évolution des différents virus de grippe et les mécanismes d'émergence des épidémies, étudier la pathogénicité et les mécanismes de transmission des pathologies associées à ces virus, mettre en place des outils pour le contrôle, la prévention et l'intervention, développer de nouvelles stratégies cliniques (diagnostic, vaccins).

Le centre est l'un des 12 laboratoires à travers le monde désigné comme « laboratoire de référence H5 de l'OMS » (WHO H5 reference laboratory). Sa mission est de fournir à l'OMS des données liées à la circulation des virus de la grippe, évaluer les risques attribuables à la circulation de ces virus, et conseiller l'OMS sur la sélection des souches de virus les plus adéquates pour le développement de vaccins pré-pandémiques. Le centre est également impliqué dans des missions d'assistance et de formation dans la région. Le Centre of Influenza Research est dirigé par le professeur Malik PEIRIS.

### **Le centre collaborateur de l'OMS l'épidémiologie et le contrôle des maladies infectieuses**

La School of Public Health de HKU (dirigée depuis 2017 par le Prof. Keiji FUKUDA) a été désignée comme WHO Collaborating Centre for Infectious Disease Epidemiology and Control en 2014, pour une durée de 4 ans. Ce centre est dirigé par le Prof. Gabriel LEUNG (Doyen de la Faculté de Médecine Li Ka Shing, HKU) et le Dr. Wing-hong SETO (SPH, HKU). Les centres collaborateurs de l'OMS sont des institutions, instituts de recherche, départements d'universités ou d'instituts universitaires qui sont désignés par le(la) Directeur(trice) général(e) pour mener des activités de soutien en faveur des programmes de l'Organisation. Ce centre collaborateur est impliqué dans le perfectionnement des moyens de prévention et de contrôle des infections, notamment pour le virus de la grippe, le renforcement des capacités de surveillance locale de la situation de la résistance aux antimicrobiens, et enfin développer des stratégies de réponse d'urgence lors d'épidémies de nouveaux pathogènes émergents.

En avril 2016, le centre a organisé au sein de la School of Public Health de HKU une journée de symposium sur la transmission et le contrôle des pathogènes respiratoires à l'occasion de la signature d'un mémorandum d'entente entre la School of Public Health et le State Key Laboratory of Respiratory Disease (Guangzhou Medical University).

Remarque : la région administrative de Hong Kong compte 5 autres centres collaborateurs de l'OMS.

### **3.2.2 A la Chinese University of Hong Kong (CUHK)**

#### **Le Stanley Ho Centre for Emerging Infectious Diseases**

Il s'agit de l'autre pôle de recherche majeur sur les maladies infectieuses à Hong Kong, bénéficiant de fortes interactions avec la Chine continentale (China Center for Disease Control and Prevention ; Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences, Beijing ; Liuzhou Centre for Disease Control and Prevention, Guanxi province) mais aussi aux Etats-Unis, Canada, Royaume-Uni. Ce centre a été fondé en 2004 par le Prof. Joseph SUNG (Vice-Chancellor de CUHK), un autre scientifique qui s'est illustré pendant la crise du SRAS à Hong Kong en 2003 (désigné « Asian Hero » par le magazine Time). Il est actuellement dirigé par le Prof. David HUI, secondé par les Prof. Paul CHAN et Shui Shan LEE. Le centre est rattaché à la Faculté de Médecine de CUHK et à la School of Public Health and Primary Care. Les laboratoires se situent au Prince of Wales Hospital à Shatin.

Avec une équipe d'environ 15 chercheurs, les recherches du Stanley Ho Centre for Emerging Infectious Diseases se concentrent sur 6 domaines :

- virus de la grippe (équipe coordonnée par le Prof. Paul CHAN)
- VIH/Sida (équipe coordonnée par le Prof. Shui Shan LEE)
- Épidémiologie des maladies infectieuses (équipe coordonnée par le Prof. Shui Shan LEE)
- Tumorigenèse virale (équipe coordonnée par le Prof. Hsiang-Fu KUNG)
- SRAS, MERS et contrôle de l'infection (équipe coordonnée par le Prof. David HUI)
- Tuberculose

Les directeurs du centre sont impliqués dans les réseaux de santé publique régionaux et internationaux (OMS, Centre for Health Protection du Gouvernement de Hong Kong). Par ailleurs, le Département de microbiologie de CUHK (dirigé par le Prof. Paul CHAN) a mis en place un axe de recherche centré sur les virus respiratoires humains.

En 2013, la School of Public Health and Primary Care de CUHK a créé le Centre for Global Health, une plateforme visant à réunir les parties prenantes locales et internationale de la santé publique. L'une des composantes de ce centre s'intéresse tout particulièrement aux maladies infectieuses et réunit 3 chercheurs de l'école de santé publique de CUHK : les Prof. Tammy MEYERS, Xiaolin WEI et Greta TAM.

### 3.2.3 Ailleurs à Hong Kong

Le Prof. Yong XIE (**Division of Life Science, HKUST**) dirige un laboratoire dont les axes de recherche abordent également les maladies infectieuses. Il travaille notamment sur l'immunogénicité de virus à l'origine de maladies infectieuses (syndrome pied-bouche chez le porc, et papillomavirus humain).

**L'école de médecine vétérinaire de CityU** (School of Veterinary Medicine) s'intéresse en autres thématiques à l'émergence des zoonoses. L'équipe du Prof. Dirk U. PFEIFFER travaille notamment sur l'analyse spatiale et temporelle des données épidémiologiques, le développement de systèmes d'information sanitaire, la modélisation informatique des maladies animales, en associant recherche de terrain.

La University of Hong Kong (HKU) et la Hong Kong Polytechnic University (PolyU) se sont associées en 2015 pour mettre en place une fondation, **Respiratory Virus Research Foundation**, afin de promouvoir et de supporter la recherche en virologie à Hong Kong et de favoriser la mise en application de ses résultats. Le transfert technologique de la recherche fondamentale en biologie, ou son transfert commercial, reste encore relativement peu développé. La fondation est présidée par Antony Leung, PDG, Nan Fung Group, Prof. Paul Cheung Ying-sheung, vice président adjoint de HKU et directeur du bureau de transfert technologique de l'université, et Ir. Prof. Alexander Wai Ping-kong, vice président "Research Development".

PAR GABRIEL BÉNET, LE 13 FÉVRIER 2017

## 3.3 Le système de santé à Hong Kong

### 3.3.1 Un système de santé qui semble performant

Le Département de la santé (Department of Health, D.H.) conseille le gouvernement (M. KO Wing-Man est le Secrétaire d'État en charge de l'alimentation et de la santé) et assure un rôle de régulation du système de santé, de promotion, de prévention et d'éducation à la santé. Le DH gère 31 centres de santé maternelle et infantile. Il contribue également à superviser l'Autorité hospitalière en charge du management des hôpitaux publics et de structures de soins primaires. Les autorités de Hong Kong ont de longue date mis l'accent sur l'éducation à la santé, la vaccination des enfants, les politiques de prévention. Des consultations de planning familial sont accessibles pour 1 HKD par consultation. Le Centre de protection de la santé joue le rôle d'un Center for Disease Control local. Le DH a constitué différents comités consultatifs formés d'experts de haut niveau sur les principaux thèmes de santé publique.

#### Des statistiques de santé publique flatteuses

Avec une espérance de vie à la naissance parmi les plus élevées au monde (81,4 ans pour les hommes ; 87,3 ans pour les femmes), un taux de mortalité infantile particulièrement bas (1,3 pour 1 000), et un taux de mortalité maternelle faible (1.6 pour 100 000), les 7.31 millions d'habitants de Hong Kong peuvent être satisfaits de leur système de santé.

**Le cancer demeure la principale cause de décès avec 32% des décès masculins et 27% des décès féminins**, soit 189 décès par pour 100 000 habitants (266 à Shanghai). Le nombre de cancers a augmenté de près de 26% entre 2003 et 2010, mais le taux de décès n'a augmenté que de 17% grâce à l'amélioration des traitements et à un dépistage plus rapide et systématique.

**Les maladies cardiovasculaires représentent respectivement 22 et 24% des décès chez les hommes et les femmes de Hong Kong.** Un mode de vie trop sédentaire et de mauvaises habitudes alimentaires sont en cause. Mais l'incidence et le taux de mortalité sont notoirement plus faibles qu'en Chine continentale (44% des décès chez les plus de 35 ans selon l'Université de Harvard, 2016).

**Les maladies respiratoires représentent près de 20% des décès en 2014**, dont 16% pour la pneumonie, dont un pourcentage non négligeable d'origine nosocomiale (données Department of Health). Hong Kong est évidemment très exposée aux épidémies de grippe aviaire sévissant dans le sud de la Chine.

### **Une maîtrise exemplaire des dépenses de santé**

Les dépenses de santé représentent en 2016 16% des dépenses publiques à Hong Kong (21% pour l'éducation). Sur un budget annuel (2016-2017) de 347.5 milliards de HKD ( 41,5 Mds€), 22.3% ( 9.3Mds€) sont affectées aux dépenses de santé du secteur public soit 2,6% de PIB de Hong Kong. Additionnées aux dépenses du système privé (2.8 % du PIB), les dépenses totales de santé s'élèvent à 5,4% du PIB, ce qui place Hong Kong au premier rang international des systèmes de santé les plus efficaces. À titre de comparaison, les dépenses de santé avoisinent 12% du PIB en France, 17% aux Etats-Unis. Il faut cependant noter que les dépenses du gouvernement en matière de santé sont en augmentation constante depuis 10 ans (40% entre 2007 et 2012 par exemple).

### **Un système hospitalier à forte prédominance publique**

Fin 2015, Hong Kong disposait de 38 287 lits hospitaliers dont 27 895 publics et 4 014 lits dans des hôpitaux privés. 59 maisons de retraite médicalisées accueillent 5 498 lits. Le ratio de lits par habitant est au total de 5.2 pour 1 000 habitants, ce qui situe Hong Kong presque au niveau de la France (6.22 en 2013) mais nettement en dessous du Japon (13.3 en 2013).

Le système hospitalier public est géré par l'Autorité Hospitalière (Hospital Authority), un organisme indépendant de droit public créé en 1990, dirigé par un conseil d'administration suivi par le Secrétaire d'Etat à l'alimentation et la santé. Le président de l'Hospital Authority et les membres du conseil sont nommés par le gouvernement.

Hong Kong compte 42 hôpitaux publics pour 27 900 lits (3.81 lits publics pour 1 000 habitants contre 3.87 en France), 47 cliniques publiques de médecine spécialisée (specialist out-patient clinic), 73 cliniques publiques de médecine générale (general out-patient clinics) et 14 cliniques publiques de médecine traditionnelle chinoise.

Ces établissements sont regroupés depuis 1993 en 7 clusters géographiques. Chaque cluster est constitué autour d'un hôpital principal de soins aigus chef de file et composé de plusieurs hôpitaux de rang secondaire et de structures de rééducation ou de soins de longue durée.

En 2015, les hôpitaux publics ont accueilli 7.7 millions de journées d'hospitalisation et 2.2 millions de consultations. La durée moyenne de séjour est de 7.2 jours toutes spécialités confondues (5.8 en soins aigus), ce qui positionne favorablement le système hospitalier public de Hong Kong au regard des standards internationaux.

Les hôpitaux privés, au nombre de 12, offrent 4 000 lits (0.54 pour 1000 habitant contre 2.35 en France). Ils accueillent 21% des hospitalisations et près de 370 000 hospitalisations en 2015. Il existe en outre plus de 3 700 cabinets et centres de santé dans le secteur privé (médecine occidentale). Dentistes, infirmiers, pharmaciens, physiothérapeutes, chiropracteurs exercent également dans le privé.

Les deux systèmes, public et privé, sont théoriquement complémentaires : 90% des hospitalisations se font dans le public, le privé assurant 70% des consultations de médecine ambulatoire (prise en charge des patients en cabinet sans hospitalisation ou hospitalisation de quelques heures). Pour les soins de longue durée, les hospitalisations se font dans les hôpitaux publics. L'interaction entre les deux systèmes est favorisée par la mise en place de dossiers médicaux électroniques pour optimiser le suivi des patients et augmenter l'efficacité du système de santé en général (« ehealth », electronic health record sharing system). Ce programme lancé en 2008 est devenu pleinement opérationnel en mars 2016.

### Démographie des professionnels de santé

Fin 2015, 13 726 médecins (dont 45% de spécialistes) étaient enregistrés auprès du Medical Council of Hong Kong (MCHK), soit 1 médecin pour 534 habitants (1 pour 237 habitants en France en 2015), et un total de 50 461 infirmiers, soit 1 pour 145 habitants (1 pour 104 en France). La démographie est donc plutôt favorable et équilibrée entre catégories de professionnels de santé. Cependant, une majorité de médecins hongkongais exercent cependant dans le secteur privé (environ 60%) qu'ils rejoignent dès la fin de la formation de spécialité. Ce dernier est nettement plus attractif en termes de rémunération et de conditions de travail.

### Couverture des dépenses de santé

La politique de santé conduite par le gouvernement poursuit un objectif de couverture sanitaire universelle et les soins sont proches de la gratuité pour les titulaires d'une carte d'identité hongkongaise : personne ne peut être empêché d'accéder aux soins pour raisons financières. Une consultation externe de médecine générale (incluant les prescriptions et examens biologiques et radiologiques) dans un Centre de soins primaires public coûte 45 HKD pour un résident. S'il est adressé à un spécialiste, cette consultation lui coûtera 100 HKD pour un premier contact puis 60 HKD par visite de suivi et 10 HKD par médicament. Le suivi de soins maternels et infantiles est gratuit.

Les structures gérées par la DH et l'Autorité hospitalière ont accueilli respectivement 6.2 et 16.1 millions consultations externes en 2015. Les consultations de médecine chinoise traditionnelle (18 centres de formation et de recherche sont gérés par des ONG sur la base d'un contrat tripartite incluant Universités et HA) sont facturées 120 HKD.

Une admission dans un hôpital public est facturée au patient 100 HKD (12€). Le « forfait hospitalier » en unité de soins aigus est facturé 100 HKD (68 HKD pour des soins non aigus) incluant tous les soins et interventions, les examens biologiques et radiologiques, l'hôtellerie et les médicaments.

En réalité, le coût supporté par les patients représente moins de 5% du coût réel. L'activité libérale en secteur hospitalier public est réglementée et ne concerne que 400 lits et les recettes spécifiques engendrées (facturation en sus) vont en théorie intégralement à l'établissement de santé. Un dispositif d'aide sociale permet d'exonérer les résidents les plus pauvres de ces frais.

Dans le privé, une consultation de médecine générale coûte entre 180 HKD à 650 HKD (de 20 à 70€). Les prix des consultations de médecine spécialisée sont plus élevés. Les frais annexes (examens, médicaments) sont généralement en supplément.

Dans les hôpitaux privés, les tarifs journaliers varient de quelques centaines de dollars à plusieurs milliers selon le type de chambre (sans compter le prix des consultations, des médicaments ou des examens). Ainsi, le coût moyen d'une journée d'hospitalisation en soins aigus dans le privé se situerait entre 23 000 et 65 000 HKD (entre 2 700 et 7 700€). Ces soins sont pris en charge pour 64% des interventions par des assurances complémentaires privées (le reste des patients finançant eux-mêmes leurs dépenses médicales dans le privé).

Le marché des assurances santé individuelle privées à Hong Kong est relativement récent. Il croît rapidement depuis les années 2000. En 2008, environ 34% de la population était couvert par une assurance privée (individuelle ou professionnelle), aujourd'hui ce chiffre se situe autour de 43% (en France, environ 95% de la population serait couverte par une complémentaire santé). Les tarifs des assurances santé (les « premiums ») sont en augmentation, et selon un rapport du courtier Pacific Prime (2016), les prix à Hong Kong arrivent en deuxième position après les Etats-Unis (sur une liste qui classe 95 pays).



### 3.3.2 Des défis majeurs pour renforcer la performance du système de santé

#### Des failles dans les résultats de santé publique

Depuis 2011, les hôpitaux de Hong Kong connaissent une augmentation rapide des cas de bactéries multi-résistantes (+ 15% de 2011 à 2014) : en 2013, 22 936 patients avaient été infectés par une des trois souches principales. La densité de la population, le vieillissement et la sur-prescription d'antibiotiques sont les trois principales causes avancées. La saturation et l'obsolescence des principaux hôpitaux publics sont sans doute d'autres facteurs de risque.

Malgré une baisse tendancielle du nombre de fumeurs réguliers, Hong Kong reste confrontée à un niveau élevé d'hommes fumeurs (18,6%) et à une augmentation récente du tabagisme chez les femmes dont le niveau reste cependant bas (3,2%). Les autorités n'ont pu faire adopter une législation de type paquet neutre et ont exprimé leur admiration pour les mesures prises récemment en Australie et en France notamment.

Dans le même temps, du fait de facteurs nutritionnels et d'un mode de vie trop sédentaire, la population en surpoids progresse pour atteindre 49,6% des hommes et 29,5 % des femmes (respectivement 56,8 et 40,9 en France). Des campagnes d'éducation ont été renforcées pour améliorer la nutrition avec différents partenariats conduits avec des distributeurs locaux.

Enfin, le dispositif de prise en charge en matière de santé mentale est encore insuffisant. Hong Kong compte actuellement 330 psychiatres hospitaliers alors que la norme de l'OMS recommanderait d'en avoir 400 de plus. Or, la demande de soins est croissante (187 000 patients en 2011, 226 000 en 2016), notamment en matière de pédopsychiatrie ou de prise en charge des cas de démence sénile, et les « gestionnaires de cas » saturés.

#### Une augmentation régulière et inéluctable des dépenses de santé

L'utilisation des technologies les plus avancées et donc les plus onéreuses est exigée par une population éduquée et bénéficiant d'un niveau de vie élevé. Cela contraint le budget de la santé à la hausse. L'évolution du mode de vie entraîne également des soins plus longs et plus lourds pour les finances publiques (maladies chroniques comme les cancers, le diabète, les maladies cardiovasculaires).

En effet, Hong Kong fait face, comme bien d'autres pays, au vieillissement de sa population. En 1993, 9% de la population était âgé de 65 et plus, 15% en 2016, et les projections anticipent une proportion de 26% en 2031, et 30% en 2041. La demande de soins augmente en conséquence.

Des questions sont posées sur les capacités de financement à long terme du système de santé publique. Le gouvernement de la région administrative spéciale s'efforce de maintenir et de renforcer la participation du secteur privé dans la santé de la population pour répondre plus rapidement aux besoins.

L'Autorité Hospitalière a ainsi mis en place des partenariats public/privé (PPP) à tous les niveaux de soins (primaires, secondaires, tertiaires). De même, l'annonce mi-avril 2017 d'une possible augmentation des frais de prise en charge dans les services d'urgence (180 HKD contre 100 auparavant) vise à limiter l'engorgement des hôpitaux publics et à reporter une partie de la demande de soins vers le secteur privé.

#### Des files d'attente pour l'accès aux soins toujours plus longues dans le secteur public

Si chaque hongkongais a bien le droit d'être soigné dans le système public, il devra cependant attendre parfois très longtemps sauf à s'orienter vers le secteur privé. Il faut compter plusieurs dizaines de mois d'attente pour plusieurs opérations chirurgicales : de 8 à 30 mois pour une opération de la cataracte, 11 à 90 mois pour la pose d'une prothèse de genou. Le classement des patients par ordre de priorité est inévitable car la demande associée à une population de plus en plus âgée dépasse l'offre des services que

le secteur public peut fournir. Seul le secteur privé permet de choisir son praticien et le moment de son intervention chirurgicale.

Les maternités publiques sont particulièrement touchées par la surcharge des hôpitaux, et des voix s'élèvent pour critiquer le déséquilibre des capacités d'accueil entre les différents clusters qui peut engendrer des erreurs fatales. Ainsi le Prince of Wales Hospital (le 2<sup>ème</sup> plus grand hôpital de Hong Kong) compte 28 obstétriciens et gynécologues pour plus de 6 000 naissances par an, quand le Queen Mary Hospital en compte 28 avec un peu moins de 4 000 naissances par an.

Enfin, la différence d'égalité dans l'accès aux soins entre la Chine continentale et Hong Kong entraîne un afflux de « touristes médicaux ». Suivant les sources, entre 10 et 20% des patients des hôpitaux publics viendraient de Chine continentale. De même, les maternités hongkongaises ont pendant plusieurs années accueilli des mères du continent, mais face à l'agacement de la population, une interdiction totale d'accoucher dans les hôpitaux publics a été promulguée en 2012 par le gouvernement.

Afin de remédier à l'obsolescence et la saturation des établissements publics, l'Autorité Hospitalière (Hospital Authority) porte un plan de développement décennal validé en 2016. Parmi les différents projets, 11 hôpitaux seront restructurés ou agrandis et un nouvel hôpital de 2 400 lits est en cours de construction sur la zone de l'ancien aéroport de Kai Tak (Kowloon). Au total, ce plan doit permettre de créer 5 000 lits supplémentaires dans les hôpitaux, augmenter la capacité des cliniques publiques de médecine générale à 430 000 patients par an, et celle des cliniques de médecine spécialisée à 2,8 millions de patients par an.

### **Une démographie médicale en difficulté croissante**

Le manque de personnel hospitalier est un autre facteur qui allonge le temps d'accès aux soins dans le secteur public. Du fait de l'attrait du privé chez les jeunes diplômés, il manque de façon récurrente environ 250 médecins dans les hôpitaux publics d'après le ministre de la santé. Un rapport du gouvernement montre qu'il faudrait créer près de 6 200 postes de médecin supplémentaires d'ici 2041 pour maintenir un niveau de service équivalent à celui d'aujourd'hui. Après plusieurs années de diminution, le gouvernement de Hong Kong a donc augmenté le nombre de places disponibles (420 d'ici 2018) dans les deux facultés de médecine (The University of Hong Kong, et la Chinese University of Hong Kong).

L'Autorité Hospitalière (Hospital Authority) a également reculé l'âge de départ de la retraite de ses employés de 60 à 65 ans en juin 2015. Par ailleurs, les médecins formés à l'étranger sont autorisés à exercer dans les hôpitaux publics sous réserve d'obtenir une licence temporaire renouvelable annuellement par le Conseil médical (réticence des praticiens). Pour obtenir une licence permanente, la réussite d'un examen particulièrement sélectif et le succès d'un stage de 12 mois est nécessaire. Face à ces contraintes, le nombre de médecins diplômés à l'étranger reste faible dans les hôpitaux hongkongais.

### **La régulation des acteurs privés et du reste à charge laisse encore à désirer**

Une refonte de la régulation du système privé est en cours. Un enjeu majeur est de pouvoir continuer à inciter la population qui en a les moyens à utiliser le système privé tout en parvenant à encadrer les pratiques du marché des assurances santé privées, principalement en améliorant la transparence des prix. De même, le coût d'une visite d'un médecin à domicile n'est absolument pas régulé de l'aveu même des autorités. Les associations de patients (notamment la Patients' Rights association présidée par Tim Pang Hung-cheong) sont par ailleurs très attentives aux effets de seuil induits par les mesures visant à transférer la demande de soins vers le secteur privé.

En outre, le système de certification des établissements de santé ne concerne encore que très partiellement les établissements privés, notamment les centres de soins primaires privés. La qualité et la sécurité des soins n'y est donc pas garantie par les autorités sanitaires.

PAR FRÉDÉRIC BRETAR, BENOIT SEVCIK ET GABRIEL BENET, LE 6 JUIN 2017

### 3.4 Neurosciences : Hong Kong et la cartographie du cerveau

Une équipe de chercheurs du **Department of Electrical and Electronic Engineering de l'Université de Hong Kong (HKU)** a récemment publié les résultats de ses travaux qui viennent éclairer la question mal connue des réseaux neuronaux et de leur connectivité sur de longues distances.

En associant des techniques de stimulation et d'imagerie du cerveau de manière innovante, le laboratoire d'imagerie biomédicale et de traitement du signal dirigé par le professeur Ed Wu a **décrit de façon précise la dynamique de propagation de l'activité neuronale entre une région profonde du cerveau et des régions superficielles distantes**. Les scientifiques ont également étudié le rôle fonctionnel de cette dynamique. Ils ont publié leurs travaux au long cours dans la prestigieuse revue scientifique *Proceedings of the National Academy of Sciences (États Unis)*. Une occasion de rappeler également que, malgré un nombre relativement faible de chercheurs spécialisés en neurosciences, Hong Kong occupe tout de même une place importante dans la discipline et est étroitement impliqué dans le China Brain Project, le méga-projet chinois dans la course pour la cartographie du cerveau initiée par le BRAIN initiative américain et le Human Brain Project européen en 2013.

#### 3.4.1 Disséquer les circuits neuronaux du cerveau

Le laboratoire d'imagerie biomédicale et de traitement du signal (Laboratory of Biomedical Imaging and Signal Processing, The University of Hong Kong) du professeur Wu est déjà connu pour être un pionnier dans la recherche basée sur la technique d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), une technique utilisée pour étudier *in vivo* les changements de l'activité du cerveau lors de la réalisation de tâches cognitives ou motrices.

Pour étudier en détail la dynamique de la propagation de l'activité cérébrale au sein du cerveau, le laboratoire a ajouté à sa spécialité une autre technique de pointe en neurosciences, l'optogénétique. Cette dernière permet, grâce à des manipulations génétiques, de contrôler en temps réel l'activité de populations neuronales spécifiques dans de nombreux modèles animaux. C'est une technique de stimulation des neurones par la lumière qui apporte une précision spatiale bien supérieure aux méthodes expérimentales « standards » utilisées en neurosciences fondamentales, et qui offre la possibilité d'obtenir une meilleure dissection des circuits neuronaux en ciblant précisément les voies à activer ou inhiber.

L'optogénétique est principalement utilisée pour l'étude des connexions entre neurones sur des courtes distances à l'échelle du cerveau. Le professeur Wu et son équipe ont voulu l'appliquer à l'étude de circuits neuronaux sur de plus longues distances, en particulier en s'intéressant aux relations entre deux structures cérébrales : le thalamus, situé en profondeur, et les aires corticales, situées en périphérie. Ces deux structures sont fortement interconnectées et ensemble elles sont impliquées dans des fonctions essentielles comme l'élaboration des perceptions sensorielles, la mémoire, la motricité ou encore les rythmes veille-sommeil.

En prenant le rat comme modèle animal, les scientifiques de HKU montrent que les connexions fonctionnelles entre le thalamus et le cortex sont plus étendues que celles que les recherches avaient pu définir jusque-là. Par exemple, en stimulant une partie du thalamus connectée au cortex somato-sensoriel (qui traite l'information sensorielle détectée à la surface du corps comme la pression, la chaleur ou la douleur), ils ont enregistré une activation des cortex visuel et auditifs, des régions qui ne sont pas ou très peu connectées à cette partie du thalamus. Ils démontrent ainsi que le thalamus n'est pas un simple relai passif de l'information comme on le pensait. Cette structure cérébrale pourrait aussi être un initiateur d'interactions neuronales entre différentes régions du cerveau. L'équipe du professeur Wu postule que ces résultats vont inspirer d'autres recherches visant à identifier d'autres circuits cérébraux complexes,

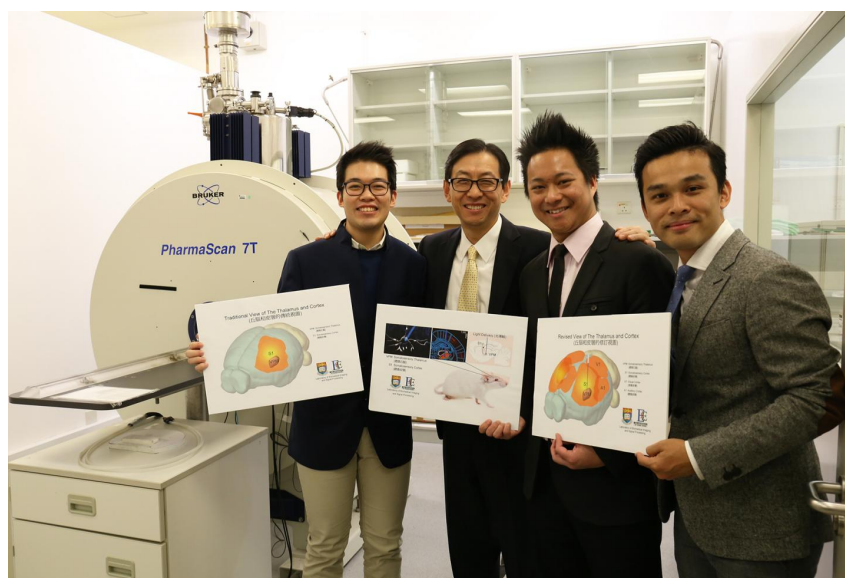


FIGURE 3.1 – Le professeur Wu et son équipe à l’occasion de la publication de leur étude (crédits : HKU)

dans l’optique d’affiner les cartes de connectivité du cerveau. Cela permettrait d’explorer de nouvelles voies de traitements pour des maladies neurologiques encore mal comprises comme l’autisme, l’épilepsie ou la maladie d’Alzheimer.

### 3.4.2 La course des mégaprojets de cartographie du cerveau

L’un des défis actuels dans le champ des neurosciences est donc de parvenir à une meilleure compréhension des interactions entre les différentes zones du cerveau à l’échelle de l’organe entier. L’objectif est de pouvoir, sur l’ensemble du cerveau, associer des activités neuronales et leurs caractéristiques spatiotemporelles à des fonctions et des comportements. Idéalement, une connaissance aussi précise du fonctionnement du cerveau permettrait de franchir une étape immense dans la compréhension et le traitement des maladies mentales.

Plusieurs « mégaprojets » construits autour de cet objectif ont vu le jour depuis la création du BRAIN Initiative américain et du Human Brain Project européen en 2013. La cartographie du cerveau humain, dont la faisabilité fait toujours l’objet de controverses, est désormais devenue le nouvel objectif d’une grande compétition mondiale. Fin 2016, la Chine a également lancé son propre projet sur 15 ans, le China Brain Project. La Chine participe fortement à l’accélération de la recherche en neurosciences à l’ $\frac{1}{2}$ uvre ces dernières années et elle est devenue le deuxième pays le plus productif derrière les Etats-Unis (la Chine n’était qu’en 11<sup>ème</sup> position en 2006).

### 3.4.3 La place de Hong Kong

Malgré des forces vives relativement modestes en nombre dans le domaine des neurosciences, Hong Kong est étroitement connecté aux efforts chinois. Nancy Ip, directrice du SKL (les State Key Laboratories sont des laboratoires financés et administrés par le gouvernement de la République populaire de Chine) « Molecular Neuroscience » à HKUST (The Hong Kong University of Science and Technology), est en effet l’une des co-fondatrices du China Brain Project. Le 4 mai 2017, dans le cadre des Distinguished Lectures de l’institut d’études avancées de HKUST, Nancy Ip a d’ailleurs invité Mu-Ming Poo, le directeur de l’Institut de Neurosciences de l’Académie chinoise des sciences et l’autre principal coor-

donnateur du China Brain Project, à venir décrire le projet qui doit rassembler 6 000 chercheurs issus de différentes disciplines.

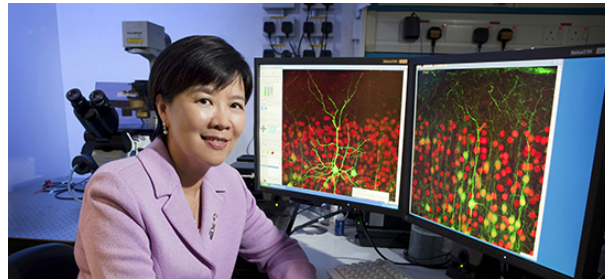


FIGURE 3.2 – Le professeur Nancy IP (crédits : HKUST)

Mu-Ming Poo a rappelé qu'à la différence des projets américains ou européens, le projet chinois donne une place plus importante à l'étude des maladies mentales via le développement de nouvelles technologies pour observer l'activité des circuits cérébraux. Avec l'allongement de la durée de vie en Chine, la pression exercée par les troubles neurologiques en regard de la taille de la population est en effet régulièrement mise en avant. Mu-Ming Poo a également souligné que la Chine possède un avantage, celui de pouvoir travailler sur des primates (macaques) comme modèle animal. Les résultats des recherches conduites sur ce modèle peuvent se traduire plus rapidement en applications thérapeutiques pour l'homme.

PAR GABRIEL BENET, LE 6 JUIN 2017

**Sources :**

- HKU scientists utilise innovative neuroimaging approach to unravel complex brain networks
- Unravelling the brain : Dr Ed Wu on non-invasive neuroscience
- Rapid growth in neuroscience research, ScienceDaily, avril 2017
- Worldwide initiatives to advance brain research, Nature Neuroscience, septembre 2016
- Q&A : One of the Brains behind the China Brain Project, Scientific American, novembre 2016
- China Brain Project : Basic Neuroscience, Brain Diseases, and Brain-Inspired Computing, Neuron 2016
- Conférence de Mu-Ming Poo à HKUST le 4 mai 2017

### 3.5 Les biotechnologies à Hong Kong : Hong Kong, la Chine, le monde ?

L'industrie des biotechnologies est un secteur encore émergent mais en constante progression à Hong Kong. Son développement fait partie des axes stratégiques de la Région Administrative Spéciale (RAS) dans sa volonté de transformer son économie et de diversifier ses opportunités de croissance au-delà d'un unique statut de place financière internationale. Pour cela, un maître mot : innovation. Outre les technologies de l'information, les FinTech, la robotique, l'intelligence artificielle, les smart cities, ou encore les technologies de l'environnement, Hong Kong entend également améliorer ses performances en R&D dans le domaine des biotechnologies, principalement celles tournées vers le secteur de la santé.

#### 3.5.1 Les biotechnologies, rappels

L'essor des biotechnologies modernes, entamé vers le tournant des années 70-80, s'est basé sur la profonde évolution des savoirs et des techniques en biologie : explosion des connaissances en génétique,

performance et accessibilité des outils moléculaires, et accumulation d'un grand nombre de données biologiques produites par les programmes de séquençages des génomes, essor de la bioinformatique.

Le terme de « biotechnologies » renvoie à l'ensemble des méthodes et des techniques utilisant des éléments du vivant (organismes, cellules, éléments sub-cellulaires ou molécules du vivant) pour produire des biens ou rendre des services. Si les biotechnologies peuvent faire référence à un ensemble de domaines (agroalimentaire, cosmétique, éco-industries), leur application concerne principalement le domaine de la santé humaine (premier secteur d'investissement).

Dans ce domaine, les entreprises de biotechnologies font référence aux entreprises qui produisent des produits ou des services (nouveaux médicaments, cellules souches et médecine régénérative, thérapie génique et cellulaire, vaccins, tests de diagnostic, pharmacogénétique et médecine personnalisée, e-santé, etc) en utilisant des techniques innovantes issues des dernières avancées de la recherche en biologie, médecine, sciences de l'ingénieur, informatique, chimie.

### **3.5.2 Un démarrage tardif à Hong Kong**

Hong Kong a commencé tardivement à se positionner stratégiquement dans le secteur des biotechnologies, vers le début des années 90, et avec une faible réputation en termes d'innovation technologique. Lors des deux dernières décennies, la RAS a alors réalisé des avancées considérables pour développer ses capacités de R&D en sciences de la vie, dans un contexte global de vieillissement des populations, d'intensification et de complexification des besoins en santé.

Le gouvernement de Hong Kong a mis en place l'Innovation and Technology Fund (ITF) en 1999, doté d'une enveloppe de 5 milliards de Hong Kong dollars et renouvelée du même montant en 2015. L'objectif de l'ITF est de soutenir des projets qui contribuent à la mise à niveau de l'industrie hongkongaise pour l'innovation et la technologie. Ce fonds comprend 4 programmes qui doivent répondre à différents besoins : le Innovation and Technology Support Programme, le University-Industry Collaboration Programme, le General Support Programme, le Enterprise Support Scheme (lancé en avril 2015). Il faut aussi mentionner le R&D Cash Rebate Scheme, un crédit d'impôts intégré à l'ITF en 2016.

En mars 2016, un total de plus de 5000 projets, dont près de la moitié en R&D, ont pu bénéficier de financements de l'ITF. Les projets de R&D financés sont principalement liés aux technologies de l'information (27%), aux technologies de production industrielle (18%), et aux biotechnologies (10%).

Plus de la moitié des fonds de R&D à Hong Kong sont alloués à des projets de recherche menés dans les universités. Par l'intermédiaire de son programme Technology Start-up Support Scheme for Universities (TSSSU), l'ITF dégage également une somme de 24 millions HKD par an pour 6 des universités locales. Ce fonds doit encourager les chercheurs à se lancer dans l'établissement de sociétés technologiques pour commercialiser les résultats de leur recherche.

En novembre 2015, le gouvernement de Hong Kong a créé un bureau dédié pour mettre en place et encadrer ses politiques de soutien à l'innovation et la technologie : le Innovation and Technology Bureau. Son objectif affiché est de développer un écosystème dynamique qui relie les acteurs clés de la R&D grâce à 5 axes stratégiques majeurs :

- fournir des infrastructures technologiques de haut niveau pour les entreprises, les instituts de recherches et les universités ;
- proposer un soutien financier aux parties prenantes de l'industrie et de la sphère académique pour développer et commercialiser leurs découvertes ;
- encourager l'arrivée et la formation de nouveaux talents ;
- renforcer les collaborations scientifiques et technologiques avec les autres économies partenaires et principalement la Chine continentale ;
- favoriser une culture de l'innovation.

Dans le domaine des biotechnologies, un tel écosystème est encore modeste. Le gouvernement de

Industrial Sector	Programme										Total	
	Innovation and Technology Support Programme		General Support Programme		University-Industry Collaboration Programme		Small Entrepreneur Research Assistance Programme		Enterprise Support Scheme			
	No	\$M	No	\$M	No	\$M	No	\$M	No	\$M	No	\$M
Biotechnology	288	619.7	22	22.3	91	154.2	45	80.4	3	6.2	449	882.9
Electrical and Electronics	574	2908.4	10	10.1	50	49.3	113	141.0	10	25.3	757	3134.0
Environmental	91	195.5	3	3.3	13	21.9	17	20.1	3	8.1	127	249.0
Information Technology	460	2399.7	24	17.1	70	74.9	198	224.6	7	18.7	759	2735.0
Foundation Industries	742	2886.1	13	11.3	76	66.8	23	22.7	6	36.9	860	3023.8
Textiles/ Clothing/ Footwear	114	631.1	1	0.4	5	3.3	4	3.2	0	0.0	124	638.1
General (Cross-sectors)	12	90.8	2905	1087.0	2	0.6	2	3.4	0	0.0	2921	1181.7
Others	189	392.1	16	21.5	9	8.4	14	12.9	2	1.6	230	436.5
<b>Total:</b>	<b>2470</b>	<b>10123.5</b>	<b>2994</b>	<b>1172.8</b>	<b>316</b>	<b>379.4</b>	<b>416</b>	<b>508.2</b>	<b>31</b>	<b>97.0</b>	<b>6474*</b>	<b>12845.2**</b>

FIGURE 3.3 – ITF : distribution des projets approuvés entre les différents secteurs industriels.

Hong Kong situe le nombre de compagnies liées aux biotechnologies entre 250 et 300, même si ce chiffre se rapporte à une définition large des biotechnologies (« entreprises du secteur de la santé exerçant une activité dans le domaine des produits pharmaceutiques, médicaux, de la médecine traditionnelle chinoise, des dispositifs médicaux et des outils diagnostics », cette définition ne précise si les entreprises sont impliquées dans un processus de R&D ou non).

### 3.5.3 La place du Hong Kong Science and Technology Park

Le gouvernement de la RAS de Hong Kong a également beaucoup investi dans la création d'institutions dédiées à renforcer les capacités de la région en R&D dans le secteur des biotechnologies. Le meilleur exemple est la construction du Hong Kong Science and Technology Park (HKSTP) en 2001. Aujourd'hui ce parc scientifique abrite 623 entreprises (72% d'entreprises hongkongaises et 28% d'entreprises étrangères), dont près de 100 entreprises dédiées aux biotechnologies (leur nombre a doublé au cours des deux dernières années).

Pour Daniel Lee, directeur du cluster « Biotechnology » au HKSTP, un vrai écosystème s'est bien créé à Hong Kong, au sein du parc. À son arrivée fin 2013, après plusieurs années passées aux États-Unis et en Chine auprès de grandes multinationales de l'industrie pharmaceutique (Johnson and Johnson, Biogen, GSK, Roche), il prit la décision de focaliser la stratégie du HKST sur 2 secteurs : les approches « omiques » et la thérapie cellulaire (incluant les cellules souches).

« Cela ne veut pas dire que l'on ne regarde pas vers d'autres industries, d'autres techniques, mais il faut commencer par promouvoir des technologies sur lesquelles on peut parier avec confiance, pour faire éclore un dynamisme. Et en deux ans ça a décollé. Aujourd'hui, le secteur des diagnostics représente près de 1/3 de notre portfolio. Nous avons eu un succès majeur avec Dennis Lo (professeur à la Chinese University of Hong Kong,

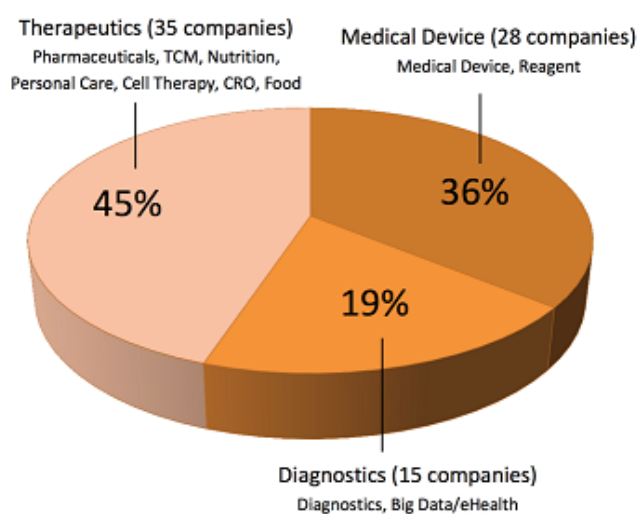


FIGURE 3.4 – La communauté des entreprises de biotechnologies au HKSTP, source : HKSTP.



FIGURE 3.5 – Daniel Lee, directeur du cluster Biotechnology au HKSTP, et Samantha Yung, chargée de projet. 28 août 2017.

pionnier de la technologie de biopsie liquide pour réaliser des diagnostics précoces) ».

« Dennis Lo a fondé deux entreprises en partenariat avec nous, Xcelom et Cirina, orientées vers la détection précoce de différents types de cancer. Et quand vous commencez à avoir des grands noms, d'autres entreprises regardent de près ce que vous faites. Nous avons des entreprises qui viennent de Taïwan pour développer des techniques de génétique pour le diagnostic du cancer colorectal, une entreprise "spin-off" de Stanford pour commercialiser de nouveaux réactifs chimiques afin de réduire les coûts des séquenceurs de nouvelle génération, une autre de Harvard pour développer une nouvelle technique de séquençage de cellule unique ? À partir du moment où vous avez un écosystème complet, les entreprises arrivent »

« En ce qui concerne la thérapie cellulaire, je pense que nous pourrions faire encore plus fort. Nous avons déjà fondé le Ming Wai Lau Centre for Reparative Medicine avec le Karo-



linska Institutet de Suède, nous avons un autre partenariat avec le Guangzhou Institutes of Biomedicine and Health (GIBH) pour fonder le Guangzhou Hong Kong Stem Cell and Regenerative Medicine Research Centre, nous développons des liens avec Stanford, l'université d'Édimbourg, Cambridge, Monash, donc avec l'ensemble du monde. »

### 3.5.4 Hong Kong, une porte vers la Chine ?

Pourquoi cet engouement pour Hong Kong qui n'a pourtant pas une longue histoire en termes d'innovation dans les biotechnologies ?

« Certes les financements sont importants, mais la raison est plus spécifique aux avantages que peut apporter Hong Kong aux entreprises qui souhaitent se développer en Asie, et en particulier en Chine. Ici, elles pourront trouver transparence juridique, protection des données, protection de la propriété intellectuelle, libre circulation des données, y compris génétiques. Il s'agit de quelque chose d'unique qu'ils ne peuvent trouver ailleurs. Si vous développez votre entreprise en Chine, certes vous aurez plus de données, mais elles seront accompagnées d'un point d'interrogation, vous ne pourrez vous en servir pour établir des comparaisons »

« Nous pouvons devenir un hub asiatique pour les biotechnologies, car contrairement à d'autres centres régionaux comme Singapour, nous avons des liens forts avec la Chine continentale, et en particulier des partenariats dans la région du Delta de la rivière des perles (PRD). Nous avons par exemple établi un « green channel » avec le Development District de Guangzhou [Canton] pour permettre le transfert d'échantillons biologiques via des procédures simplifiées »

ajoute Daniel Lee.

« Ce que nous proposons aux entreprises qui veulent se lancer sur le marché chinois, c'est de s'implanter à Hong Kong. Cela reste beaucoup plus efficace pour elles. De nombreuses sociétés étrangères se sont heurtées à des difficultés en essayant de se développer directement en Chine continentale, et beaucoup ont dû renoncer. Depuis Hong Kong, vous pouvez accéder en 30 minutes de train à l'ensemble de la région du PRD, forte d'une population de 120 millions d'habitants ».

Par ailleurs, il est à souligner que les résultats des essais cliniques réalisés à Hong Kong (dans les centres hospitalo-universitaires agréés de CUHK et HKU) sont reconnus par les autorités chinoises (SFDA, l'agence chinoise des produits alimentaires et médicamenteux). Cela fait de Hong Kong le seul endroit hors de la Chine continentale permettant cette transférabilité. À l'heure actuelle, la majorité des essais cliniques conduits à Hong Kong sont faits en phase 3, la phase la moins risquée qui ne capte qu'une faible valeur ajoutée. Il existe donc de sérieuses opportunités pour la région administrative spéciale à travers le développement d'essais cliniques en phases 1 et 2.

Malgré la récente progression de Hong Kong dans le champ des biotechnologies via l'implication du HKSTP, Daniel Lee reste modéré et ne parle pas encore de « success story »

« Nous avons fait des progrès c'est certain. Nous hébergeons près de 100 entreprises de biotechnologies, dont 20 en incubation au sein de notre programme Incu-Bio. Mais comme je pense qu'à Hong Kong le secteur des biotechnologies est encore à petite échelle et que nous avons déjà rassemblé tous les acteurs présents sur place, les nouvelles opportunités vont être limitées. Je ne veux pas baisser la barre, il faut que nous restions focalisés sur l'innovation, la nouveauté et la qualité. Nous allons donc maintenant chercher à nous exporter à l'étranger. Nous développons en ce moment un partenariat avec des laboratoires

à Palo Alto. Nous y allons pour la technologie des dispositifs médicaux. En Europe, nous ciblerons l'Allemagne, la Suisse. Et la France pour la thérapeutique »

détaille Daniel Lee.

### **3.5.5 Un défi : attirer les investissements privés**

Si le support financier du gouvernement est conséquent à Hong Kong, en particulier dans le domaine des sciences du vivant, les investissements en R&D en comparaison du PIB restent à un niveau bien inférieur à celui des concurrents asiatiques comme Taiwan, Singapour ou la Corée du Sud. Ils se situent à 0.76% du PIB à Hong Kong (2015, d'après le Census and Statistics Department), contre 2.2% à Singapour (2014, d'après les données de la Banque Mondiale), 4.2% en Corée du Sud (2015, d'après les données de la Banque Mondiale), et 3.1% à Taïwan (2015, d'après des chiffres de l'OCDE). Un autre défi est de mobiliser des fonds du secteur privé. Bien que Hong Kong soit le siège d'une industrie de « capital-risque » parmi les plus dynamiques au monde, peu de fonds d'investissement s'engagent substantiellement dans les biotechnologies. La plupart des sociétés de capital-risque, si elles s'intéressent aux biotechnologies, ont tendance à investir dans des entreprises à l'étranger, notamment en Chine.

PAR GABRIEL BENET, LE 16 OCTOBRE 2017

#### **Sources :**

1. Interview avec Daniel Lee, réalisée le 28 août 2017.
2. Hong Kong : The Facts, Innovation and Technology, ITC. [http://www.itc.gov.hk/en/doc/HK\\_factsheets\\_I&T\\_\(EN\)\\_\(May2016\).pdf](http://www.itc.gov.hk/en/doc/HK_factsheets_I&T_(EN)_(May2016).pdf)
3. Interview, Albert Cheung-Hoi Yu ? Chairman, Hong Kong Biotechnology Organization, Pharma-boardroom, 13 juin 2017? <https://pharmaboardroom.com/interviews/interview-albert-cheung-hoi-yu/>
4. Nature Biotechnology 24, 221 - 222 (2006) doi :10.1038/nbt0206-221 ?Chinese biotech : the need for innovation and higher standards, Grace H W Wong ? <https://www.nature.com/nbt/journal/v24/n2/full/nbt0206-221.html>
5. Hong Kong Start-up Trends : The Healthcare Sector, Wenda Ma, HKTDC Research, 17 juillet 2017 <http://economists-pick-research.hktdc.com/business-news/article/Research-Articles/Hong-Kong-Start-up-Trends-The-Healthcare-Sector/rp/en/1/1X000000/1X0AARDE.htm>
6. L'innovation à Hong Kong, de quoi parle-t-on? Entretien avec Frédéric Bretar, "Le CNRS en Chine", N°24, Avril 2017, p. 44-46? [https://cn.ambafrance.org/IMG/pdf/cnrsenchine\\_24\\_fr\\_finale-site\\_20170418.pdf](https://cn.ambafrance.org/IMG/pdf/cnrsenchine_24_fr_finale-site_20170418.pdf)

## **3.6 Une équipe de chimistes de la University of Hong Kong améliore la synthèse de molécules anti-cancéreuses prometteuses**

Les molécules de cortistatine (à ne pas confondre avec le neuropeptide du même nom) ont été isolées en 2006, et elles ont révélé depuis d'intéressantes propriétés antiprolifératives. De ce fait, elles intéressent beaucoup les scientifiques développant de nouvelles stratégies thérapeutiques dans la lutte contre le cancer, mais aussi contre l'infection par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH). Cependant, il est difficile de recueillir la cortistatine à partir de source naturelle. La synthèse chimique de cette molécule organique complexe est donc devenue un objet de recherche à fort enjeu.

Récemment, une contribution significative dans ce domaine a été apportée par une équipe de chimistes de l'Université de Hong Kong (HKU) dirigée par le professeur Pauline Chiu. Les chercheurs du

département de chimie ont réussi à mettre au point une méthode de synthèse complète de deux molécules de cortistatine, les cortistatine A et J. Ces molécules pourraient constituer un nouvel outil pharmacologique pour réduire la croissance tumorale.

En 2006 et 2007, l'équipe du Dr. Motomasa Kobayashi de l'université d'Osaka isolait une nouvelle famille d'alcaloïdes stéroïdiens à partir d'une éponge de mer, *Corticium simplex*. Cette découverte a été faite alors qu'ils sélectionnaient des substances capables d'inhiber la prolifération des cellules endothéliales de la veine ombilicale chez l'homme (HUVECs).

Les molécules isolées ont été appelées cortistatines (onze au total, cortistatines A à H et J à L, à ne pas confondre avec le neuropeptide cortistatine), les cortistatines A et J présentant la plus forte activité anti-proliférative contre les HUVECs [1-2]. C'est cette propriété anti-angiogénique (qui inhibe la formation de nouveaux vaisseaux sanguins) qui se révèle intéressante sur le plan thérapeutique.

Le potentiel thérapeutique de l'activité anti-angiogénique des cortistatines concerne d'abord la lutte contre le cancer. Lorsqu'une tumeur acquiert un diamètre qui dépasse 2 millimètres, les cellules tumorales ne peuvent plus s'alimenter uniquement à partir des vaisseaux sanguins situés autour, elles ont besoin de leur propre irrigation sanguine pour continuer à se développer. Elles sont alors capables de déclencher la formation de nouveaux vaisseaux pour assurer leur vascularisation mais également diffuser des métastases vers d'autres tissus. C'est le processus d'angiogenèse [3].

En inhibant la vascularisation des tumeurs, il est en théorie possible de freiner leur croissance. Le développement de médicaments anti-angiogéniques a donc constitué une avancée importante en oncologie pour le traitement de certaines tumeurs, en s'ajoutant aux traitements de chimiothérapie et de radiothérapie considérés comme peu spécifiques. Plusieurs de ces médicaments ont été mis sur le marché : le bevacizumab (Avastin®), le sunitinib (Sutent®) et le sorafénib (Nexavar®) [4]. Les cortistatines constitueraient donc, de par leur propriété anti-angiogénique, une piste à étudier pour élargir l'arsenal thérapeutique anticancéreux.

La famille des cortistatines a également fait parler d'elle dans la recherche thérapeutique contre l'infection par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH). Les patients infectés par le VIH suivant une thérapie antirétrovirale (ART) restent sous traitement pour toute leur vie car le virus est capable de survivre dans des cellules dormantes infectées, invisibles pour les défenses immunitaires. Si le traitement est interrompu, ces réservoirs provoquent un rebond viral et une progression clinique du Sida (syndrome d'immunodéficience acquise).

Des chercheurs du Scripps Research Institute, un centre de recherche biomédicale américain, ont synthétisé en 2008 une molécule dérivée de la cortistatine A, la didéhydro-cortistatine A, qui a été brevetée en 2012. En juillet 2015, ils ont montré que cette molécule possède une activité antivirale efficace contre les cellules infectées par le VIH. La didéhydro-cortistatine A inhibe la réplication du matériel génétique viral dans les cellules infectées, et permet ainsi de maintenir l'infection dans un état latence quasi-permanent en diminuant la réactivation du virus à partir de ses « réservoirs » de cellules dormantes infectées [5]. Cependant, pour pouvoir évaluer expérimentalement le potentiel thérapeutique des cortistatines à grande échelle, un problème se pose : obtenir des quantités significatives de la molécule à étudier. Or, il existe peu de sources naturelles de cortistatines. Pour cette raison, le développement de la synthèse chimique en laboratoire de cette molécule prometteuse a pris de l'ampleur depuis quelques années. Jusque-là, plusieurs laboratoires sont déjà parvenus à synthétiser des molécules de cortistatines, et à partir de ces travaux, une équipe de chimistes de l'Université de Hong Kong (HKU) a publié récemment une nouvelle méthode remarquablement performante de synthèse totale des cortistatines A et J dans le journal *Chemistry European Journal* (Volume 21, numéro 41, 5 octobre 2015) [6].

Selon le professeur Pauline Chiu et ses collaborateurs du Department of Chemistry, leur synthèse atteint le rendement le plus élevé obtenu jusque-là. « *Trouver de nouvelles réactions chimiques constitue un champ de recherche extrêmement important, car toute nouvelle réaction peut devenir un outil utile, ouvrant la porte à la synthèse de nombreuses molécules intéressantes. Dans notre cas, la réaction de*

*cyclo-addition que nous avons développée fut la réaction clé du rendement efficace de notre synthèse de cortistatine A* » a rapporté Pr. Pauline Chiu [7]. Cette réaction chimique pourrait donc également servir à la synthèse d'autres composés biologiquement actifs, ce que le laboratoire va continuer à étudier.

Le haut rendement de la nouvelle voie de synthèse de cortistatines développée par les chimistes de HKU est une avancée pour les futures études pharmacologiques du potentiel thérapeutique de ces molécules dans la lutte contre le cancer et l'infection par le VIH. Le comité de lecture du Chemistry European Journal qui a publié les travaux de Pr. Pauline Chiu et son équipe a d'ailleurs répertorié la publication comme « hot paper ».

PAR GABRIEL BENET, LE 23 DÉCEMBRE 2015

#### Sources :

1. Aoki S, Watanabe Y, Sanagawa M, Setiawan A, Kotoku N, Kobayashi M. (2006). Cortistatins A, B, C, and D, Anti-angiogenic Steroidal Alkaloids, from the Marine Sponge *Corticium simplex*. *J. Am. Chem. Soc.*, 128 (10) :3148-3149
2. Aoki S, Watanabe Y, Tanabe D, Setiawan A, Arai M, Kobayashi M. (2007). Cortistatins J, K, L, novel abeo-9(10-19)-androstane-type steroidal alkaloids with isoquinoline unit, from marine sponge *Corticium simplex*. *Tetrahedron Lett* 48(26) :4485-4488
3. Médecine expérimentale, cours de Pierre Corvol (Collège de France, Chaire de Médecine expérimentale 1989-2012). [http://www.college-de-france.fr/media/pierre-corvol/UPL17128\\_pcorvolcours0506.pdf](http://www.college-de-france.fr/media/pierre-corvol/UPL17128_pcorvolcours0506.pdf)
4. Utilisation des médicaments anti-angiogéniques en oncologie, <http://www.soc-nephrologie.org/esociete/groupe/angiogeniques/antiangio2.htm>
5. News Release : Scripps Research Institute-Designed Drug Candidate Significantly Reduces HIV Reactivation Rate, <http://www.scripps.edu/news/press/2015/20150708valente.html>
6. Kuang L, Liu LL, Chiu P. (2015). Formal Total Synthesis of (+)-Cortistatins A and J. *Chem. Eur. J.* 21 :14287-14291
7. Press Release : HKU chemists develop new strategy to synthesize molecule that could help mitigate cancer tumour development, [http://www.hku.hk/press/news\\_detail\\_13679.html](http://www.hku.hk/press/news_detail_13679.html)

### 3.7 L'alimentation nocturne pourrait doubler les risques de développement du cancer du sein

Une équipe de scientifiques hongkongais révèle des liens entre nos habitudes de vie et les facteurs qui augmentent les risques du cancer du sein. Les risques chez la femme peuvent en effet être multipliés par deux selon le mode de vie suivi.

Le cancer du sein est le cancer féminin le plus fréquent ; le deuxième de tous les cancers mortels en France et le troisième cancer le plus mortel à Hong Kong. Il représente environ 30% des cancers chez la femme. Contrairement aux idées reçues, les hommes sont aussi concernés, même si le cas est plus rare (1% du nombre total de cancers et 0,5% des cancers masculins).

Même si la prédisposition génétique et les antécédents familiaux restent les principaux facteurs, de nombreuses études ont montré que les facteurs environnementaux peuvent également influencer et augmenter les risques de cancer. **Une étude menée par l'Université chinoise de Hong Kong (CUHK)** a révélé que les femmes consommant du riz ou des nouilles après 22h auraient plus de risque de développer un cancer du sein, particulièrement lorsque les aliments sont ingérés entre minuit et 4h du matin. Cette étude a été réalisée sur un échantillon de 1835 femmes des hôpitaux publics de Hong Kong. Les données

Hong Kong		France	
Population totale : plus de 7 millions Population femmes : environ 4 millions		Population totale : plus de 66 millions Population femmes : environ 34 millions	
Cancer	Cancer du sein	Cancer	Cancer du sein
14600	3900	174000	54000
Pourcentage	27%	Pourcentage	31%

FIGURE 3.6 – Nombre moyen de cancers chez la femme recensé en 2014

récoltées s'étalent sur une période comprise entre 2012 et 2015. Le risque augmente de moitié si les aliments sont consommés après 22h, et ce, au moins une fois par semaine pendant plus d'un an.

Shelly Tse Lap-ah, l'un des auteurs de l'étude, a bien indiqué des corrélations possibles entre la consommation nocturne et les risques de développer un cancer du sein sans toutefois affirmer des liens de causalité directs. Des études réalisées antérieurement ont également révélé que cette habitude de manger ou grignoter tard le soir pouvait perturber le système neuro endocrinien, y compris la réduction de la mélatonine (une hormone qui aide à protéger le corps contre le vieillissement). Des recherches plus approfondies, réalisées sur une plus longue période vont être poursuivies, afin de confirmer le lien de causalité entre la consommation nocturne d'aliments et les risques de développer un cancer du sein.

PAR JUSTINE ONG, LE 30 MARS 2017

**Sources :**

1. <http://www.scmp.com/lifestyle/health-beauty/article/2023989/hong-kongs-15000-cases-breast-cancer>
2. <https://www.hkbcf.org/article.php?aid=138&cid=6&lang=eng>
3. <http://www.e-cancer.fr/Professionnels-de-sante/Les-chiffres-du-cancer-en-France/>
4. [https://www.ligue-cancer.net/article/6397\\_les-chiffres-cles-des-cancers](https://www.ligue-cancer.net/article/6397_les-chiffres-cles-des-cancers)
5. <http://www.worldwidebreastcancer.com/breast-cancer-statistics-worldwide/>
6. <https://fr.statista.com/statistiques/472123/nombre-femme-population-france/>

### 3.8 Résistance aux antibiotiques : la région de Hong Kong mobilisée face aux difficultés

Dans un contexte mondial de promotion d'une approche globale de la santé publique, Hong Kong s'engage depuis plusieurs années contre la menace toujours grandissante causée par le problème de la résistance microbienne aux antibiotiques. La région administrative spéciale oriente sa politique de santé publique vers la sensibilisation de sa population, un accompagnement des pratiques médicales et vétérinaires et le développement d'une recherche biomédicale active. Toutefois, au delà de ces bonnes intentions, la réalité de la situation comprend de nombreuses difficultés qui rendent le problème complexe.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a récemment remis en avant son combat contre la résistance aux antibiotiques. Le lancement en novembre 2015 de sa nouvelle campagne intitulée "Antibiotiques, à manipuler avec précaution" s'est accompagné de la publication des résultats d'une enquête montrant que l'opinion publique, même si de plus en plus concernée par le problème, saisit encore mal les menaces que fait peser l'antibiorésistance sur la santé publique. Margaret Chan, directrice générale de l'OMS, a une nouvelle fois voulu provoquer la prise de conscience : « *L'augmentation de la résistance*

*aux antibiotiques représente un immense danger pour la santé mondiale, et les gouvernements reconnaissent désormais qu'il s'agit de l'un des plus grands défis auxquels la santé publique est confrontée aujourd'hui. Elle atteint des niveaux dangereusement élevés dans toutes les parties du monde. [Elle] met en péril notre capacité à traiter les maladies infectieuses et compromet de nombreux progrès obtenus dans le domaine médical. »*

Le message n'est pas nouveau. Dès les années 2000, les éditoriaux rédigés par l'organisation avaient le même ton alarmiste : « *Résistance aux antimicrobiens : une menace pour le monde* »

Après les énormes progrès que les antibiotiques ont apportés à la médecine du XXe siècle depuis la découverte de pénicilline G en 1928, leur utilisation massive en santé humaine et animale, parfois inadaptée ou détournée, a effectivement provoqué une amplification de l'apparition de bactéries résistantes, qui nous mènerait aujourd'hui vers une « apocalypse post-antibiotique » avec des situations d'impasse thérapeutique de plus en plus fréquentes. Si les chiffres alarmants avancés par l'OMS peuvent être discutés du point de vue de leur fiabilité en raison de la difficulté du recueil et du traitement de données à l'échelle mondiale, il n'en reste pas moins que la nature du message doit être retenue.

Les antibiotiques sont à l'origine des molécules naturellement synthétisées par des microorganismes pour lutter contre des bactéries concurrentes de leur environnement. Alexander Fleming découvrit qu'une espèce de champignon microscopique synthétisait et sécrétait une substance inhibant la croissance de ses cultures bactériennes de staphylocoques. Il lui donna le nom de pénicilline. Aujourd'hui, il existe en pharmacologie plusieurs familles d'antibiotiques constituées à la fois de molécules d'origine naturelle, mais aussi de molécules semi-synthétiques ou de synthèse, qui s'attaquent spécifiquement à une ou plusieurs espèces de bactéries ou un genre de bactéries, on parle de spectre d'activité antibactérienne. En se fixant sur des cibles spécifiques, les antibiotiques bloquent la croissance (effet bactériostatique) ou tuent (effet bactéricide) les bactéries selon plusieurs mécanismes : en inhibant la synthèse de leur paroi, de leur matériel génétique, de protéines essentielles à leur survie, ou encore en bloquant certaines voies de leur métabolisme.

Alors qu'il existe une résistance dite naturelle aux antibiotiques, l'action des antibiotiques génère en même temps une pression de sélection sur les bactéries, les poussant à s'adapter et à développer des dispositifs de survie. Pour cela, les bactéries utilisent trois grands mécanismes de résistance. Elles peuvent produire des enzymes pour inactiver l'antibiotique, devenir imperméables, ou des mutations génétiques peuvent dénaturer la protéine cible que reconnaît habituellement la molécule antibiotique. Ainsi, en plus de la résistance naturelle innée, il existe plusieurs niveaux de résistance qui peuvent aller jusqu'à la multi-résistance, l'ultra-résistance voire même la pan-résistance (résistance à tous les antibiotiques existant dans l'arsenal thérapeutique). Des bactéries qui étaient sensibles à un ou plusieurs médicaments antibiotiques sont capables de déjouer leur action, ce qui rend certains médicaments inefficaces. La corrélation entre l'utilisation des antibiotiques et la dissémination de la résistance dans les populations bactériennes a été montrée par de nombreuses études. L'usage inadéquat des antibiotiques, notamment dans l'élevage (utilisation comme facteurs de croissance) mais aussi en santé humaine (médicaments mal choisis ou mal dosés, surconsommation, mauvais usage et arrêt prématuré des traitements, défaillances dans la lutte contre la propagation) ont conduit à accélérer l'émergence de l'antibiorésistance, avec pour conséquence une augmentation des échecs thérapeutiques et des cas d'infections nosocomiales dans les hôpitaux.

À Hong Kong, le problème de la résistance aux antibiotiques n'est pas sous-estimé, et la région administrative spéciale, confrontée de plein fouet elle aussi à l'augmentation de l'apparition de bactéries antibiorésistantes, se mobilise pour relayer les indications de l'OMS. Le *Department of Health* (DH) du gouvernement de Hong Kong a mis en place en 2010 au sein du *Centre for Health Protection* (CHP) un groupe de travail, le *Health Protection Programme on Antimicrobial Resistance*, pour favoriser les échanges entre experts sur les stratégies de surveillance et de prévention à mettre en place dans la région.

Dans son dernier discours annuel de politique général, M. CY Leung, Chef de l'Exécutif du gouvernement de Hong Kong, a répété la volonté du gouvernement à continuer de s'attaquer à la menace

de la résistance microbienne. Il déclare vouloir mettre en place un nouveau comité de pilotage chargé d'actualiser les stratégies d'action.

Avant cela, entre 1999 et 2012, le CHP, en collaboration avec la *Hospital Authority* (HA), la University of Hong Kong (HKU), et la Chinese University of Hong Kong (CUHK), a publié quatre versions d'un livret de référence pour les pratiques médicales concernant l'usage des antibiotiques : **IMPACT, Interhospital Multi-disciplinary Programme on Antimicrobial ChemoTherapy**.

Dans les hôpitaux, les programmes de bonne gestion des antibiotiques ont montré des résultats encourageants, avec notamment une baisse des cas d'infections par le staphylocoque doré résistant à la méticilline de 10% entre 2007 et 2009. Par ailleurs, la législation est stricte, la vente des produits antibiotiques est réglementée et surveillée autant que possible, donnant lieu à des saisies et des poursuites judiciaires en cas de vente illégale.

Depuis 2012, le CHP poursuit également ses efforts de sensibilisation de l'opinion publique en organisant les « Antibiotic Awareness Days » et la campagne « I Pledge » à destination des professionnels de santé en 2014 (« I pledge to use antibiotics responsibly », « Je m'engage à prescrire les antibiotiques de façon responsable »). En novembre 2015, ces événements ont été remplacés par la « World Antibiotic Awareness Week » (16-22 novembre) sous l'impulsion de l'OMS, à laquelle Hong Kong s'est associé en multipliant les messages de prévention<sup>10</sup>. Plus récemment, c'est l'Université Polytechnique de Hong Kong (PolyU) qui s'est engagée sur le front de la sensibilisation au problème de la résistance microbienne aux antibiotiques avec l'organisation le 1er février d'une conférence intitulée « Antimicrobial resistance : Global Challenges and Ways Forward » à laquelle a été invité le Dr Keiji Fukuda, représentant spécial du Directeur général de l'OMS pour la résistance aux antimicrobiens. PolyU a ensuite accueilli le Global Food Safety & Technology Forum du 3 au 5 février 2016 auquel a également participé Dr Fukuda. La sécurité alimentaire, c'est justement à ce niveau que Hong Kong fait régulièrement face à des difficultés dans le contrôle de l'utilisation des antibiotiques.

Malgré cette implication marquée en faveur d'une lutte contre l'émergence du danger relatif à l'antibiorésistance, Hong Kong doit régulièrement faire face à des alertes peu rassurantes sur l'utilisation massive d'antibiotiques dans l'industrie alimentaire, y compris des antibiotiques destinés au traitement des humains. En effet, Le Conseil des Consommateurs de Hong Kong, le *Consumer Council*, intervient régulièrement pour faire pression sur les chaînes de restauration notamment, en les poussant à la transparence quant à l'alimentation des animaux utilisés pour la préparation de leurs plats. Le *Consumer Council* espère ainsi entraîner l'opinion vers un refus des viandes d'animaux nourris avec d'importants compléments en antibiotiques.

Cependant, s'il existe une réglementation stricte sur l'utilisation des antibiotiques dans l'élevage à Hong Kong, l'approvisionnement en viandes et poissons dépend en majeure partie des importations de pays dont les réglementations sont toutes différentes. Le contrôle est donc très difficile. Toutefois, même sur le territoire des abus ont lieu, et le Département de l'alimentation et de l'hygiène environnementale (Food and Environmental Hygiene Department) doit maintenir des actions de surveillance et procéder à des abattages lorsque l'usage d'antibiotiques interdits est confirmé dans les fermes d'élevage.

La région administrative spéciale de Hong Kong semble bien impliquée dans la lutte contre le développement grandissant de la résistance aux antibiotiques dans un contexte désormais orienté vers une « santé globale », impliquant une interdépendance de la santé humaine, animale et environnementale. Cependant, beaucoup reste à faire dans une région, le Delta de la Rivière des Perles, largement touchée par la dissémination de nombreux antibiotiques dans les écosystèmes [16].

PAR GABRIEL BENET, LE 18 MAI 2017

**Sources :**

1. OMS, communiqué de presse. « Une enquête multipays de l'OMS révèle une large incompréhension de l'opinion publique à l'égard de la résistance aux antibiotiques », 16 novembre 2015. <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/antibiotic-resistance/fr/>
2. Médicaments Essentiels : le Point, Numéro double ? N°28 & 29 (2000). <http://apps.who.int/medicinedocs/pdf/s2249f/s2249f.pdf>
3. Are you ready for a world without antibiotics ? The Guardian, 12 août 2010. <http://www.theguardian.com/society/2010/aug/12/the-end-of-antibiotics-health-infections>
4. Résistance aux antibiotiques, Dossier Inserm réalisé en collaboration avec le Pr Laurent Gutmann, Service de microbiologie de l'Hôpital Européen Georges Pompidou, Unité 872 Inserm/UPMC/Université Paris Descartes - Mai 2013. <http://www.inserm.fr/thematiques/immunologie-inflammation-infectiologie/dossiers-d-information/resistance-aux-antibiotiques>
5. Strategic measures for the control of surging antimicrobial resistance in Hong Kong and mainland of China, Cheng et al. Emerging Microbes & Infections (2015). <http://www.nature.com/emi/journal/v4/n2/abs/emi20158a.html>
6. The HKSAR's Public Health Response to Extensively Resistant Bacteria, A. Wong et T. Tsang, The Hong Kong Medical Diary, vol.16 n°4, avril 2011 [http://www.fmshk.org/database/articles/03mb2\\_18.pdf](http://www.fmshk.org/database/articles/03mb2_18.pdf)
7. 2016 Policy Address, janvier 2016. <http://www.policyaddress.gov.hk/2016/eng/p229.html>
8. 4ème édition du Interhospital Multi-disciplinary Programme on Antimicrobial ChemoTherapy, 2012. [http://www.chp.gov.hk/files/pdf/reducing\\_bacterial\\_resistance\\_with\\_impact.pdf](http://www.chp.gov.hk/files/pdf/reducing_bacterial_resistance_with_impact.pdf)
9. Retail shops raided for suspected illegal sale and possession of unregistered pharmaceutical products, communiqué de presse du gouvernement de Hong Kong, 11 septembre 2015. <http://www.info.gov.hk/gia/general/201509/11/P201509110683.htm>
10. World Antibiotic Awareness Week 2015, page web du CHP. [http://chp.gov.hk/en/view\\_content/41992.html](http://chp.gov.hk/en/view_content/41992.html)
11. Communiqué de presse de l'Université Polytechnique de Hong Kong du 3 février 2016. [http://www.polyu.edu.hk/web/en/media/media\\_releases/index\\_id\\_6190.html](http://www.polyu.edu.hk/web/en/media/media_releases/index_id_6190.html)
12. Global Food Safety and Technology Forum (GFSTF) 2016 <http://www.polyu.edu.hk/itdo/en/events.php?event=1361>
13. Hong Kong should beef up vigilance and laws to combat excessive use of antibiotics on animals destined for dinner tables, South China Morning Post, 16 décembre 2015. <http://www.scmp.com/comment/insight-opinion/article/1892211/hong-kong-should-beef-vigilance-and-laws-con>
14. Harmful Substances in Food Regulations (Cap. 132AF).
15. Culling of local pigs sparks concern over antibiotic abuse, Hong Kong Free Press, 13 novembre 2015. <https://www.hongkongfp.com/2015/11/13/culling-of-local-pigs-sparks-concern-over-ant>
16. Government needs to study concentrations of antibiotics in rivers, South China Morning Post, 3 mars 2016. <http://www.scmp.com/comment/letters/article/1920107/government-needs-study-con>

### 3.9 Le cytomégalovirus humain, un virus qui coopère avec le VIH

En juin 2016, l'ONU (Organisation des Nations unies) a formulé une déclaration politique significative : mettre fin à l'épidémie de sida (syndrome d'immunodéficience acquise) d'ici à 2030. En 2017, malgré le succès de la thérapie antirétrovirale (TAR) dans le recul du nombre de décès attribués au sida,



le VIH (Virus de l'immunodéficience humaine, virus responsable du sida) reste un problème majeur de santé publique, et il n'existe pas de traitement pour guérir l'infection.

L'un des principaux obstacles à la découverte d'un traitement universel et définitif reste les réservoirs de cellules infectées par le virus qui demeurent dans l'organisme dans un état dormant, invisibles pour les molécules du traitement et les défenses immunitaires, dans lesquelles le VIH peut continuer à se répliquer.

Une équipe de chercheurs du AIDS Institute, Department of Microbiology, Li Ka Shing Faculty of Medicine, The University of Hong Kong (HKU) dirigée par le prof. Chen Zhiwei s'est penchée sur la question. Avec une étude commencée en 2013 et publiée en janvier 2017 dans le journal *Blood Advances* de l'American Society of Hematology, ils rappellent que pour résoudre le problème des réservoirs, tenir compte des co-infections est important afin de pouvoir explorer de nouvelles pistes thérapeutiques pour éradiquer les cellules latentes infectées par le VIH. Leurs travaux montrent en effet que la co-infection de cellules par le VIH et le cytomégalovirus humain (HCMV) favorise une amplification de l'infection au VIH à partir des réservoirs.

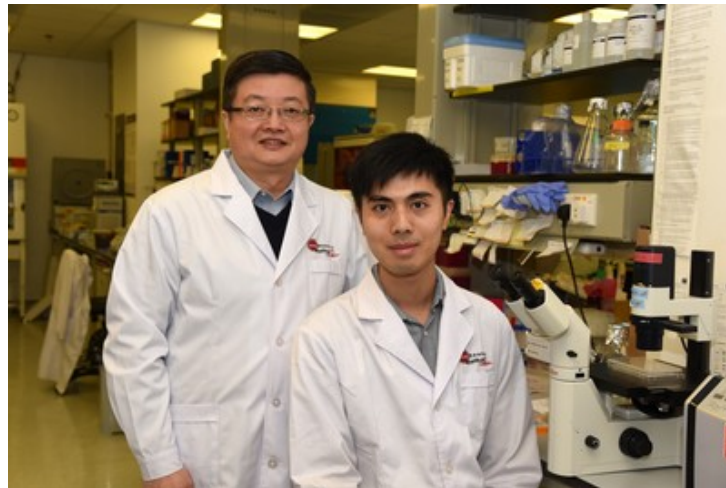


FIGURE 3.7 – Chen Zhiwei (gauche), directeur du AIDS Institute et Allen Cheung Ka-loon, chercheur post-doctorant (à droite). Crédit photo : Li Ka Shing Faculty of Medicine, The University of Hong Kong

**Ce que l'on savait déjà** Le cytomégalovirus humain HCMV (famille des herpèsvirus humains) est un pathogène bien connu dans le contexte de l'infection au VIH. Ce virus qui touche plus de la moitié de la population humaine passe en général inaperçu, car les personnes infectées ne développent pas de symptômes. En revanche, chez les patients immunodéprimés, comme c'est le cas lors de l'infection au VIH et chez le fœtus, HCMV peut devenir pathogénique.

Chez les personnes déjà infectées par HCMV, l'infection au VIH conduit à une manifestation du sida plus précoce que chez les personnes qui ne sont pas infectées par HCMV, ce qui laisse penser que HCMV influence la progression du VIH. HCMV se caractérise par sa capacité à induire des infections latentes et persistantes. Le virus utilise pour cela des cellules hôtes, les cellules souches hématopoïétiques (les cellules à l'origine des différents types de cellules sanguines, notamment les cellules effectrices de la réponse immunitaire), plus particulièrement les progéniteurs portant l'antigène de surface CD34. Il a récemment été découvert que ces cellules progénitrices CD34+ peuvent également servir de réservoir latent pour le VIH.

**Les résultats de l'étude en bref** Dans ces cellules hématopoïétiques CD34+, comment interagissent ces deux virus, VIH et HCMV ?

Les scientifiques de HKU ont travaillé sur des cultures cellulaires de progéniteurs hématopoïétiques

CD34+. Ils ont infecté ces cellules avec une souche du virus HCMV, et ont constaté l'établissement d'une infection latente par HCMV. Ils ont alors infecté ces cellules une deuxième fois, cette fois avec une souche de VIH. Par comparaison avec les cellules contrôles non infectées par HCMV, ils ont montré que l'infection préalable au HCMV conduit à une augmentation de la capacité du VIH à infecter les cellules. L'équipe a montré que cela pourrait s'expliquer d'une part par le fait que l'infection latente au HCMV conduit à une augmentation de l'expression de corécepteurs au VIH à la surface des cellules CD34+ (molécules nécessaires à l'entrée du virus dans les cellules), et d'autre part par une diminution des agents de « l'immunité intrinsèque », les facteurs de restriction du VIH qui ont normalement la capacité de freiner l'entrée du virus dans la cellule hôte et l'utilisation de la machinerie cellulaire pour sa propre prolifération.

D'autre part, ils ont également montré que lors de la co-infection, le VIH induit des effets favorables pour maintenir à long terme la latence de l'infection par HCMV, suggérant un effet coopératif de la double infection.

Après que la communauté scientifique ait quelque peu diminué l'intensité des investigations sur les effets de la co-infection HCMV/VIH, cette étude montre pour la première fois les détails (in vitro) de la coopération entre les deux virus, sur un modèle cellulaire de précurseurs de cellules sanguines. Pour le prof. Chen Zhiwei qui a dirigé l'étude, « *ces résultats montrent l'importance de comprendre comment les deux virus interagissent et de ce que nous devons prendre en compte pour parvenir à développer des stratégies d'éradication des réservoirs latents.* »

**Un bref rappel des chiffres Sida/VIH** En 2015, 36,7 millions de personnes vivaient avec le VIH (Virus de l'immunodéficience humaine) dans le monde, dont environ 46% de l'ensemble des adultes vivant avec le VIH avaient accès à la thérapie antirétrovirale en 2015. Si le nombre de décès liés au sida (syndrome d'immunodéficience acquise) continue de diminuer (en 2015, 1.1 million de personnes sont décédées de causes liées au sida dans le monde, contre 2 millions en 2005), le nombre de nouvelles infections à VIH parmi les adultes est en revanche constant depuis 2010 (environ 1.9 millions adultes infectés par an depuis 2010 dans le monde). En France, environ 6 000 personnes ont été diagnostiquées VIH-positives, soit un chiffre stable qui ne diminue plus depuis 2011.

À Hong Kong, la situation est préoccupante car le nombre de nouvelles infections à VIH est en augmentation constante depuis 2010, et le nombre de nouveaux cas par an a été multiplié par plus de deux entre 2005 et 2015 (passant de 300 cas à 725).

PAR GABRIEL BENET, LE 15 FÉVRIER 2017

### **3.10 à Hong Kong, le comité consultatif sur le SIDA publie ses recommandations stratégiques pour 2017-2021**

Le Hong Kong Advisory Council on AIDS, ACA (comité consultatif sur le sida de Hong Kong) est un organisme non-statutaire permanent nommé par le gouvernement de la région administrative spéciale pour guider les politiques de santé publique relatives au VIH et au sida. En mai 2017, l'ACA a publié son rapport présentant des recommandations stratégiques pour répondre à la question de la propagation de la maladie à Hong Kong. Ce rapport dresse également un tableau de la situation actuelle.

**Principaux enseignements** : le nombre de nouveaux cas par an continue de croître, mais les infections touchent principalement les hommes ayant des rapports sexuels avec d'autres hommes, avec une nette augmentation parmi la population jeune (moins de 30 ans). L'ACA prévient donc que Hong Kong se trouve dans une situation critique et que le risque d'assister à un emballement de l'épidémie dans les années à venir est sérieux.

### 3.10.1 Retour sur les chiffres du VIH/Sida à Hong Kong et projections

Le 22 mai 2017, le Hong Kong Advisory Council on AIDS, ACA, a rendu public son cinquième rapport stratégique sur la situation du VIH et du sida à Hong Kong depuis 1994. Ce dernier rapport a été établi pour la période 2017-2021. Il passe en revue les dernières données, propose des pistes stratégiques pour infléchir la progression de la maladie en fixant des objectifs quantitatifs, et évalue la réussite des axes stratégiques du précédent rapport (2012-2016). Le 19 mai 2017, le Centre for Health Protection (CHP) communiquait les chiffres du premier trimestre 2017. Le CHP fait état de 202 nouveaux cas de séropositivité au VIH (nouveau record trimestriel), dont 180 hommes et 22 femmes. Ces chiffres portent à 8 612 le nombre d'infections diagnostiquées à Hong Kong depuis 1984. Grâce aux traitements antirétroviraux, le nombre de cas où l'infection au VIH atteint un stade avancé et donne lieu au syndrome de l'immunodéficience acquise (sida) reste modéré (1 783 cas depuis 1984).

L'ACA estime à 6 500 le nombre de personnes vivant avec le VIH à Hong Kong en 2016 (en prenant en compte les décès, le cas des personnes ayant quitté Hong Kong, et les infections non diagnostiquées). Si la tendance à la hausse du nombre de nouveaux cas par an se poursuit, l'ACA prévoit que ce chiffre pourrait atteindre 8 800 d'ici 2021, soit une augmentation de 35%.

En 2016, les hommes ayant des rapports sexuels avec d'autres hommes (HSH) représentaient 60% des nouveaux cas de séropositivité. Cette proportion pourrait atteindre 74% en 2021. Lors des cinq dernières années (2012-2016), parmi les nouveaux cas d'infection au VIH reportés chez les HSH, la proportion des moins de 30 ans est passée de 24% à 43%. Le nombre d'infections sur la tranche d'âge 20-29 ans a été multiplié par 4,9 et sur la tranche d'âge des moins de 20 ans par 6,7 (sur la population HSH totale, le facteur de multiplication est de 2,7 sur la même période).

Le nombre de nouveaux cas parmi la population ayant des rapports hétérosexuels reste stable, et devrait rester stable dans les 5 ans à venir. L'ACA note cependant que le ratio femme/homme est en hausse, traduisant une augmentation du nombre de femmes infectées (passant de 0,5 femmes pour un homme en 2005 à 0,81 femmes pour un homme en 2016) dans les cas de transmission hétérosexuelle.

Parmi la population des usagers de drogues, le nombre d'infection reste bas et stable. Une enquête du Département de la Santé (Department of Health, DH) montre toutefois que la pratique du partage de seringues se situait autour de 13% en 2015, soulignant la nécessité de maintenir les mesures de prévention avec une vigilance accrue.

Enfin, l'ACA reporte que 13,5% des cas détectés en 2015 ont été diagnostiqués tardivement, entraînant une progression rapide vers le Sida. Un traitement adéquat et continu, lorsqu'il est démarré tôt, réduit la mortalité et la morbidité chez les personnes vivant avec le VIH, et permet de vivre une vie normale. Il permet également de réduire le risque de propagation du virus.

### 3.10.2 De nouveaux objectifs chiffrés

Pour précisément identifier les nouveaux besoins liés à l'évolution de la situation et proposer des axes d'intervention stratégiques, l'ACA a réuni les parties prenantes, les ONG, les professionnels de santé et le public lors de deux périodes de consultation (du 16 octobre au 4 décembre 2015 et du 7 novembre 2016 au 31 décembre 2016).

En se plaçant dans le cadre de la stratégie 90-90-90 de l'ONU pour 2020 (90% des personnes vivant avec le VIH connaissent leur statut sérologique, 90% de toutes les personnes infectées par le VIH dépistées reçoivent un traitement anti rétroviral durable, 90% des personnes recevant un traitement anti-rétroviral ont une charge virale durablement supprimée), l'ACA définit 9 objectifs pour la prévention et le contrôle de l'infection par le VIH à atteindre d'ici 2020 : un taux d'utilisation régulière du préservatif supérieur à 70% chez les HSH un taux de partage de seringues chez les usagers de drogues inférieur à 10% plus de 90% des populations les plus à risque (HSH, personnes transgenres, travailleuses du sexe,

personnes qui s'injectent des drogues) doivent avoir été atteints par au moins une des mesures de prévention lors de l'année précédente (préservatifs gratuits, tests, seringues neuves gratuites, messages de prévention, ou prophylaxie pré-exposition).

Au moins 60% des HSH, 60% des personnes transgenres, 90% des travailleuses du sexe, 90% des personnes qui s'injectent des drogues, doivent avoir reçu des préservatifs gratuits l'année précédente

- 80% des SHS, personnes transgenres, travailleuses du sexe, personnes qui s'injectent des drogues doivent avoir réalisé un test VIH dans l'année et en connaître le résultat
- 90% des personnes infectées par le VIH doivent être diagnostiquées
- 90% des personnes séropositives doivent recevoir un traitement
- 90% des personnes sous traitement doivent avoir une charge virale supprimée
- 0 nouvelle infection chez les nouveau-nés

### 3.10.3 Des difficultés persistantes et de nouvelles tendances

L'ACA identifie 6 facteurs émergents qui doivent orienter de nouvelles stratégies de prévention :

- augmentation de la proportion des jeunes parmi les hommes ayant des rapports sexuels avec d'autres hommes, avec des taux de dépistage, d'utilisation régulière du préservatif, et d'intégration au système de soins plus faibles que dans les tranches d'âges supérieures
- persistance du phénomène de patients séropositifs sortant du système de soins à chaque étape du programme VIH (diagnostic, intégration au système de soins, traitement) parmi la population des hommes ayant des rapports sexuels avec d'autres hommes
- augmentation de l'utilisation d'applications mobiles pour rencontrer des partenaires sexuels
- augmentation de l'usage de drogues récréationnelles parmi la population des hommes ayant des rapports sexuels avec d'autres hommes et des personnes transgenres entraînant des conduites à risque
- persistance d'un taux de dépistages faible parmi les populations les plus à risque
- diagnostic et intégration au système de soins tardifs parmi les minorités ethniques

Les groupes de défense des droits LGBT rappellent cependant au gouvernement qu'une des priorités est également de garantir les droits des homosexuels et des personnes transgenres, et de créer un environnement sans discriminations au sein d'une société encore sujette à de forts tabous. Ils dénoncent également un défaut dans l'éducation sexuelle dispensée dans les établissements scolaires de la ville.

PAR GABRIEL BENET, LE 23 JUIN 2017

## 3.11 Une molécule issue du *Justicia à feuilles de saule* prometteuse dans la lutte contre le VIH

Le 1er décembre est depuis 1988 la journée internationale dédiée à la lutte contre le sida. En 2017, 57% des 36.7 millions de malades vivant avec le VIH dans le monde ont accès à un traitement antirétroviral leur permettant de contrôler la progression du virus dans leur organisme. Le thème de cette année « ma santé, mes droits » vise à sensibiliser la population sur les 15.8 millions de malades n'ayant pas accès au traitement.

Le VIH fait partie de la famille des rétrovirus, c'est-à-dire que son génome est constitué d'ARN et dont le cycle viral comprend une étape de rétrotranscription au cours de laquelle un ADN est produit à partir de cet ARN. Découvert en 1983 par les Professeurs Luc Montagnier et Françoise Barré-Sinoussi, biologiste et virologue à l'institut Pasteur de Paris, lauréat du prix Nobel de physiologie et de médecine en 2008, le VIH est responsable de la mort de 35 millions de personnes depuis le début de l'épidémie, dont 1 million en 2016. Après un pic de contamination en 2004, le nombre de nouvelles infections recule

à travers le monde grâce à l'éducation et à la diffusion de l'information auprès de la population, mais aussi par le développement de nouveaux médicaments plus efficaces.

Le premier d'entre eux est l'azidothymidine plus communément connu sous le nom d'AZT. Synthétisé en 1964 pour bloquer la prolifération des cellules cancéreuses, cette molécule s'avère inefficace sur cette maladie et également hautement toxique. Après l'identification du virus responsable de l'épidémie de sida, Robert Gallo (chercheur américain) et Luc Montagnier se mettent à la recherche de molécules permettant d'interrompre la prolifération du VIH. Parmi les milliers de tests effectués sur des cultures, l'AZT s'avère le plus efficace et restera longtemps l'unique médicament efficace pour traiter les malades, malgré les lourds effets secondaires qu'il génère. Sa mise sur le marché en 1987 marque une première étape dans le traitement de l'infection.

Le développement de la recherche aboutit à la mise au point de nouvelles molécules à la fin des années 90, qui associées (trithérapie), permettent de lutter plus efficacement contre la propagation de l'infection et de limiter la résistance du virus à l'AZT. Bien que très efficace et offrant une espérance de vie quasi-identique par rapport aux personnes non infectées, les trithérapies ne permettent pas de guérir les patients et elles restent contraignantes à cause d'une indispensable prise quotidienne de médicaments à intervalle régulier. De plus, le prix des traitements reste relativement élevé, surtout pour les personnes vivant en Afrique sub-saharienne, l'endroit où l'épidémie est la plus diffusée.

Des chercheurs de l'**Université baptiste de Hong Kong (HKBU)** associés à l'université de Chicago et en collaboration avec l'Académie des sciences et technologies du Vietnam se sont lancés dans un projet commun d'identification de plantes (plus de 4 500 provenant du Laos et du Vietnam) pouvant avoir des applications médicinales sur les cancers, la tuberculose, la malaria ou le VIH. Parmi l'ensemble des composés actifs testés, l'inhibiteur, appelé « patentiflorine A », dérivé de la plante « Justicia à feuilles de saule » a retenu l'attention des équipes de recherche.



FIGURE 3.8 – Plante Justicia gendarussa d'où est extrait la patentiflorine A (crédits wikipedia)

Le principe actif testé a été prélevé sur les feuilles, les tiges et les racines de la plante. Les scientifiques ont ciblé la patentiflorine A en raison de sa capacité à inhiber une enzyme nécessaire au VIH pour

incorporer son code génétique dans l'ADN-transcriptase inverse (RT) d'une cellule. L'AZT, le premier médicament anti-VIH qui reste aujourd'hui la pierre angulaire des cocktails médicamenteux contre le VIH, inhibe également cette enzyme. Mais la patentiflorine A est capable d'inhiber l'action de la transcriptase inverse beaucoup plus efficacement que l'AZT, dès les premiers stades de l'infection par le VIH, au moment où le virus pénètre dans les macrophages et modifie l'infection lorsqu'elle est présente dans les lymphocytes T du système immunitaire. Cette molécule est également efficace contre les souches résistantes du VIH, ce qui en fait un candidat très prometteur pour un développement ultérieur d'un médicament. De fait, la patentiflorine A représente un nouvel agent anti-VIH qui peut être ajouté aux schémas thérapeutiques actuels pour enrayer le développement de l'épidémie et prévenir l'apparition du SIDA.

Les chercheurs ont également été en mesure de synthétiser chimiquement la patentiflorine A. « *Si nous pouvons fabriquer le médicament en laboratoire, nous n'aurons pas besoin de cultiver les plantes, ce qui diminuera l'investissement financier nécessaire à sa production, autant que son impact environnemental* », a conclu le Dr. Rong à l'université de Chicago.

PAR VINCENT DE BRIX, LE 10 JANVIER 2018

#### Sources :

1. <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/medecine-retrovirus-249/>
2. <http://www.unaids.org>
3. <https://www.genengnews.com/gen-news-highlights/natural-plant-compound-is-potent-inhibitor-81254523>
4. [https://repository.hkbu.edu.hk/hkbu\\_staff\\_publication/6253/](https://repository.hkbu.edu.hk/hkbu_staff_publication/6253/)
5. Zhang, Hong-Jie, Emily Rumschlag-Booms, Yi-Fu Guan, Dong-Ying Wang, Kang-Lun Liu, Wan-Fei Li, Van H. Nguyen, Nguyen M. Cuong, Djaja D. Soejarto, Harry H. S. Fong, and Li-jun Rong. "Potent inhibitor of drug-resistant HIV-1 strains identified from the medicinal plant *Justicia gendarussa*." *Journal of Natural Products* 80.6 (2017) : 1798-18

### 3.12 Des nanoparticules utilisées pour combattre les maladies neurodégénératives

Une start-up hongkongaise spécialisée dans les nanotechnologies appliquées dans le domaine biomédical, fait une avancée sur le prélèvement des cellules souches responsables des maladies neurodégénératives comme les maladies d'Alzheimer et de Parkinson.

Les maladies neurodégénératives sont des maladies chroniques invalidantes à évolution lente et discrète, et touchent plus de 100 millions de patients à travers le monde. Parmi les plus courantes : la maladie d'Alzheimer et la maladie de Parkinson. Les maladies neurodégénératives provoquent généralement chez les patients, une détérioration du fonctionnement des cellules nerveuses pouvant conduire à la destruction des neurones et à la neurodégénérescence. Les troubles induits sont variés, et peuvent être d'ordre cognitif, comportemental, sensoriel et/ou moteur. Le fonctionnement du cerveau ainsi que les circuits neuronaux sont complexes et mal connus. Des scientifiques hongkongais de l'Université de Hong Kong (HKU) avait d'ailleurs apporté des éléments de réponses en disséquant les circuits neuronaux.

Une équipe de scientifique, dirigée par le **professeur Ken YUNG du département de biologie de Hong Kong Baptist University et fondateur de la start-up Oper Technology**, a développé une méthode innovante de séparation magnétique pour l'isolement in situ des cellules souches neurales d'un sujet vivant, évitant une opération lourde aux taux de réussite particulièrement faible. Cette méthode permettrait ainsi le prélèvement des cellules souches isolées. Les nanoparticules, spécialement développées

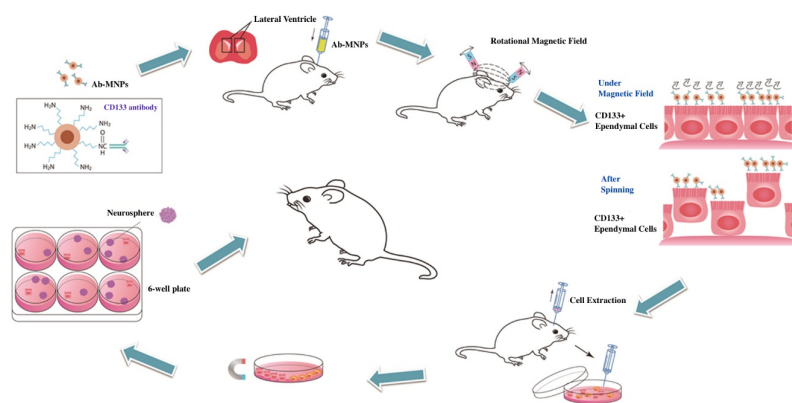


FIGURE 3.9 – Autologous Neural Stem Cell Harvest (crédits schéma : Oper Technology Ltd. Hong Kong)

à cette fin, agissent comme un aimant pour attirer les cellules souches du cerveau. Les cellules souches ont la caractéristique de générer des cellules spécialisées par différenciation cellulaire et de se maintenir dans l'organisme par division ou prolifération. Les cellules souches neurales marquées par les nanoparticules peuvent être détachée sans risque et sans effort. Le processus se poursuit en réinjectant des cellules neuronales développées directement sur le patient, ce qui permettrait la régénération artificielle des cellules mortes (remplacement des cellules endommagées par les maladies où les neurones du cerveau se détruisent progressivement sur le temps).

PAR JUSTINE ONG, LE 23 JUIN 2017

### 3.13 Des chercheurs hongkongais améliorent la théranostic de la maladie d'Alzheimer

Les chercheurs du **département de chimie de l'Université Baptiste de Hong Kong (HKBU)** ont inventé une nouvelle classe de composés de cyanines multifonctionnels qui peuvent être utilisés pour la détection, l'imagerie et le traitement de la maladie d'Alzheimer. La découverte a fait l'objet de quatre brevets aux Etats-Unis et d'un brevet octroyé par le gouvernement chinois.

Au cours des dernières décennies, la maladie d'Alzheimer (MA) a attiré l'attention du public, car elle est devenue le type de démence le plus répandu. Plus de 37 millions de patients souffrent actuellement de la maladie d'Alzheimer et ce nombre devrait tripler d'ici 2050. Elle se caractérise par la formation de plaque amyloïde dans le cerveau humain. A ce jour, il n'y a pas de remède contre la MA, mais un diagnostic et un traitement précoce peuvent retarder l'apparition des symptômes de cette maladie affectant la mémoire. Le traitement des patients avec des inhibiteurs de la cholinestérase (tels que donépézil, rivastigmine et galantamine) au début peut non seulement préserver significativement le volume de l'hippocampe, mais aussi l'intégrité fonctionnelle et structurale des neurones. Actuellement, l'évaluation clinique, les tests cognitifs et la neuroimagerie sont les procédures standards pour le diagnostic complet de la MA. Les tests cognitifs, y compris le « Mini-Mental State Examination » (MMSE) et le Montreal Cognitive Assessment (MoCA), permettent de distinguer les déficits cognitifs légers du vieillissement en évaluant les fonctions cérébrales.

La neuroimagerie est une technique servant au diagnostic de la MA grâce à la surveillance des changements structurels du cerveau. La tomographie par émission de positrons (PET), la tomographie par émission monophotonique (SPECT) et l'imagerie par résonance magnétique (IRM) sont les types de

neuro-imagerie les plus courantes. Malheureusement, l'inconvénient majeur du PET et du SPECT réside dans l'injection d'agents de contraste radioactifs potentiellement néfaste pour le patient. Bien que l'IRM ne soit pas une technique invasive, l'analyse des anomalies structurelles et fonctionnelles du cerveau est relativement coûteuse. Plus important encore, le développement de la maladie commence bien avant toute diminution notable du volume de l'hippocampe ou de dépôt d'agrégat de protéine tau. Ainsi, le développement d'une méthode de diagnostic non invasive de risque de développement de la MA est essentiel non seulement pour un diagnostic précoce, mais aussi en termes de stratégies thérapeutiques.

L'équipe de recherche dirigée conjointement par le Pr Ricky Wong Man-shing et le Dr Li Hung-wing du département de chimie de HKBU ont prouvé que les cyanines (voir l'image ci-dessous) sous forme de nanoparticules peuvent quantifier les traces de biomarqueurs protéiniques liées à l'apparition de la maladie d'Alzheimer dans les fluides humains tels que le liquide céphalo-rachidien, le sérum, la salive et l'urine. Ce test de détection est rapide, peu coûteux et ultrasensible. D'autre part, ces composés peuvent aussi servir d'agent de contraste pour la détection et la surveillance in vivo de la progression de la maladie, la compréhension de la pathogenèse ainsi qu'être un médicament candidat pour son traitement.



FIGURE 3.10 – Crédits : Hong Kong Baptist University

Les protéines, à savoir le peptide bêta-amyloïde, les protéines tau et le p-tau, présent dans le liquide céphalo-rachidien humain sont liées à la maladie d'Alzheimer. Le test de détection polyvalent utilisant les composés mis au point par l'équipe ne nécessite qu'une infime quantité de liquide (quelques microlitres) pour quantifier de manière fiable les protéines cibles. La détection est basée sur les immuno-interactions spécifiques entre l'antigène cible et l'anticorps de détection qui est immobilisé à la surface des nanoparticules magnétiques. L'immuno-assemblage est ensuite marqué avec un composé de cyanine actif nouvellement développé qui améliore le signal de fluorescence, et permet une quantification plus fine des protéines.

En outre, ce nouveau composé présente une excellente perméabilité à la barrière hémato-encéphalique, une faible bio-toxicité, un bon effet inhibiteur sur l'auto-agrégation des monomères bêta-amyloïdes et la formation d'oligomères toxiques ainsi qu'un excellent effet neuroprotecteur contre les toxicités induites par les bêta-amyloïdes. Puisque ce composé est capable de supprimer la formation d'oligomères neuro-



toxiques et protéger de la génération de dérivés réactifs de l'oxygène et des élévations intracellulaire en ion calcium, il présente un grand potentiel thérapeutique.

Cette étude montre que les cyanides offrent un potentiel prometteur pour la théranostic (thérapie et diagnostic) de la maladie d'Alzheimer et l'équipe de recherche étudie actuellement l'efficacité in vivo du médicament en le testant sur des souris et en observant l'évolution des capacités cognitives des rongeurs.

PAR VINCENT DE BRIX, LE 10 JANVIER 2018

**Sources :**

1. <http://www.sci.hkbu.edu.hk/eng/news/press-releases/391n>
2. <http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2017/sc/c6sc05615f>
3. [https://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2018-01/hkbu-hkb010418.php](https://www.eurekalert.org/pub_releases/2018-01/hkbu-hkb010418.php)

### 3.14 Les vaisseaux sanguins sensibles à l'oxyde nitrique ?

Le système cardio-vasculaire est un réseau interrelié de vaisseaux sanguins (veines et artères), relié au cœur et aux poumons qui apporte l'oxygène et les nutriments à tous les organes et tissus du corps. Les vaisseaux sanguins forment un circuit fermé à travers lequel le sang circule, et permettent à la fois la distribution des éléments nutritifs et la récupération des déchets métaboliques. Les vaisseaux sanguins sont constitués d'une paroi possédant trois tuniques :

- La tunique interne : intima, composée d'une couche cellulaire d'endothélium et tapissant la surface interne des vaisseaux, (également présentes dans le système lymphatique) ;
- La tunique moyenne : média, constituant la couche intermédiaire et composée de fibres musculaires et élastiques ;
- La tunique externe : adventice, constituant la couche externe et composée de fibres de collagènes et de tissus fibreux.

Les pathologies liées au dysfonctionnement du système vasculaire sont multiples, en particulier lorsque le fonctionnement des cellules endothéliales (cellules tapissant la surface interne des vaisseaux sanguins, intima) est perturbé. Cela entraîne une série de conséquences pouvant conduire au durcissement des artères (athérosclérose) et à la formation de caillots sanguins. Ce dysfonctionnement cible en particulier les organes comme le cœur (qui ont pour rôle de faire circuler le sang), ou les reins (qui ont pour rôle de filtrer le sang en éliminant les déchets toxiques).

**Idée clé :** Chaque minute, les reins filtrent environ 1 litre de sang, soit 1/5 de la quantité pompée par le cœur. D'autres pathologies, comme le diabète, l'hypercholestérolémie, l'obésité, ou liées à une pression excessive du sang contre les parois des artères, peuvent entraîner de l'hypertension artérielle, et ainsi augmenter les risques de maladies cardio-vasculaires ou provoquer une insuffisance rénale. Les maladies cardio-vasculaires sont la première cause de mortalité dans le monde. Elles représentent plus de 30% de la mortalité totale mondiale, et regroupe parmi elles les plus connues : l'accident vasculaire cérébral (AVC), l'infarctus du myocarde et l'angine de poitrine (qui peuvent provoquer un apport insuffisant en oxygène).

Les cellules endothéliales produisent une molécule appelée oxyde nitrique. Cette molécule anti-inflammatoire, favorise la vasodilatation des vaisseaux, une meilleure circulation du flux sanguin dans le corps, et régule les dommages du système cardio-vasculaire. Elle a cependant une durée de vie très courte (quelques secondes). Le professeur Huang YU de l'Université Chinoise de Hong Kong, s'intéresse depuis plusieurs années au fonctionnement des cellules endothéliales dans le système vasculaire et à l'influence de l'oxyde nitrique sur les patients atteint de maladies cardio-vasculaires.

D'après les recherches du Pr. Yu et de son équipe : L'oxyde nitrique agit comme un "régulateur" chez les patients sans pathologie cardio-vasculaire. Un flux sanguin régulé de manière normale stimule les

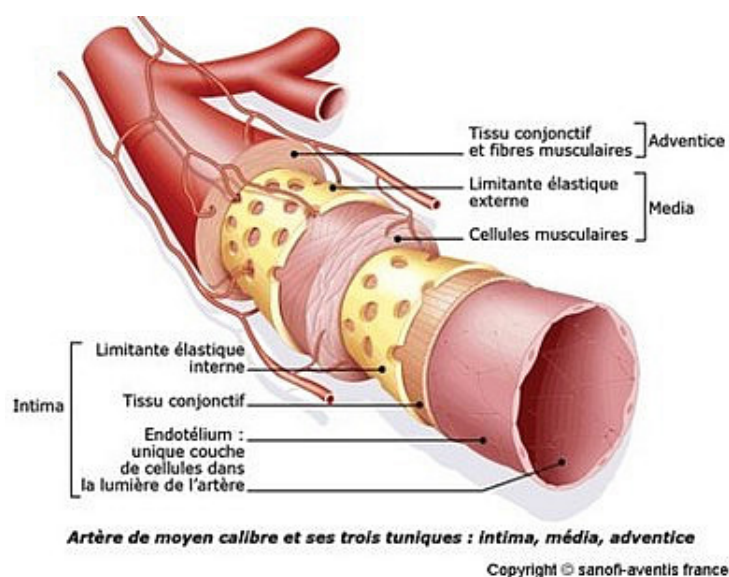


FIGURE 3.11 – Les différentes couches du vaisseau sanguin (crédits image : Sanofi-Aventis France)

cellules endothéliales, et ainsi la production d'oxyde nitrique. A l'inverse, lorsque le flux sanguin est perturbé (exemple : artère bouchée), cela induit une plus grande production de stress oxydant (molécules d'oxygène destructives appelées radicaux libres "free radicals") à l'intérieur des vaisseaux, qui entraîne une inflammation et réduit la capacité de l'oxyde nitrique à protéger les vaisseaux sanguins. Cette équipe de scientifiques a également réalisé des expériences sur des souris de laboratoire pour comprendre comment le diabète pouvait influencer la production d'oxyde nitrique dans les cellules endothéliales. Les résultats de ces expériences montrent que le diabète aurait pour effet de réduire la production d'oxyde nitrique, mais que les traitements médicaux permettent de la compenser.

Les recherches se poursuivent : Certains compléments ayant un rôle antioxydants peuvent favoriser la production d'oxyde nitrique (exemple : vitamine D). Cette équipe de chercheurs (en collaboration avec "Hong Kong Food Health Bureau"), entend prouver l'effet bénéfique des polyphénols (contenue dans le thé vert et noir, le vin rouge, ainsi que des herbes chinoises) pour prévenir des maladies cardiovasculaires.

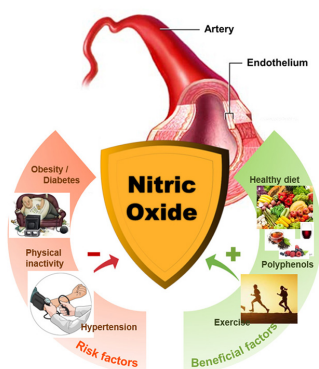


FIGURE 3.12 – Les facteurs qui favorisent ou réduisent la production d'oxyde nitrique (crédits image : CUHK)

PAR JUSTINE ONG, LE 23 JUIN 2017

**Sources :**

1. [http://www.cuhk.edu.hk/english/features/huang\\_yu.html](http://www.cuhk.edu.hk/english/features/huang_yu.html)
2. <http://ihome.sbs.cuhk.edu.hk/YAOXiaoQiang/ourresearch/reference/journal/BBA1772907.pdf>
3. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/fr/>
4. <https://www.inserm.fr/thematiques/physiopathologie-metabolisme-nutrition/dossiers-d-info/infarctus-du-myocarde>
5. <http://campus.cerimes.fr/cardiologie-et-maladies-vasculaires/poly-cardiologie-et-maladie.pdf>
6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3107403>
7. <http://www.exobiologie.info/diabete/25%20circulation.pdf>

### 3.15 Une équipe de scientifiques hongkongais se penche sur la technologie de l'endoscopie digestive

Une équipe de scientifiques hongkongais développe un endoscope robotique capable d'examiner l'intestin grêle et de libérer des nanorobots afin de délivrer des médicaments ou prélever des échantillons. Zoom sur cette nouvelle technologie.

Les Maladies Inflammatoires Chroniques Intestinales (MICI) touchent 2.5 millions de personnes dans le monde. Elles partagent de nombreuses similitudes cliniques, épidémiologiques et thérapeutiques, et se trouvent sous deux formes principales (différenciées par leurs localisations et la profondeur des lésions) :

- La recto-colite hémorragique, qui se caractérise par des lésions superficielles occasionnant de légers saignements, et localisées dans la région basse du tube digestif (principalement le côlon et le rectum) ;
- Et la maladie de Crohn, qui se caractérise par des lésions plus profondes pouvant être à l'origine de fistules (trous dans la paroi de l'intestin), et pouvant atteindre l'ensemble du tube digestif (de la bouche à l'anus).

Ces inflammations chroniques du tube digestif sont la conséquence d'une réponse immunitaire intestinale inadaptée. Ce type de pathologie reste cependant très méconnu malgré leur fréquence : difficiles à déceler, le diagnostic de ces maladies est déterminé à l'aide d'un endoscope qui permet d'examiner l'intérieur du tube digestif.

Des scientifiques de l'**Université Chinoise de Hong Kong (CUHK)** se sont penchés sur cette technologie en développant un endoscope deux fois plus performant qu'un système conventionnel, permettant une exploration plus complète et la délivrance de médicaments de manière ciblée grâce à des nanorobots. Cette technologie a été développée en collaboration avec des chercheurs de l'université Suisse (ETH Zurich), et pourrait être utilisée sur les patients d'ici 3 ans. Les deux universités poursuivront des recherches sur les maladies gastro-intestinales afin d'améliorer les études précliniques et cliniques sur l'utilisation des nanorobots pour l'endoscopie digestive. Selon le professeur Joseph Sung Jao-Yiu, vice-chancelier de l'Université Chinoise de Hong Kong et expert en gastro-entérologie, cette technologie pourrait aider à déceler les MICI difficiles à diagnostiquer.

Une des innovations de cette nouvelle technologie est la présence d'une pointe magnétique à l'extrémité de l'instrument. Cette pointe magnétique est introduite par la bouche, et est dirigée à l'intérieur du tube digestif grâce à une force magnétique appliquée à l'extérieur du corps humain lors du contrôle

### 3.15 Une équipe de scientifiques hongkongais se penche sur la technologie de l'endoscopie digestive 67

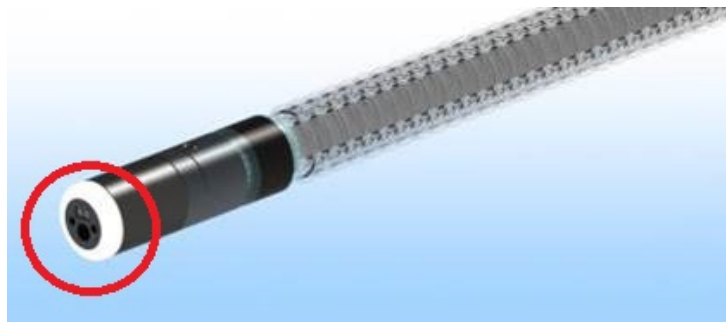


FIGURE 3.13 – Endoscope à pointe magnétique mesurant 10mm de diamètre (crédits image : CUHK)

médical. Cet appareil mesure 10 mm de diamètre et peut analyser toute la longueur de l'intestin grêle qui mesure en moyenne 5 mètres, ceci, en seulement 30 minutes. Un endoscope classique mesure environ 15 mm en diamètre, l'examen médical nécessitant une durée moyenne d'1h et ne couvre que 80% de l'organe. Selon le professeur Philip Chiu Wan-Yan, directeur du centre de technologie "Chow Yuk Ho" pour la médecine innovante de CUHK, cet appareil peut également être utilisé pour réaliser des biopsies, injecter des substances médicales, ou bien pour explorer les autres parties du système gastro-intestinal et déceler toutes les pathologies liées à l'appareil digestif (maladies inflammatoires, cancers).

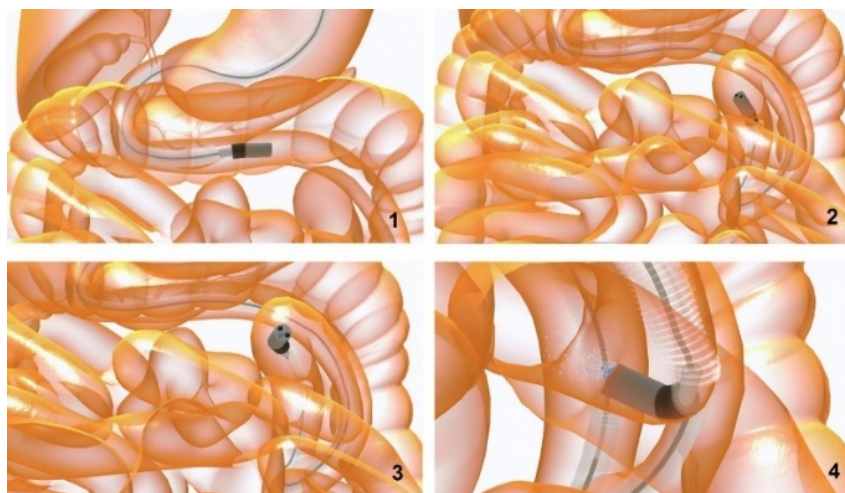


FIGURE 3.14 – Illustration du fonctionnement de l'endoscope guidée magnétiquement (1,2,3) et de la libération des médicaments (4) (crédits image : CUHK)

PAR JUSTINE ONG, LE 25 AVRIL 2017

#### Sources :

1. <http://www.scmp.com/news/hong-kong/health-environment/article/2083191/robotic-endoscope->
2. <http://www.sfed.org/patients/examens/la-capsule-video-endoscopique-pour-qui-pour-quoi>
3. [http://www.med.cuhk.edu.hk/eng/home/press\\_releases/2017/2017\\_03\\_29.jsp](http://www.med.cuhk.edu.hk/eng/home/press_releases/2017/2017_03_29.jsp)
4. <https://www.afa.asso.fr/categorie/maladie-de-crohn-rch.html>

### 3.16 Accélération de l'épidémie de grippe aviaire H7N9 en Chine : des chercheurs hongkongais identifient une nouvelle mutation

Depuis le début de l'année, les autorités sanitaires chinoises multiplient les mises en garde face à l'accélération de la propagation de la grippe aviaire H7N9 dans le pays. La nouvelle vague épidémique qui a commencé en octobre 2016 touche la moitié du pays, et commence également à se propager hors des frontières de la Chine. Même si l'épidémie reste « contrôlable », sa vitesse de propagation chez les oiseaux est « inhabituelle », et le taux de nouveaux cas chez l'homme est le plus élevé depuis l'apparition de la souche H7N9 en 2013. Des chercheurs de l'Université de Hong Kong ont identifié une mutation qui permet d'expliquer pourquoi le virus circule de façon très efficace chez les volailles, pourquoi il peut franchir plus facilement la barrière inter-espèce et se transmettre à l'homme. Une découverte importante qui peut contribuer à améliorer la surveillance de la transmission entre espèces des virus de la grippe, et qui pourrait potentiellement permettre de développer de nouveaux médicaments anti-viraux.

Les premiers cas confirmés de grippe aviaire H7N9 chez l'homme remontent à 2013, en Chine continentale. Depuis, environ 1400 personnes ont été infectées, dont presque 500 cas mortels. Depuis octobre 2016, on observe une flambée épidémique, une augmentation brusque du nombre de cas. Il s'agit en fait de la cinquième « vague » de l'épidémie de H7N9, et c'est la plus virulente avec 595 cas depuis octobre 2016, et 121 décès au cours des trois premiers mois de 2017. Le virus a été détecté dans 17 provinces et municipalités chinoises. À Hong Kong, 5 cas importés ont été constatés depuis le début de cette vague. Pour le secteur médical, cette épidémie est inhabituelle par son ampleur : le virus circule rapidement entre animaux, et se transmet plus facilement de l'oiseau à l'homme que lors des épidémies précédentes. Dans la majorité des cas, les symptômes sont sévères et 40% des cas détectés se sont avérés mortels.

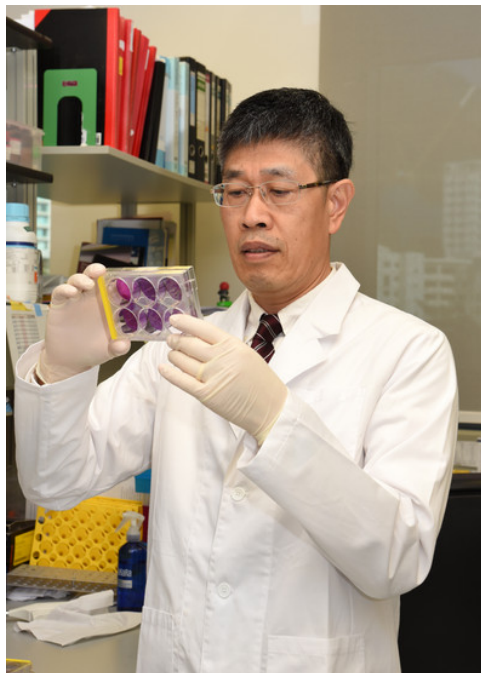


FIGURE 3.15 – Chen Honglin, State Key Laboratory of Emerging Infectious Diseases, Li Ka Shing Faculty of Medicine, The University of Hong Kong (©HKU)

À l'Université de Hong Kong (HKU), dans le State Key Laboratory of Emerging Infectious Diseases, l'équipe du professeur Chen Honglin a étudié le génome d'échantillons collectés depuis 2013. Les scientifiques ont identifié une mutation précise sur l'ARN viral et montré qu'elle augmente la capacité de la

souche à se répliquer au sein des cellules de mammifères. Cette mutation serait apparue à l'origine sur la souche H9N2 en 2000, et se serait depuis diffusé à l'ensemble des virus de grippe aviaire. Normalement, les virus capables d'infecter les cellules humaines ne sont pas à même de se répliquer et de se transmettre parmi des cellules aviaires. La mutation identifiée par les chercheurs de HKU confère au virus une capacité significative à franchir la barrière des espèces (des volailles vers l'homme), sans contrepartie pour sa capacité à circuler efficacement chez l'oiseau. Cette mutation facilite également au virus l'acquisition d'autres mutations adaptatives lors du cycle de l'infection virale, rendant la souche H7N9 plus apte à infecter l'homme que les autres souches de grippe aviaire.

Les résultats de leurs recherches ont été publiés dans la revue *Nature Communications* en mars 2017. Pour le professeur Chen Honglin, l'identification de cette mutation fournit un biomarqueur de choix pour pouvoir détecter l'émergence et la transmission des virus de grippe aviaire. Elle peut aussi devenir une cible thérapeutique pour développer de nouveaux types de médicaments antiviraux. Ces travaux et leurs répercussions dans les communautés scientifiques et médicales placent Hong Kong au premier plan des acteurs impliqués dans la recherche sur l'actuelle crise sanitaire en Chine.

PAR GABRIEL BENET, LE 27 AVRIL 2017

**sources :**

- [http://www.hku.hk/press/news\\_detail\\_16082.html](http://www.hku.hk/press/news_detail_16082.html)
- <http://www.scmp.com/news/hong-kong/health-environment/article/2080897/breakthrough-bird->
- <https://www.nature.com/articles/ncomms14751>
- [http://www.chp.gov.hk/en/view\\_content/24244.html](http://www.chp.gov.hk/en/view_content/24244.html)
- <https://www.cdc.gov/flu/avianflu/h7n9-virus.htm>
- <http://www.who.int/csr/don/20-april-2017-ah7n9-china/en/>

### **3.17 Surveillance du virus de la grippe aviaire A(H7N9) en Chine : le Pôle de Recherche Pasteur de l'Université de Hong Kong toujours mobilisé**

La grippe aviaire A(H7N9) est apparue en Chine continentale en mars 2013. Depuis, 1584 cas ont été confirmés chez l'homme, avec un taux de mortalité de près de 40%. La cinquième vague épidémique qui a démarré à l'hiver 2016-2017 a entraîné un nombre d'infections chez l'homme bien plus élevé que lors des vagues précédentes, soulignant l'importance primordiale de maintenir une surveillance intensive. Depuis l'apparition de ce virus émergent, HKU-Pasteur Research Pole (le laboratoire spécialisé dans l'étude des maladies infectieuses et issu d'un partenariat entre l'Institut Pasteur et l'Université de Hong Kong) multiplie les travaux de recherche (virologie moléculaire, épidémiologie et clinique) pour explorer les spécificités de ce virus qui pose de sérieux problèmes de santé publique mais reste mal connu. Récemment, des chercheurs du Pôle et leurs collègues ont publié deux articles décrivant les effets d'une nouvelle souche virale hautement pathogénique.

#### **3.17.1 Virus de la grippe aviaire A(H7N9) et vagues épidémiques**

La cinquième vague épidémique du virus de grippe aviaire A(H7N9) apparu en 2013 (premiers cas humains déclarés à Shanghai et dans la province de l'Anhui) a commencé en octobre 2016 et a entraîné bien plus d'infections chez l'homme que lors des vagues précédentes car elle s'est étalée sur une période de temps plus longue. Avec plus de 700 malades détectés, cette vague représente près de la moitié des cas depuis l'apparition du virus. Des cas importés ont été rapportés hors de Chine : à Taïwan (6), en Malaisie (1), au Canada (2), à Macao (2) et Hong Kong (21). Cependant, le nombre d'infections asymptomatiques

ou bénignes qui n'ont pas donné lieu à hospitalisation et donc passées inaperçues, pourrait être plus élevé.



FIGURE 3.16 – Traitement d'un malade dans un hôpital de Wuhan en février 2017 ©AFP

De façon constante depuis l'apparition du virus, les infections par H7N9 touchent principalement des personnes âgées ou affaiblies. Ces infections sont associées à une exposition à des volailles infectées (vivantes ou mortes) ou à des environnements contaminés (marchés). En revanche, il a été observé que la proportion d'infections conduisant à une maladie sévère a augmenté depuis les premières vagues épidémiques. Les cas humains sont généralement sévères : fièvre, toux, difficultés respiratoires, hémoptysie (crachat de sang). Lors de la cinquième vague, l'évolution des infections s'est faite de façon plus fréquente vers des pneumonies, entraînant des hospitalisations compliquées par des détresses respiratoires aiguës, des chocs septiques et des défaillances multi-organes. Le taux de mortalité chez l'homme est donc élevé (environ 40%, contre 0.1% pour les virus de grippe saisonnière). Selon le Influenza Risk Assessment Tool (IRAT) du CDC (agence gouvernementale américaine pour le contrôle et la prévention des maladies, Centers for Disease Control and Prevention), H7N9 est le virus émergent qui représente la plus grande menace pour la santé publique parmi les virus de grippe A, même si jusqu'à ce jour, aucune transmission soutenue d'humain à humain n'a pu être observée.

### 3.17.2 Une nouvelle souche "hautement pathogénique"

Chez les oiseaux, les souches du virus circulant en Chine jusqu'à la cinquième vague étaient principalement des virus faiblement pathogéniques (absence de signes de la maladie chez l'oiseau). En février 2017, une mutation dans le gène de l'hémagglutinine (la protéine de surface du virus responsable de la fixation du virus aux récepteurs des cellules hôtes) a donné naissance à une nouvelle souche hautement pathogène pour les volailles, qui conserve également sa capacité à provoquer des signes cliniques graves chez les humains.

#### HKU-Pasteur Research Pole sur le front

La province du Guangdong, frontalière de la région administrative spéciale de Hong Kong, est une province chinoise particulièrement touchée par cette cinquième vague, et 9 cas humains d'infection par la nouvelle souche hautement pathogénique y ont été détectés. Ces changements génétiques peuvent avoir d'importantes conséquences sur les stratégies de contrôle et de surveillance. C'est pourquoi le Pôle de Recherche Pasteur de l'Université de Hong Kong (HKU-Pasteur Research Pole) maintient des activités



FIGURE 3.17 – Le Dr Chris Mok dans les laboratoires du HKU-Pasteur Research Pole ©G.Benet

de recherche sur ce virus depuis son apparition. Après avoir été parmi les premiers à caractériser la pathogénicité du virus H7N9 chez la souris en 2013 et après avoir multiplié les études sérologiques, épidémiologiques, cliniques et génétiques, les équipes de Malik Peiris (co-directeur) et de Chris Mok (chef d'équipe) ont récemment concentré leurs travaux sur la nouvelle souche hautement pathogénique du virus H7N9 détectée dans le Guangdong et publié deux articles en juillet et août 2017 (dans les revues Eurosurveillance et Emerging Infectious Diseases).

« Nous collaborons activement avec le CDC chinois et avec le First Affiliated Hospital de la Guangzhou Medical University avec qui nous avons un partenariat depuis 2014. Nous avons donc un accès privilégié à des échantillons cliniques dans la province du Guangdong, en particulier pour H7N9 » explique Chris Mok. Les liens avec le CDC permettent aussi d'analyser les données de surveillance effectuée sur les marchés aux volailles dans la province. « Les informations obtenues par l'intermédiaire de ce réseau nous ont permis de comparer les caractéristiques épidémiologiques et les résultats cliniques entre des patients infectés par les souches faiblement pathogénique et hautement pathogénique dans la province du Guangdong pendant l'hiver 2016-2017 » ajoute le chercheur. Si la souche hautement pathogénique est létale pour la volaille, car elle peut se propager rapidement dans différents organes au-delà du système respiratoire (cerveau, foie, pancréas, rate, muscles), les symptômes chez l'homme restent similaires à ceux d'une infection par la souche faiblement pathogénique. Le taux de mortalité n'est pas modifié et reste haut (40%). En revanche, les temps d'hospitalisation s'avèrent plus long chez les patients infectés par le virus hautement pathogénique. Ces derniers sont également moins touchés par des affections sous-jacentes que pour la souche faiblement pathogénique. La transmission de l'animal vers l'homme pourrait être facilitée par cette souche de virus.

« En analysant les résultats de questionnaires standardisés, nous montrons que l'exposition aux marchés de volaille est un facteur de risque similaire pour les deux souches de virus, mais que le contact avec des oiseaux malades ou morts est un facteur plus important pour l'infection par la souche hautement pathogénique, tout comme l'élevage familial de volailles. Ces résultats doivent être mis en avant et pris en compte pour le contrôle des futures épidémies, surtout que l'on constate que les derniers cas détectés d'infection par H7N9 se déplacent vers des régions plus rurales de la Chine, où l'élevage familial est plus fréquent » prévient Chris Mok.

Les chercheurs du HKU-Pasteur Research Pole et leurs collègues ont également réalisé une étude de



cas clinique d'un patient décédé d'une infection par une souche supposée hautement pathogénique de H7N9 dans un hôpital du Guangdong. « *Nos analyses génétiques ont montré que nous retrouvons aussi une mutation dans le gène de l'hémagglutinine de H7N9, même si ce n'est pas le motif typique observé ailleurs en Chine. Il peut s'agir d'une acquisition progressive, spécifique à la province du Guangdong. Il est donc important d'approfondir les études sur la pathogénicité de cette souche hautement pathogénique, ainsi que sur sa fréquence dans d'autres régions de Chine* » analyse Chris Mok.

Les symptômes de la maladie du patient se sont avérés similaires à ceux des infections par la souche faiblement pathogénique. Une autre mutation du virus a été identifiée, conférant une résistance aux médicaments antiviraux. Obtenir plus d'information sur la fréquence de cette résistance qui compromet la guérison des patients est également une urgence.

Pendant l'été, les conditions environnementales ne sont pas favorables à la transmission du virus à l'homme, les nouveaux cas deviennent donc sporadiques, mais que se passera-t-il lors la prochaine saison épidémique en octobre-novembre ? « *Il y aura très certainement une compétition entre les deux souches virales, mais nous ne pouvons pas encore savoir si la souche hautement pathogénique va remplacer la souche faiblement pathogénique. Il faut donc maintenir une surveillance très active* » selon le chercheur du HKU-Pasteur Research Pole. « *Il faut également prendre en compte l'utilisation de vaccins contre H7N9 pour la volaille* » ajoute-t-il, « *même s'il est à noter que les avis divergent sur la question. Les vaccins utilisés préviennent l'apparition des symptômes chez l'oiseau, mais ils n'empêchent pas la multiplication et la propagation du virus parmi les animaux, puis la transmission à l'homme. On perd ainsi un signal d'alarme par l'observation d'oiseaux morts dans les élevages* ».

PAR GABRIEL BENET, LE 31 AOÛT 2017

#### Sources :

1. Pathogenicity of the Novel A/H7N9 Influenza Virus in Mice (Mok et al., 2013) : <http://mbio.asm.org/content/4/4/e00362-13.short?rss=1>
2. Epidemiology of human infections with highly pathogenic avian influenza A(H7N9) virus in Guangdong, 2016 to 2017 (Kang et al., 2017) : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28703705>
3. Human Infection with Highly Pathogenic Avian Influenza A(H7N9) Virus, China (Ke et al., 2017) : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28580899>
4. FAO : [http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/empres/h7n9/situation\\_update.html](http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/empres/h7n9/situation_update.html)
5. OMS : <http://www.who.int/csr/don/07-august-2017-ah7n9-china/fr/>
6. European Centre for Disease Prevention and Control : <https://ecdc.europa.eu/en/zoonotic-influenza/facts/faq-H7N9>

### 3.18 Les chercheurs hongkongais découvrent un nouveau véhicule pour le ciblage thérapeutique

L'administration par voie externe de médicaments pour une traiter une infection ou une tumeur locale peut provoquer des effets secondaires importants car irradiant l'ensemble de l'organisme. Livrer de manière ciblée des médicaments dans le corps humain reste encore aujourd'hui un enjeu majeur de la médecine de précision pour optimiser l'efficacité du traitement et minimiser ces effets secondaires.

Pour améliorer le confort des malades, les équipes du département de génie mécanique et automatisation de l'Université chinoise de Hong Kong (CUHK) se sont penchés sur cette problématique en

coopération avec des chercheurs de l'université de Manchester. Les scientifiques ont mis au point un microrobot sensible au champ magnétique capable de se mouvoir avec une haute précision.

Cette avancée provient d'une microalgue appelée « **Spirulina** », un végétal utilisé depuis la civilisation Aztèque jusqu'à nos jours en tant que complément alimentaire. Des tentatives de construction de robot à partir de tiges, de tubes, de sphères ou de cages de la taille d'une cellule ont quelques fois été couronnées de succès. L'équipement de ces minuscules appareils avec une source d'énergie suffisante est un véritable défi, car la plupart des carburants sont toxiques pour les humains. Une autre problématique de taille est de pouvoir diriger un tel microrobot à travers les protéines et autres cellules, ce qui nécessite à la fois de le localiser et de contrôler ses mouvements.

C'est la raison pour laquelle Li Zhang, Professeur à CUHK, s'est penché sur le magnétisme et les organismes vivants. Les champs magnétiques créés à l'extérieur du corps peuvent pénétrer sans dommage les tissus vivants, ce qui permet de déplacer des objets magnétisés in situ. Pour une mobilité maximale, les chercheurs ont utilisé un corps hélicoïdal propulsé grâce à un vrillage morphologique. Il y a quelques années, Zhang et ses collègues ont utilisé l'algue comme source d'inspiration pour fabriquer un microrobot synthétique. Cette fois, les scientifiques ont décidé d'utiliser l'algue elle-même, car elle produit une lueur fluorescente autorisant un traçage très précis du module en surface, et sa sensibilité aux champs magnétiques la rend également sensible à l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) pour un sondage en profondeur.

Pour ce faire, les chercheurs ont commencé par synthétiser des nanoparticules ferromagnétiques (sensibles aux champs magnétiques) d'oxyde de fer Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> en déposant des précurseurs de magnétite suivit par un recuit et une réduction. Ces nanoparticules sont ensuite déposées sur le robot par un simple trempage en solution, l'épaisseur de ce dépôt est directement corrélée au temps de trempage. Plus le dépôt est épais, plus la précision de déplacement de l'aimant est grande, et simultanément atténuée la fluorescence. L'atout majeur de ce robot par rapport aux solutions existantes réside dans sa biocompatibilité, il se dégrade en seulement quelques jours voire quelques heures (en fonction de l'épaisseur du dépôt) et il n'endommage pas les cellules, excepté les cancéreuses. A la surprise des chercheurs hongkongais, les premières études montrent que près de 90% des cellules cancéreuses exposées à la spirulina ont été détruites 2 jours après exposition. En effet, la dégradation de l'algue semble produire des effets cytotoxiques sur les cellules cancéreuses dont l'ampleur semble avoir été sous-estimée. Le prochain défi est maintenant d'utiliser ces robots et d'y inclure un médicament ouvrant la voie à des chimiothérapies ciblées

PAR VINCENT DE BRIX, LE 23 AVRIL 2018

#### Sources :

1. <http://www.sciencemag.org/news/2017/11/robot-made-algae-can-swim-through-your-body-than>
2. <https://www.weforum.org/agenda/2017/12/tiny-robot-algae-kill-cancer-cells/>
3. <https://www.independent.co.uk/news/science/cancer-robot-inside-body-fight-disease-treatn.html>
4. <http://robotics.sciencemag.org/content/2/12/eaq1155>
5. <https://usbeketrica.com/article/la-spiruline-bientot-transformee-en-nanorobot-medical>
6. Multifunctional biohybrid magnetite microrobots for imaging-guided therapy, Xiaohui Yan, Qi Zhou, Melissa Vincent, Yan Deng, Jiangfan Yu, Jianbin Xu, Tiantian Xu, Tao Tang, Liming Bian, Yi-Xiang J. Wang, Kostas Kostarelos, Li Zhang, Science Robotics



## Chapitre 4

# Sciences de l'Ingénieur et des matériaux

### 4.1 L'amortisseur intelligent

Le département Génie Mécanique de Hong Kong Polytechnic University (PolyU) a mis au point un nouveau système qui pourrait considérablement réduire les vibrations des systèmes mécaniques.

L'isolation vibratoire d'une structure mécanique est une problématique complexe dans bon nombre de domaines en ingénierie.

D'une part, une excitation vibratoire trop importante peut entraîner des dommages importants comme la rupture par fatigue ou bien générer des nuisances sonores. D'autre part, l'analyse vibratoire peut permettre de diagnostiquer des dysfonctionnements et problèmes techniques (d'équilibrage, d'alignement, etc.).

Dans le secteur de la construction et du BTP, les nuisances vibratoires peuvent aller au-delà du problème techno-fonctionnel. Les vibrations de certains appareils peuvent aussi avoir des conséquences négatives sur la santé (exemple : utilisation d'un marteaux-piqueur à répétition). Dans ce secteur, l'isolation vibratoire pourrait réduire les risques de maladies liés aux travaux de manutention, touchant l'ensemble du corps humain (troubles musculosquelettiques comme les lombalgies, les hernies discales, et autres maladies liées au troubles rhumatologiques et neurologiques).

Les vibrations se propagent via des ondes mécaniques. La vitesse de propagation de ces ondes mécaniques varie en fonction de la géométrie et des liens mécaniques unissant les différentes composantes du système. Des techniques existent depuis longtemps pour atténuer le transfert de ces vibrations, l'apparition d'interférences constructives mécaniques et la remise en cause de la fiabilité des systèmes mécaniques. On distingue deux types d'isolation vibratoire :

- L'isolation vibratoire active, qui implique des capteurs et des actionneurs pour produire des forces et des interférences afin d'annuler les vibrations entrantes ;
- L'isolation vibratoire passive, qui utilise des matériaux et des liaisons mécaniques pour absorber les ondes mécaniques –cf. schéma ci-dessous).

Généralement, l'utilisation d'un système passif de contrôle vibratoire est privilégiée dans les applications d'ingénierie, car son coût de fabrication, d'exploitation et de maintenance est beaucoup plus faible que celui engendré par l'utilisation d'un système actif. Il consomme également moins d'énergie et est plus simple à réparer. Son efficacité est cependant moindre que celle des systèmes actifs.

Une équipe de chercheurs de PolyU, dirigée par le Dr. Xianjian JING, s'est penché sur cette problématique, et a développé une nouvelle structure en forme de X ("X-shaped"), inspirée du mode de déplacement des volatiles, dotée d'un double mécanisme d'amortissement s'adaptant automatiquement à l'intensité de la vibration reçue et capable d'en absorber la quasi-totalité. En effet, le comportement non-linéaire de cet exosquelette répond de manière différente pour les fortes et faibles sollicitations, permettant de protéger au mieux les systèmes mécaniques sans en altérer leur fonctionnement. Cette structure

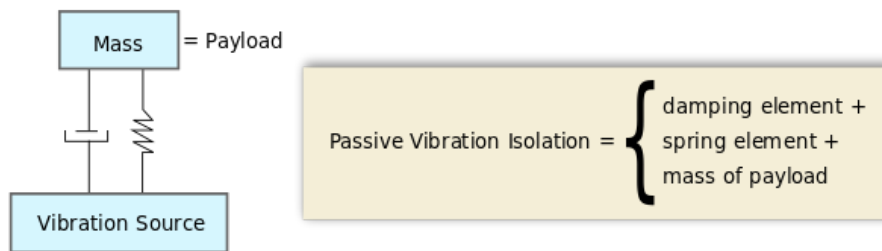


FIGURE 4.1 – Schéma d'un système passif pour isolation vibratoire

aurait également l'avantage de pouvoir s'adapter à tout type d'appareil, sans contrainte sur les dimensions.

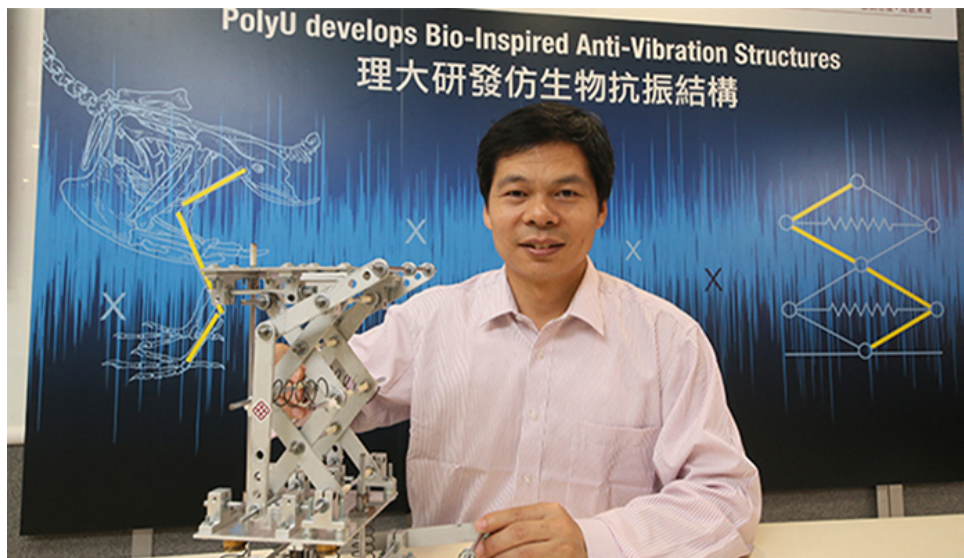


FIGURE 4.2 – Dr. Xingjian JING –Structure "bio-inspirée" antivibratoire non-linéaire, développée par les chercheurs de PolyU (crédits photo : PolyU)

PAR JUSTINE ONG, LE 23 MAI 2017

**Sources :**

1. [https://www.polyu.edu.hk/web/en/media/media\\_releases/index\\_id\\_6412.html](https://www.polyu.edu.hk/web/en/media/media_releases/index_id_6412.html)
2. <https://phys.org/news/2017-05-team-bio-inspired-anti-vibration-wide-applications.html>

## 4.2 Un "méta-matériau" pour filtrer les ondes sismiques destructrices et protéger les bâtiments

Une équipe de physiciens dirigée par le prof. Sheng Ping de la Hong Kong University of Science and Technology (HKUST) a mis au point un matériau composite solide dont la propriété est de propager les

ondes à la manière d'un fluide, une première. Ce méta-matériau, nom donné aux matériaux composites artificiels qui possèdent des propriétés que l'on ne retrouve pas dans la nature, a été formé à partir de trois matériaux solides : des cylindres d'acier recouverts de silicone, le tout incrusté dans un bloc d'époxy. Aux deux extrémités, le cylindre d'acier fonctionne comme un ressort. Cette construction permet de parer au phénomène de résonance anisotrope : ce méta-matériau ne permet que la propagation d'ondes longitudinales (la déformation du milieu se fait dans le même sens que la direction de l'onde), il empêche donc la propagation d'ondes transversales (qui entraînent elles une déformation du milieu dans lequel elles se propagent perpendiculairement à leur direction de propagation).

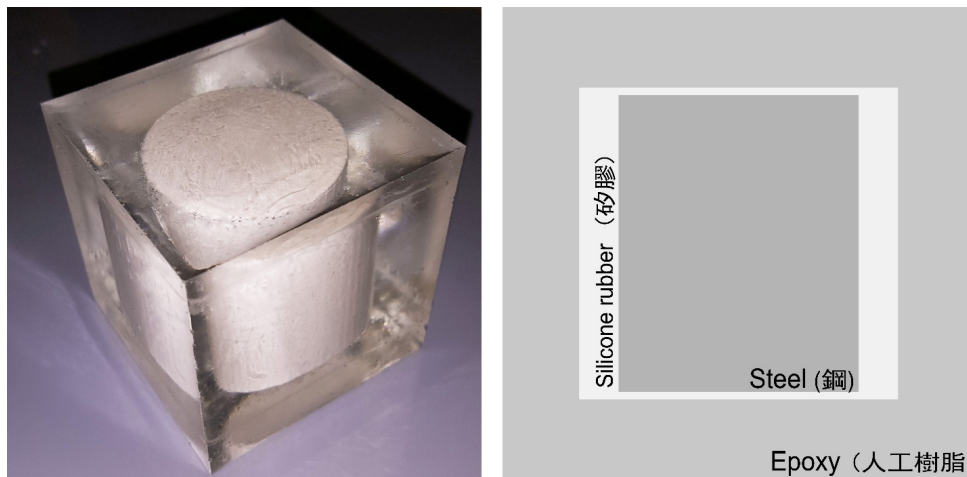


FIGURE 4.3 – Le méta-matériau développé par les physiciens et un schéma simplifié de sa structure (credits image : HKUST)

Expérimentalement, l'équipe du professeur Sheng Ping a comparé l'effet du méta-matériau en plaçant des billes de verre sur deux plateaux métalliques : l'un des plateaux est placé au sommet d'un empilement vertical de 6 unités du méta-matériau (appelées "méta-tiges" par l'équipe), l'autre plateau est placé sous la pile de méta-matériaux. Le tout disposé sur un agitateur électromagnétique générant des vibrations transversales. Lorsque celui-ci est actionné, les billes placées sur le plateau reposant sur la pile de méta-matériaux restent en place, les billes de l'autre plateau se sont mises en mouvement et éjectées du plateau. La pile de méta-matériaux a donc permis de « filtrer » les ondes transversales produites par l'agitateur et ainsi d'atténuer les vibrations transmises au plateau.

Pour le professeur Sheng, « *cette structure particulière fait reculer la frontière entre solide et fluide en termes de propriété ondulatoires, et ouvre de nouvelles perspectives quant aux caractéristiques des solides élastiques. Le concept, novateur, donne naissance à de nouvelles possibilités pour contrôler les phénomènes de vibration, et pourrait même être appliqué à l'imagerie médicale.* »

Les séismes font partie des catastrophes naturelles les plus dévastatrices et meurtrières. Les techniques de conception et les matériaux utilisés pour la construction de bâtiments dans des zones à risque sont primordiaux pour minimiser les dommages causés par des ondes sismiques. « *Ce méta-matériau de pointe est un solide capable de résister aux tremblements de terre, il est peu encombrant, et peut facilement être intégré à des piliers ou des poutres. Il permet également une grande flexibilité en ce qui concerne le design architectural. Enfin, il peut aussi être ajusté sur des structures déjà existantes pour améliorer leur résistance sismique* » ajoute le professeur Sheng. Dans le cas des ondes sismiques, les ondes transversales sont des ondes de cisaillement qui peuvent être très destructrices lorsqu'elles se propagent à la surface terrestre, d'où l'intérêt particulier de ce solide composite aux propriétés ondulatoires d'un fluide qui ne permet pas la propagation des ondes transversales.

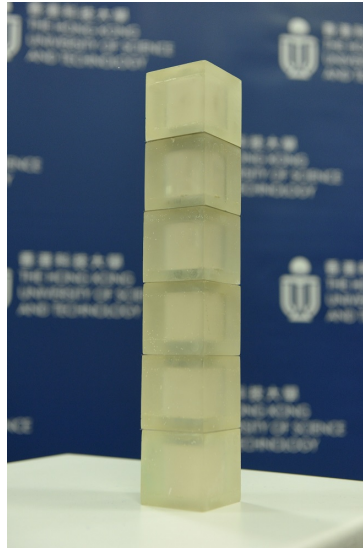


FIGURE 4.4 – Les six "méta-tiges" empilées (crédits photo : HKUST)

Les possibilités d'applications ne s'arrêtent pas à la protection parasismique. Les propriétés de type fluide de ce solide pourraient également servir à améliorer l'efficacité des transducteurs médicaux à ultrasons (sondes d'échographie). Les tissus humains possèdent des caractéristiques d'élasticité proches de celle des milieux fluides comme l'eau, alors que les transducteurs ultrasoniques sont des matériaux solides. Utiliser une sonde faite à partir d'un méta-matériau aux propriétés proches d'un fluide permettrait une meilleure propagation des ondes ultrasonores entre les deux milieux (sonde et corps), limitant la perte d'énergie et assurant un meilleur rapport signal/bruit de fond pour les appareils d'échographie.

Les travaux de l'équipe de HKUST et la description du méta-matériau ont été publiés dans la prestigieuse revue scientifique *Nature Communications*. L'étude démarrée en 2015 a été financée dans le cadre du programme « Areas of Excellence » du Research Grant Council de Hong Kong.



FIGURE 4.5 – Prof. Sheng Ping (milieu) et deux de ses collaborateurs au département de physique de HKUST (crédits photo : HKUST)

PAR GABRIEL BENET, LE 30 MARS 2017

**Sources :**

1. <http://www.ust.hk/about-hkust/media-relations/press-releases/hkust-researchers-create-sc>
2. <http://physics.ust.hk/>
3. <http://www.nature.com/articles/ncomms13536>
4. <http://www.thestandard.com.hk/section-news.php?id=181154>

### 4.3 Un alliage de magnésium pour les implants médicaux biodégradables ultra résistants

Une équipe de chercheurs de la **City University of Hong Kong (CityU)** réalise une avancée dans la recherche de matériaux en développant le tout premier alliage de "supra-nano magnésium" utilisé à des fins médicales, notamment pour les implants biodégradables : résistant et malléable.

En raison de leur haute résistance, de leur ductilité et de leur bonne résistance à la corrosion, les matériaux métalliques (tels que les aciers inoxydables, les alliages en titane ou à base de cobalt) représentent une grande part dans la composition des implants médicaux, en charge de remplacer temporairement les tissus endommagés du corps humain. Ces matériaux métalliques sont essentiellement neutres in vivo, restent à l'intérieur du corps après l'implantation, et doivent ensuite être retirés par une seconde intervention chirurgicale après la guérison des tissus. Une première avancée scientifique avait été réalisée en faveur des implants biodégradables, capable de se dissoudre dans l'environnement biologique après une certaine durée d'utilisation fonctionnelle, évitant ainsi une seconde intervention chirurgicale. Le magnésium utilisé pour les implants médicaux biodégradables, fournit à la fois une biocompatibilité et des propriétés mécaniques appropriées au corps humain. Cependant, les premiers alliages classiques à base de magnésium montraient quelques faiblesses quant à la résistance, à la corrosion ou à la ductilité à l'intérieur du corps humain (selon le cas et les conditions).

Des chercheurs de CityU ont développé un alliage en magnésium 10 fois plus résistant que l'alliage de magnésium-cristallin classique, et qui possède une ductilité 2 fois supérieure à celle du verre métallique à base de magnésium. Cette équipe de chercheurs travaille sur le développement de matériaux structuraux et fonctionnels à haute résistance et à forte ductilité pour surpasser les limites des matériaux existants, ce qui a conduit à développer cet alliage composé d'une nouvelle structure à double phase, chacune inférieure à 10 nm, appelé "Supra-Nano-Dual-Phase Glass-Crystal (SNDP-GC)" : une première mondiale. Cet alliage a été produit à l'aide d'une technologie spéciale, "magnétron-sputtering technology", et sa résistance a été améliorée en modifiant le volume de la "phase cristalline" et de la "phase amorphe" du matériau.

Dans le domaine médical, cet alliage pourrait plus spécifiquement être utilisé pour les nouveaux prototypes d'implants biodégradables, ou comme matériau de revêtement pour les articulations artificielles (genoux et hanches par exemple). Il présenterait une excellente résistance à l'usure, à la corrosion, et peut également réduire les risques de rejet ou de réactions allergiques concernant les implants métalliques. Pour le professeur Jian LU, Vice-Président en charge de la recherche et de l'innovation, et en tête de cette équipe scientifique : *"Les patients ne devraient pas avoir à subir d'autres interventions chirurgicales pour retirer les pièces. Le magnésium étant un bon élément pour la santé, cela pourrait également être bénéfique pour les patients qui y ont recouru, et aider au rétablissement."*

En outre, ce nouvel alliage pourrait supporter une pression d'au moins  $300 \text{ kg/mm}^2$  d'après les différents tests effectués par cette équipe de chercheurs, et possède une faible densité (donc un poids léger). Il pourrait donc être utilisé dans des domaines plus larges, comme les domaines de l'électronique, de l'automobile ou de l'aérospatiale, pour prolonger la durée de vie des différents systèmes



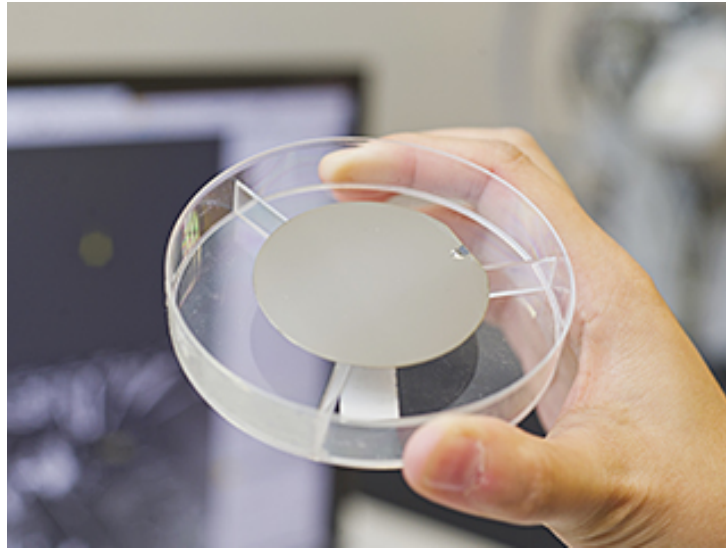


FIGURE 4.6 – Nouvel alliage de magnésium développé par les chercheurs de CityU (crédits photo : CityU)

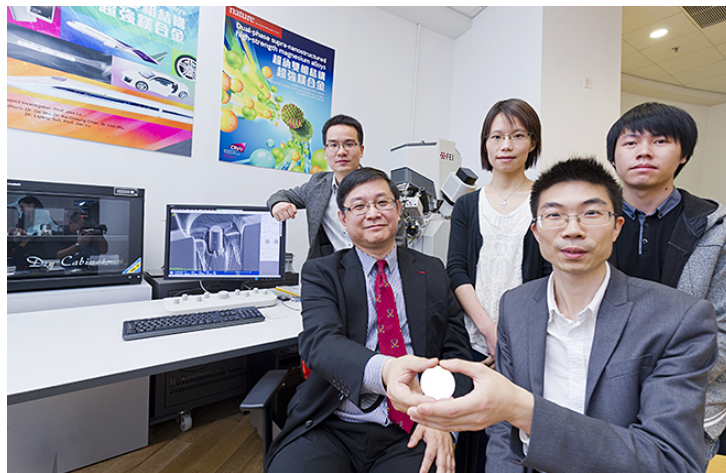


FIGURE 4.7 – Professeur Jian LU au premier rang à gauche, entouré de son équipe de chercheurs (crédits photo : CityU)

micro-électromécaniques (Micro-Electromecanism Systems, MEMS) (des ordinateurs, des tablettes et des smartphones par exemple).

PAR JUSTINE ONG, LE 25 AVRIL 2017

**Sources :**

1. <http://wikisites.cityu.edu.hk/sites/newscentre/en/Pages/201704061010.aspx>
2. <https://www.nature.com/articles/srep02367>
3. [http://www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/full/nature21691.html?WT.ec\\_id=NATURE-20170406&spMailingID=53784341&spUserID=MjA1NzcwMjE4MQS2&spJobID=1140784154&spReportId=MTE0MDc4NDE1NAS2](http://www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/full/nature21691.html?WT.ec_id=NATURE-20170406&spMailingID=53784341&spUserID=MjA1NzcwMjE4MQS2&spJobID=1140784154&spReportId=MTE0MDc4NDE1NAS2)

## 4.4 Des LED plus économiques, plus lumineuses et plus durables, c'est possible!

Des chercheurs de la **Polytechnic University of HK (PolyU)** et du State Key Laboratory of Ultra-precision Machining Technology, ont développé, une technologie de filament à diodes électroluminescentes (LED) plus efficace de 44% que les LED présentes sur le marché.

Des chercheurs de la Polytechnic University of HK (PolyU) et du State Key Laboratory of Ultra-precision Machining Technology, ont développé, une technologie de filament à diodes électroluminescentes (LED) plus efficace de 44% que les LED présentes sur le marché. Cette ampoule à LED possède une efficacité lumineuse de 130 lm/W (lumen/watt) contre 90 lm/watt pour une ampoule LED traditionnelle. Dans leur développement, les chercheurs ont utilisé un substrat en aluminium (à la place d'un substrat à base de céramique et saphir). Ce substrat permet une meilleure conductivité thermique et prolonge la durée de vie de l'ampoule à 50000h (contre 30000h pour les ampoules LED traditionnelles), étant donné que les puces LED sont sensibles à la chaleur. La conception du circuit électronique a été simplifiée afin de convertir directement le courant alternatif en courant continu sans traiter la tension. Pour ce prototype, les puces LED de faible puissance ont été choisies, puis montées des deux côtés du substrat afin de réduire les pertes d'énergie et garder une bonne intensité lumineuse répartie de manière uniforme. L'angle de faisceau (l'ensemble des rayons lumineux émis), a été optimisé grâce à la conception d'un boîtier sphérique transparent composé de plastique, formé par la technologie de moulage par injection (développée par le PolyU Advanced Optics Manufacturing Center).

D'après les tests réalisés par cette équipe de chercheurs, cette ampoule LED aurait donc une très bonne efficacité énergétique : elle pourrait à termes, réduire de 30% les émissions de dioxyde de carbone. Pour mettre en lumière cette allégation avec quelques chiffres, une comparaison a été faite entre cette ampoule LED et une traditionnelle.

Sur une utilisation théorique de 8h par jour, avec une ampoule qui possède une capacité lumineuse de 1300 lumen : une lampe à LED développée par PolyU coûte 33 HKD en électricité, et émet 22 kg de CO<sub>2</sub> par an. une lampe à LED traditionnelle coûte 47 HKD et émet 31 kg de CO<sub>2</sub> par an. Les éléments clés de cette avancée technologique réside dans le choix des matériaux et composants avec une simplification du circuit électrique, assurant :

- une meilleure durée de vie;
- un large angle de faisceau (identique à celui des ampoules incandescentes);
- un indice de rendu des couleurs (Colour Rendering Index, CRI) relativement élevé, proche de la lumière naturelle;
- une émission de lumière UV plus faible;
- une absence de produits chimiques nocifs; et
- moins de composants électroniques et 80% de matériaux recyclables (donc moins cher à produire et plus respectueuse de l'environnement).

PAR JUSTINE ONG, LE 17 MARS 2017

### Sources :

1. lien 1 <http://www.scmp.com/news/hong-kong/health-environment/article/2077112/hong-kong-inventor-develops-led-bulb-thats-cheaper>
2. lien 2 [https://www.polyu.edu.hk/web/en/media/media\\_releases/index\\_id\\_6392.html](https://www.polyu.edu.hk/web/en/media/media_releases/index_id_6392.html)
3. lien 3 <http://www.natura-sciences.com/energie/duree-de-vie-ampoules-led-394.html>
4. lien 4 <http://www.direct-ampoules.com/blog/spots/76-quels-sont-les-differents-types-d-angle.html>

## 4.5 Avancées hongkongaises pour les semi-conducteurs nanofibres

Une équipe de chercheurs du département Génie Mécanique de Hong Kong Polytechnic University (PolyU) a amélioré la capacité de conduction des semi-conducteurs en y intégrant une structure nanofibre hautement conductrice. Ce nouveau composite, applicable à de nombreux domaines, pourrait notamment améliorer le rendement et la capacité de recharge des cellules photovoltaïques principalement constituées de semi-conducteurs.

Le semi-conducteur est un matériau qui possède une conductivité électrique pouvant varier en fonction des conditions dans lesquelles il se trouve. Plus spécifiquement, il possède une conductivité intermédiaire entre celle des métaux et celle des isolants. Sa conductivité est liée au nombre de porteurs de charge (électron-trou). Si une liaison de valence est brisée (agitation thermique, photon, ?), l'électron devient mobile. La libération d'un électron de conduction (son passage de la bande de valence à la bande de conduction) laisse un excès de charge positive, appelé "trou" (band gap), dans la bande de valence qui participera à la conduction électrique.

Les semi-conducteurs fabriqués en nanofibres sont souvent utilisés dans les dispositifs photoniques modernes (comme dans les cellules photovoltaïques, et les photocatalyseurs par exemple), et dans les dispositifs non-photoniques (comme les capteurs chimico-biologiques, les batteries lithium). Ces semi-conducteurs nanofibres possèdent un diamètre ne dépassant pas les 60nm (moins de 1/1000 du cheveu humain). Cependant, les électrons et les trous générés par la lumière ou l'énergie dans les semi-conducteurs se recombinent facilement, réduisant ainsi l'efficacité du courant ou du dispositif et limitant le développement et les applications des semi-conducteurs nanofibres.

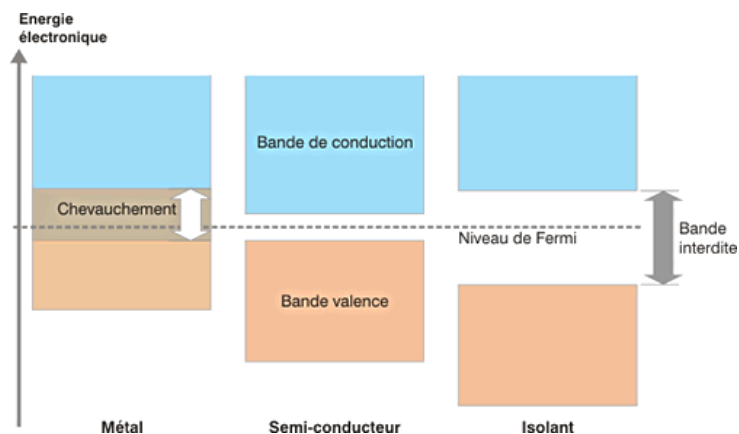


FIGURE 4.8 – Conductivité des différents matériaux (métal, semi-conducteur, isolant) (Crédit image)

La nouvelle technologie développée par l'équipe du professeur Wallace LEUNG (Département Technologies et Produits Innovants), a pallié cet obstacle en appliquant l'électrospinning. Avec l'émergence de la nanotechnologie, les chercheurs s'intéressent davantage à l'étude des propriétés uniques des matériaux à l'échelle nanométrique. L'électrospinning est un procédé de production de fibres nanométriques et électrostatiques utilisant un champ électrique pour dessiner des fils chargés de solutions de polymère. Dans ce dispositif, l'équipe a inséré une tranche de graphène hautement conductrice dans le composite des semi-conducteurs (tel que le dioxyde de titane  $\text{TiO}_2$ ). Ce nouveau composite ainsi constitué, fournit un chemin dédié au transport d'électron et assure une conductivité optimale pour ces derniers, éliminant le problème de la recombinaison "électron-trou".

L'application de ce composite dans la fabrication des cellules solaires (cellules à pigments photosensibles – DSSC Dye Sensitized Solar Cell, ou cellules solaires de perovskite) pourrait stimuler la conversion d'énergie de 40% à 60% d'après les différents tests réalisés par cette équipe. En effet, l'énergie

solaire, après absorption par de petites molécules organiques attachées aux fibres, est transmise par les nanofibres aux électrodes, et ensuite par le circuit externe alimentant la charge externe. La technologie pourrait plus largement être utilisée dans les dispositifs non-photoniques, tel que les capteurs chimico-biologiques afin d’améliorer la sensibilité et la vitesse de détection ; ainsi que dans les structures d’anodes et de cathodes dans les batteries au lithium (avec une impédance inférieure et un stockage plus élevé).

Ce projet de recherche innovant a reçu la médaille d’or avec les félicitations du jury lors du 45ème Salon International des Inventions de Genève, qui s’est tenu du 29 mars au 2 avril 2017.



FIGURE 4.9 – Professeur Wallace Leung (Crédit image : Hong Kong Polytechnic University)

PAR JUSTINE ONG, LE 11 SEPTEMBRE 2017

**Sources :**

1. [https://www.polyu.edu.hk/web/en/media/media\\_releases/index\\_id\\_6404.html](https://www.polyu.edu.hk/web/en/media/media_releases/index_id_6404.html)
2. <https://www.sciencedaily.com/releases/2017/04/170418114514.htm>

## 4.6 Des chercheurs hongkongais construisent des nanocomposites pour la maintenance prédictive

Les chercheurs de PolyU ont développé de nouveaux capteurs à ultrasons en nanocomposites, adaptables à des géométries complexes, tels que des rails ou des structures d’avion. Ces capteurs peuvent être assemblés en réseau, et fournir des informations en temps réel sur l’état interne des matériaux.

### 4.6.1 Des nanocomposites sensibles aux ultrasons

Surveiller l’intégrité mécanique interne d’une structure par contrôle non destructif passe par l’utilisation de capteurs à ultrasons, tels que ceux fabriqués en Titano-Zirconate de Plomb (PZT). La multiplication des capteurs utilisés sur une même pièce est aujourd’hui limitée à cause de leur rigidité, de leurs coûts et de leur poids. Les nanocomposites développés par l’équipe de PolyU peuvent être fabriqués en grande quantité, être assemblés en réseau denses pour un coût de fabrication beaucoup plus faibles que l’utilisation de ceux en PZT.

« Ce capteur nanocomposite a ouvert la voie à la détection in situ des vibrations, ou la surveillance de la santé structurale grâce aux ultrasons, en établissant un équilibre entre le coût de détection, c’est-à-dire le coût des capteurs et l’efficacité du capteur, c’est-à-dire le volume de donnée acquis par les capteurs », a déclaré le professeur Su.

Pour ce faire, le capteur doit être composé d'un nano-enduit conducteur (appelé charge) comme le sont les nanotubes de carbone, la fibre de carbone, le graphène ou le noir de carbone. Parmi l'ensemble de ces formes, l'équipe de PolyU a choisi d'utiliser le noir de carbone à cause de sa plus grande surface spécifique avec des nanoparticules conductrices dans une matrice de fluorure de polyvinylidène (PVDF).

La nano-échelle des charges leur permet d'être dispersées uniformément dans les matrices polymères. La coalescence entre les polymères et les charges confère à la substance des caractéristiques attractantes et uniques telles qu'une faible densité, une grande flexibilité, une excellente stabilité chimique et de bonnes propriétés électromécaniques.

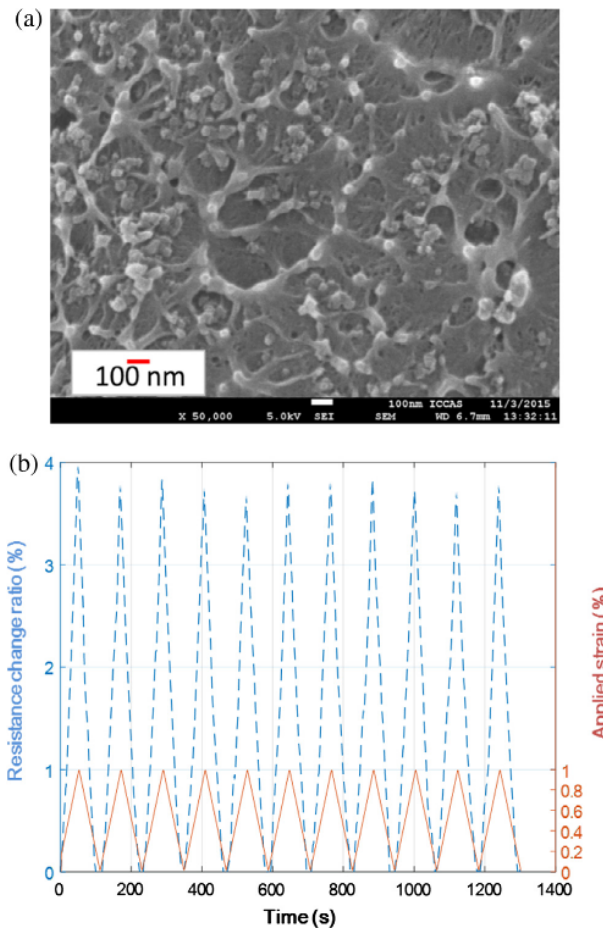


FIGURE 4.10 – Crédits : Elsevier a) image MEB des nanocomposites avec 6.5% de noir de carbone/PVDF; b) réponse électro-mécanique du nanocomposite préparé

#### 4.6.2 ...Compétitifs et légers

Les matières premières de ce nouveau capteur sont disponibles en grandes quantités et sont bon marché. Cela permettra de multiplier le nombre de capteurs, d'améliorer la localisation des défauts dans la structure d'un matériau.

Ces nanocomposites flexibles coûtent 20 fois moins chers que ceux utilisés actuellement dans l'industrie et ne pèsent que 40 mg chacun. Ces caractéristiques permettent une gamme d'utilisation plus étendue que les capteurs classiques et s'adaptent à des formes courbes. Le dispositif mis au point fonctionne à des fréquences allant jusqu'à 900 kHz, soit 400 fois plus que les capteurs constitués de nanocomposites

actuellement disponibles. Cette caractéristique permet une utilisation sur plusieurs types de matériaux tel que les métaux et les composites. Les premiers tests montrent que les fissures de l'ordre du millimètre sont d'ores et déjà détectables.

#### 4.6.3 ... Intégrables en réseau

Lorsque le générateur d'ultrason émet des ondes guidées (GUW), le réseau capte le signal retour sur plusieurs capteurs répartis sur la structure. Si une anomalie apparaît dans la structure, la propagation des GUW est modifiée et provoque une modification de la résistivité du capteur liée aux propriétés piézo-électriques (induites par effet tunnel) du polymère dopé avec 6.5% de noir de carbone. La localisation précise du défaut est ensuite déterminée par triangulation.

Pour tester leur nouveau produit, les chercheurs ont utilisé une plaque couverte par un réseau de 8 capteurs. Ensuite, une bille a été propulsé sur une zone test. En analysant et en comparant les signaux électriques converti grâce à la résistivité électrique, le réseau peut non seulement détecter un défaut mais aussi traduire les signaux reçus en images 2D avec une précision remarquable.

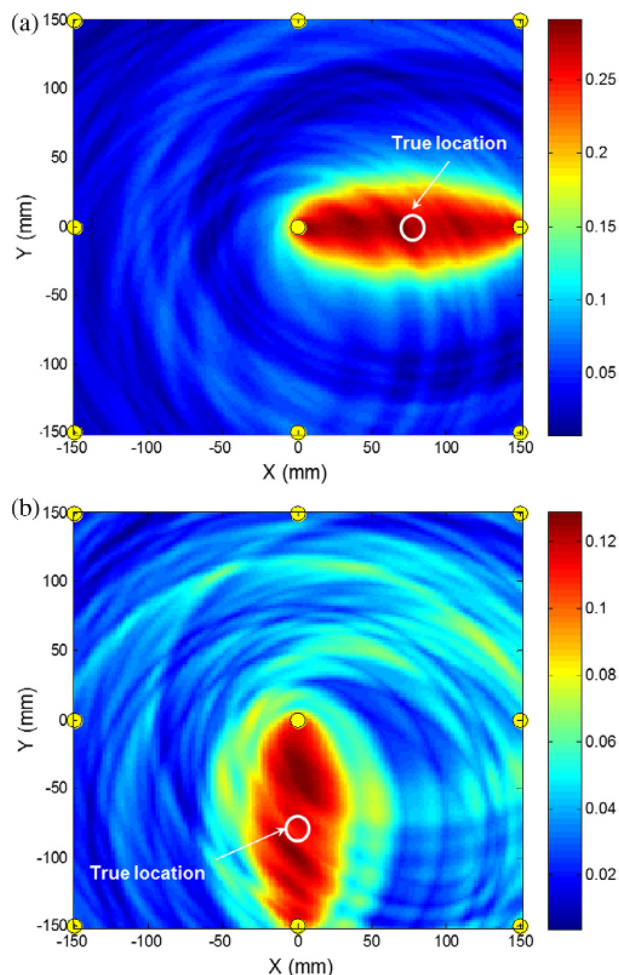


FIGURE 4.11 – Crédits : Liu, M., Zeng, Z., Xu, H., Liao, Y., Zhou, L., Zhang, Z., Su, Z. (2017). Applications of a nanocomposite-inspired in-situ broadband ultrasonic sensor to acousto-ultrasonics-based passive and active structural health monitoring. *Ultrasonics*, 78, 166-174

**Sources :**

1. [https://www.polyu.edu.hk/web/en/media/media\\_releases/index\\_id\\_6429.html?https://www.polyu.edu.hk/cpa/excel/en/201707/viewpoint/v1/index.html](https://www.polyu.edu.hk/web/en/media/media_releases/index_id_6429.html?https://www.polyu.edu.hk/cpa/excel/en/201707/viewpoint/v1/index.html)
2. Zeng, Z., Liu, M., Xu, H., Liu, W., Liao, Y., Jin, H., Su, Z. (2016). A coatable, light-weight, fast-response nanocomposite sensor for the in situ acquisition of dynamic elastic disturbance : from structural vibration to ultrasonic waves. *Smart Materials and Structures*, 25(6), 065005.
3. Liu, M., Zeng, Z., Xu, H., Liao, Y., Zhou, L., Zhang, Z., Su, Z. (2017). Applications of a nanocomposite-inspired in-situ broadband ultrasonic sensor to acousto-ultrasonics-based passive and active structural health monitoring. *Ultrasonics*, 78, 166-174
4. Zeng, Z., Liu, M., Xu, H., Liao, Y., Duan, F., Zhou, L. M., Su, Z. (2017). Ultra-broadband frequency responsive sensor based on lightweight and flexible carbon nanostructured polymeric nanocomposites. *Carbon*.

## 4.7 Stockage de l'énergie : des chercheurs Hongkongais améliorent la capacité des batteries à flux

En ajoutant des ions bromure (Br<sup>-</sup>) dans une batterie au zinc-iodure (ZN-I), les scientifiques de l'Université Chinoise de Hong Kong (CUHK) ont mis au point une batterie à flux avec la plus haute densité d'énergie obtenue à ce jour.

Dans le développement des énergies renouvelables, le stockage massif de l'énergie est un élément crucial. Afin de limiter les pertes d'électricité et créer des smart grids, les pics de production doivent pouvoir être utilisés à bon escient pour compenser les périodes creuses où l'énergie emmagasinée doit pouvoir être restituée. C'est dans cette matrice qu'interviennent les batteries. Il en existe de plusieurs types qui fonctionnent grâce à des réactions chimiques d'oxydoréduction réversibles, les plus utilisées étant celles au plomb ou encore au lithium.

Actuellement, ce sont les batteries à flux redox qui retiennent l'attention des chercheurs de CUHK. En effet, de par leurs caractéristiques et mode de fonctionnement, elles sont au cœur de plus en plus de projets de recherche en tant que solution économiquement viable pour le stockage d'énergie.

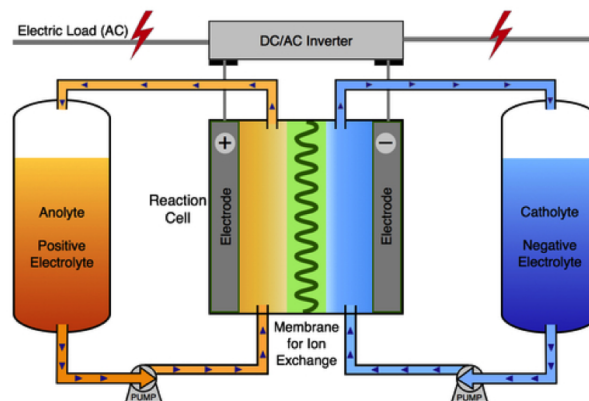


FIGURE 4.12 – Crédits : University of British Columbia

Comme l'illustre l'image ci-dessus, elles sont constituées de :

- Deux liquides séparés contenant des éléments chimiques électroactifs dissous dans la solution
- Une membrane spécialement conçue pour empêcher le mélange des deux solutions tout en permettant l'échange d'ions (c'est-à-dire le déplacement de la charge électrique) à travers celle-ci

- Une cellule électrochimique qui permet l'extraction de l'énergie stockée dans les solutions pour une utilisation dans un circuit électrique
- Deux réservoirs de stockage et pompes pour faire circuler les solutions à travers la cellule

Ainsi, la capacité électrique totale du dispositif est proportionnelle au volume des électrolytes qui peut être facilement augmenté avec des réservoirs de plus grandes dimensions. De plus, contrairement à la plupart des autres types de batteries, la quantité d'énergie stockée est décorrélée de la puissance fournie au réseau. Effectivement, cette dernière est libérée seulement lorsque les pompes acheminent le fluide (à l'état liquide) au sein de la cellule électrochimique. Les solutions utilisées dans les batteries à flux peuvent être théoriquement rechargées indéfiniment conduisant à des durées de vie longues (jusqu'à plusieurs décennies) et par conséquent à un coût de stockage moindre. En outre, les batteries peuvent être réapprovisionnées rapidement en échangeant simplement les solutions usagées par de nouvelles. Cette possibilité de « ravitaillement rapide » est également une alternative intéressante pour les véhicules électriques par rapport à la technologie lithium-ion. Toutefois, les batteries au lithium possèdent une densité énergétique de l'ordre de 500 W.h/L contre 35 W.h/L pour sa concurrente, ce qui est pour l'heure un avantage décisif pour une utilisation nomade.

La majorité des batteries à flux disponibles sur le marché utilisent les couples fer-chrome, zinc-brome ou encore le vanadium en solution. Dans le cadre du projet quinquennal « Smart Solar Energy Harvesting, Storage and Utilization » financé par le Research Grant Council (RGC), l'équipe du professeur Yi-Chun Lu du laboratoire d'énergie et d'interfaces électrochimiques de CUHK s'est penché sur le sujet en remplaçant les ions bromures (habituellement utilisés) par des ions iodures pour une meilleure efficacité. Les batteries zinc – iodure (ZIBB) contiennent une petite quantité de molécules de diiode libres, qui sont stabilisées par des ions iodure présents en solution pour former un complexe I<sub>3</sub><sup>-</sup> comme l'explique le schéma suivant :

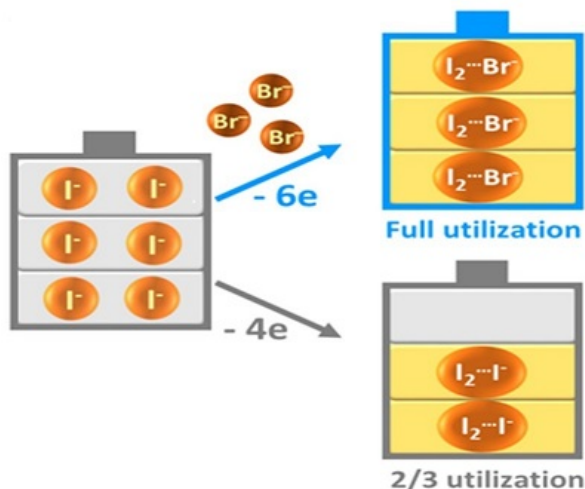


FIGURE 4.13 – Crédits : Chinese University of Hong Kong

Or, cette réaction a pour conséquence de diminuer la concentration en réactif (ions iodure I<sup>-</sup>) et de fait les performances. L'équipe du professeur Lu a alors ajouté des ions bromure (Br<sup>-</sup>) pour stabiliser les molécules de diiode, libérant ainsi un tiers des ions iodures en solution. « *En poussant ce système à ses limites, nous avons réalisé que nous gaspillons en réalité un tiers des ions d'iode en tant qu'agent complexant ! Nous nous sommes alors posés la question sur la manière d'utiliser tout le potentiel de cette batterie chimique.* »

L'augmentation de la concentration des espèces actives dans l'électrolyte a donné une amélioration



immédiate de 20% de la capacité par rapport aux meilleurs systèmes existants, c'est-à-dire une densité d'énergie de 101 W.h/L, soit la valeur la plus élevée jamais atteinte expérimentalement pour les batteries à flux aqueux.

La technique développée par les chercheurs de CUHK est relativement simple à mettre en place. Il a également été prouvé que ce concept innovant est également applicable à tous les systèmes de stockage d'énergie électrochimique fonctionnant avec de l'iode et est capable d'améliorer leur densité d'énergie théorique.

PAR VINCENT DE BRIX, LE 29 NOVEMBRE 2017

#### Sources :

1. [http://www.cpr.cuhk.edu.hk/en/press\\_detail.php?id=2489](http://www.cpr.cuhk.edu.hk/en/press_detail.php?id=2489)
2. [http://www.folkecenter.net/gb/rd/transport/fuels-and-supply/energy\\_storage/flow\\_battery/](http://www.folkecenter.net/gb/rd/transport/fuels-and-supply/energy_storage/flow_battery/)
3. <http://large.stanford.edu/courses/2011/ph240/garg1/>
4. <https://www.chemistryworld.com/news/bromide-makes-the-potential-difference-to-flow-batteries-2500533.article>
5. <http://www.flowbatteryforum.com>
6. <https://www.solarchoice.net.au/blog/news/an-introduction-to-flow-batteries-030315>
7. <https://wernerantweiler.ca/blog.php?item=2014-09-28>
8. Weng, Guo-Ming, et al. "Unlocking the capacity of iodide for high-energy-density zinc/polyiodide and lithium/polyiodide redox flow batteries." *Energy & Environmental Science* 10.3 (2017) : 735-741.

## 4.8 Une surface propre à jamais : est-ce possible ? c'est possible

Sur une surface omniphobe, les gouttelettes de liquides rebondissent au lieu de s'accrocher au matériau. Ces surfaces sont importantes dans de nombreux domaines, tels que la fabrication de vêtements imperméables ou encore les ustensiles de cuisine antisalissure. D'un point de vue aérodynamique, ces matériaux aux propriétés particulières servent non seulement à réduire la traînée (la force qui s'oppose au mouvement d'un corps dans un fluide) des embarcations, mais aussi à accélérer les cargos et les équipements militaires tout en économisant de l'énergie.

L'objectif ultime de la recherche sur ce sujet est de mettre au point une structure qui repousse les liquides, possède une forte stabilité mécanique et qui soit peu coûteuse à produire à l'échelle industrielle. Les matériaux omniphobes existants ne peuvent être produits en masse à cause de la complexité de leurs surfaces. En effet, pour que les molécules glissent sur la surface, elles doivent minimiser la tension superficielle et donc la surface de contact. C'est la raison laquelle il est nécessaire de créer des aspérités micrométriques comme l'illustre la figure ci-dessous. Cependant, une zone de contact plus petite induit une fragilité mécanique supérieure.

### 4.8.1 La nature, une source d'inspiration

Actuellement, les surfaces hydrophobes les plus efficaces ont été conçues en imitant la surface texturée des feuilles de lotus pour être utilisées à des fins d'anti-corrosion, antigel, ou encore la séparation de phases non miscibles. Néanmoins, ces surfaces superhydrophobes sont sujettes à la contamination par des liquides à faible tension superficielle tels que les huiles, les solutions de tensioactifs et les solvants

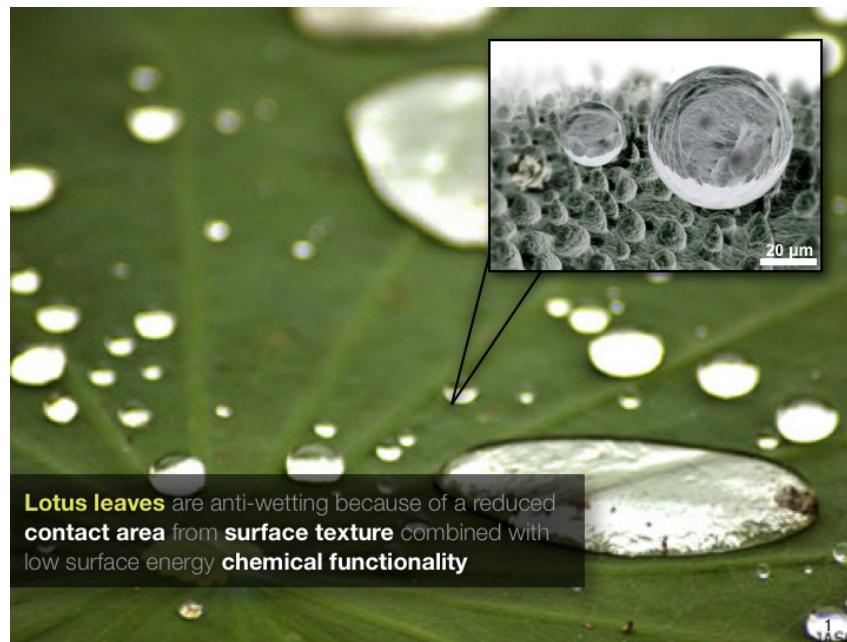


FIGURE 4.14 – Crédits : University of Minnesota

organiques. Pour améliorer les solutions existantes, les chercheurs de l'université de Hong Kong (HKU) se sont lancés dans un programme de recherches en s'inspirant des cuticules de collemboles. Les collemboles sont des arthropodes vivant dans le sol et dont les habitats sont souvent humides. Leur mode de vie est rendu possible entre autres par les propriétés mécaniques et physicochimique de leurs membres. L'équipe du Pr Wang Liqui a conçu des surfaces poreuses composées de micro-cavités en nid d'abeille interconnectées (voir image ci-dessous) : l'interconnectivité assure la stabilité mécanique et les aspérités permettent de diminuer la surface en contact entre le liquide et le solide.

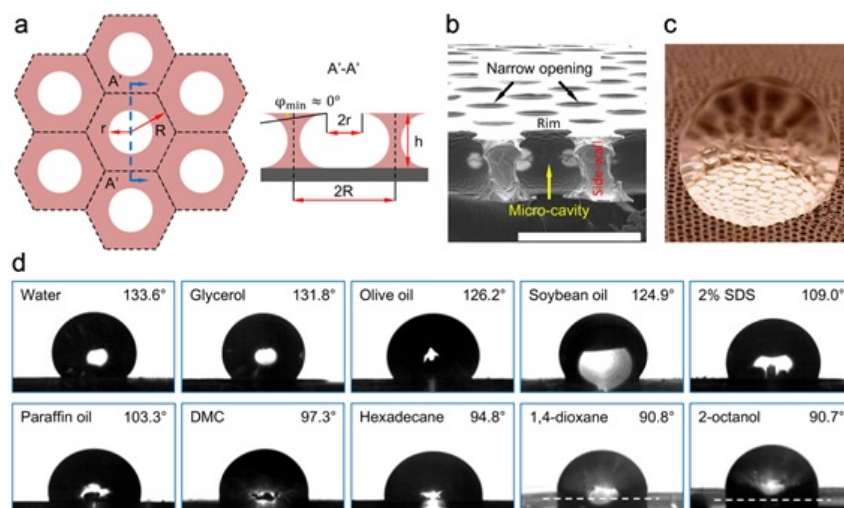


FIGURE 4.15 – Crédits : Hong Kong University

Les tests menés sur des échantillons montrent que la surface de ce nouveau matériau repousse une dizaine de liquide différents, notamment l'eau, les huiles, les tensioactifs et les solvants organiques, tout

en étant 21 fois plus résistant à l'abrasion que les meilleures solutions actuelles. Cette matière est aussi résistante aux attaques chimiques acide mais beaucoup moins en lorsque l'espèce en présence est basique.

#### 4.8.2 Une méthode de fabrication innovante

Les chercheurs du laboratoire de génie mécanique ont également mis au point une technique de fabrication innovante par l'utilisation des caractéristiques de la microfluidique (Microfluidic Emulsion Template - MET) pour façonner le matériau, à la manière d'un gâteau. Grâce à l'utilisation de dispositifs capillaires microfluidiques, les chercheurs ont commencé par créer une émulsion très uniforme dans laquelle des gouttelettes d'huile de silicone sont distribuées dans une solution aqueuse d'alcool polyvinylique (PVA) avant de la déposer sur un substrat en verre. En quelques minutes, les gouttelettes d'huile plus légères se sont mises à flotter jusqu'à l'interface air-eau pour former des monocouches hexagonales compactes. Ensuite, les gouttelettes d'huile sphériques se déforment graduellement pour prendre une forme de pancake, en raison de l'évaporation de l'eau et de la réduction de volume résultante dans la phase de PVA.

Lorsque la totalité de l'eau est évaporée, le PVA cristallise en nid d'abeille et l'élimination des dernières gouttes d'huile laisse apparaître une membrane uniforme composée de micro-cavités dont la taille est contrôlable par la concentration en PVA dans l'émulsion.

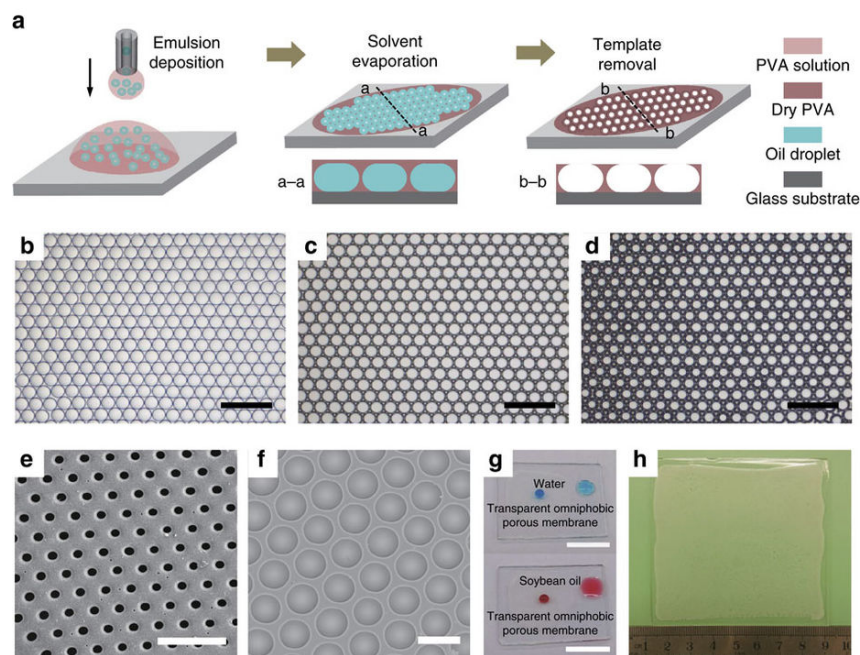


FIGURE 4.16 – Crédits : Nature communications

En plus des faibles coûts des matières premières (de 0,7 à 1,3 HKD par mètre carré, soit 1 000 fois moins que les matériaux actuels en Téflon), la méthode MET peut être facilement transposée à grande échelle, favorisant ainsi la production en masse de membranes poreuses.

PAR VINCENT DE BRIX, LE 4 DÉCEMBRE 2017

#### Sources :

1. [http://www.me.umn.edu/lixxx099/EFRI\\_CAES/Research/texturing.htm](http://www.me.umn.edu/lixxx099/EFRI_CAES/Research/texturing.htm)
2. [https://hku.hk/press/news\\_detail\\_17080.html](https://hku.hk/press/news_detail_17080.html)
3. <https://www.nature.com/articles/ncomms15823>

## 4.9 La chimie hongkongaise du phosphore noir

Depuis la découverte du graphène en 2004 par Andre Geim et Konstantin Novoselov, lauréat du prix Nobel de physique en 2010, l'intérêt pour les matériaux bidimensionnels (2D) croît de façon exponentielle dans diverses disciplines scientifiques. En effet, les matériaux appartenant à cette catégorie possèdent des propriétés électriques, optiques, chimiques et thermiques particulièrement intéressantes pour de nombreuses applications telles que l'électronique, le stockage de l'énergie ou encore la fabrication de pièces mécaniques pour l'automobile et l'aéronautique. En tant que nouveau membre de la famille des nanomatériaux 2D, le phosphore noir (BP) attire l'attention de nombreux laboratoires de recherche partout dans le monde grâce à ses propriétés physicochimiques uniques, notamment grâce à un gap (l'énergie qui sépare la bande de valence et la bande de conduction) faible et direct.

### L'exfoliation en phase liquide, une technique simple et révolutionnaire

En ce qui concerne la production de phosphore noir, l'exfoliation en phase liquide s'avère plus efficace par rapport à l'exfoliation mécanique faite avec un mixeur de cuisine. Effectivement, les particules de BP de tailles nanométriques (appelées aussi quantum dot) exfoliées en phase liquide présentent des propriétés intéressantes pour la fabrication de cellules solaires, la théranostic (terme reprenant les mots thérapie et diagnostic, c'est-à-dire le développement de nanoparticules permettant à la fois l'imagerie médicale pour le diagnostic et la libération d'un principe actif dans l'organisme) du cancer et la conception de dispositifs photoniques.

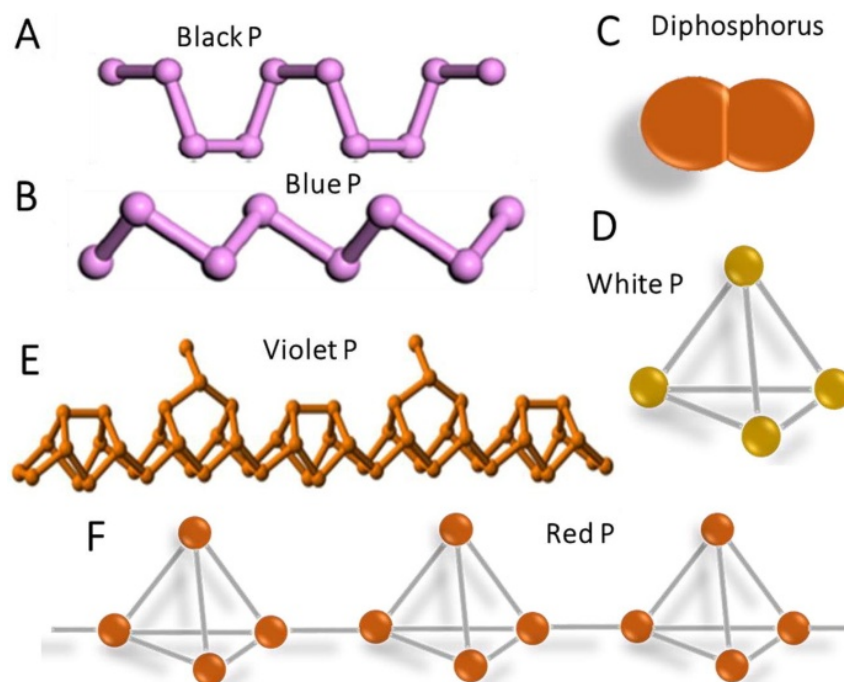


FIGURE 4.17 – Crédits : Elsevier – Flatchem (Volume 2, April 2017, Pages 15-37) - Les différentes formes allotropiques du phosphore

L'équipe du Professeur Shu Ping Lau de l'université Polytechnique de Hong Kong (PolyU) a investigué différentes voies de synthèse du BP, notamment à l'aide d'ultrasons. L'exfoliation en phase liquide fait référence à la rupture des couches 2D du cristal en le plongeant dans un solvant, les ultrasons s'occupant de « dynamiter » les couches liées les unes aux autres par des liaisons chimiques faibles aussi

appelées liaisons de van der Waals, facilement cassables.

Le procédé général de préparation des particules de phosphore noir ultraminesces tel que les quantum dots (nanoparticules de semi-conducteur) par exfoliation en phase liquide comprend trois étapes : (i) dispersion de la matière de départ dans un milieu liquide, (ii) exfoliation par sonication et enfin (iii) la centrifugation, comme le montre le schéma suivant.

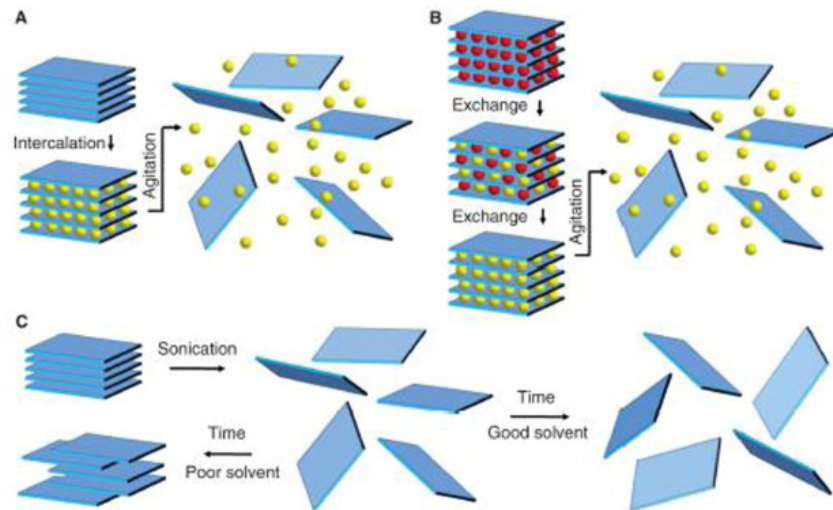


FIGURE 4.18 – Crédits : Elsevier – Flatchem (Volume 2, April 2017, Pages 15-37)

Pendant le processus de sonication, des forces de cisaillement et une cavitation sont induites à cause de la propagation des ondes ultrasonores de haute amplitude et de cette manière décompose le cristal de phosphore noir en strates. L'avantage de cette technique réside dans sa capacité à fonctionner dans des installations de plus grandes dimensions, bien que l'air et l'eau imposent des contraintes importantes à cause de leurs propriétés oxydantes. Bien que l'exfoliation liquide de phosphore noir puisse être maintenue stable dans divers solvants organiques pendant une longue période, le prochain défi des chercheurs sera de stabiliser la dégradation de la surface. Une voie prometteuse est la fonctionnalisation de la surface des quantum dots, c'est-à-dire appliquer un traitement en surface pour les rendre résistants aux attaques mécaniques, physiques et chimiques.

PAR VINCENT DE BRIX, LE 18 DÉCEMBRE 2017

#### Sources :

1. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S245226271730020X#!>
2. <https://pdfs.semanticscholar.org/2659/5b2ed3cba9d3e2504c5cb8b9e9dc564fa4bf.pdf>
3. <http://www.nano-ecole.fr/idf/667/>

# Chapitre 5

## Sciences de l'environnement

### 5.1 Politique du gouvernement HongKongais sur le climat et la protection de la biodiversité

Le Chef de l'Exécutif de Hong Kong élue en mai 2017, Mme Carrie LAM, a donné son discours de politique générale le 12 Octobre 2017. Retour sur les deux plans stratégiques pluriannuels de Hong Kong sur le climat et la protection de la biodiversité qui continuent à structurer les actions du gouvernement.

#### 5.1.1 Plan d'actions 2030+ de Hong Kong pour le climat

En janvier 2017, le Bureau de l'Environnement de Hong Kong a publié son plan d'actions pour le climat d'ici 2030. Ce rapport regroupe les résultats des 16 bureaux et départements, à l'appui du Comité Directeur sur le changement climatique dirigé par le Secrétaire Général de l'Administration. Il définit le plan stratégique de Hong Kong visant à réduire les émissions de carbone pour 2030, et les actions concertées pour atteindre cet objectif.

Comme décidé par le Gouvernement Central, l'Accord de Paris s'applique à la Région Administrative Spéciale de Hong Kong (HKSAR). L'objectif est d'entreprendre des actions pour respecter les termes de l'Accord afin de :

1. Maintenir le réchauffement mondial en dessous de 2°C par rapport à l'ère préindustrielle (XIX<sup>ème</sup> siècle), et poursuivre les efforts pour limiter le réchauffement à 1,5°C ;
2. Atteindre un équilibre entre les émissions et l'utilisation des ressources (atteindre une neutralité carbone entre 2051 et 2100).

Hong Kong a développé sa stratégie autour des 4T comme méthodologie opérationnelle pour réduire les émissions (Targets, Timeline, Transparency, Together) : c'est-à-dire, fixer des objectifs (Targets) avec des échéances (Timeline), mettre en place des mesures transparentes (Transparency) pour suivre les résultats, et permettre à chacun de travailler ensemble (Together). Ce plan d'actions sera révisé tous les cinq ans (Timeline), afin d'en assurer la progression, l'efficacité, et d'adapter la mise en place de nouvelles actions le cas échéant.

#### Le changement climatique : Entre émissions et production d'énergie

Le mix énergétique de Hong Kong en 2010 était de 55% charbon, 27% gaz, 18% nucléaire, <1% EnR. La production locale d'électricité représente 70% des émissions. Hong Kong se fixe l'objectif ambitieux de réduire les émissions carbonées de 65% à 70% d'ici 2030 par rapport à 2005 en :

1. Réduisant sa dépendance au charbon comme sources d'énergie primaire (passage de 50% aujourd'hui à 25% du mix énergétique d'ici 2020);
2. Favorisant la production de l'électricité au gaz naturel (passage de 25% aujourd'hui à 50% du mix énergétique en 2020).

### La place des énergies renouvelables sur le territoire

Hong Kong ne dispose pas d'une géographie favorable pour l'implantation et la production d'énergies renouvelables à grande échelle. Cependant, Hong Kong pourrait développer au maximum 3% à 4% de son mix énergétique sous la forme d'EnR (énergie éolienne, photovoltaïque, et la production d'énergie à partir de déchets et de résidus « waste-to-energy »).



FIGURE 5.1 – Usine flottante de production d'énergie solaire - Shek Pik, île de Lantau

### L'efficacité énergétique des infrastructures et des transports en communs

Hong Kong concentre sa stratégie sur la modernisation des anciens bâtiments et des infrastructures publiques (commerces, institutions, etc.), et dans l'utilisation de matériaux « bas-carbone » dans la construction des nouvelles infrastructures. De plus, la ville souhaite établir un plan d'économie d'énergie, dont l'objectif serait de réduire la consommation d'énergie de 40% d'ici 2025 (sur la base annuelle de 2005).

Hong Kong dispose d'un système de transports publics efficace. Les actions clés se concentrent sur le développement des infrastructures piétonnes (conception et accessibilité des infrastructures de connexion adaptée à la topographie verticale de la ville) afin de faciliter les déplacements à pieds; l'extension et l'amélioration du système ferroviaire.

## 5.1.2 Plan d'actions pour la protection de la biodiversité locale

### Etat des lieux de la biodiversité hongkongaise

Bien que le territoire spécial de Hong Kong soit une des zones les plus urbanisées et densément peuplées au monde (jusqu'à 27000 Hbts/km<sup>2</sup> dans certaines zones), la biodiversité locale est extrêmement riche. On dénombre plus de 3 300 espèces de plantes dont 2 100 sont natives du territoire, plus de 1 000 espèces d'animaux dont 235 espèces de papillons, 120 espèces de libellules, 100 espèces d'amphibiens et reptiles, 500 espèces d'oiseaux, 100 espèces de poissons d'eau douce et 50 espèces de mammifères. La zone RAMSAR de Mai To rassemble 70% des espèces d'oiseaux.

La biodiversité marine de Hong Kong est également encore très riche. Bien que l'espace maritime local ne compte que pour 0.03% de l'espace maritime chinois, on dénombre près de 5 684 espèces marines soit environ 25% de la biodiversité marine nationale. Sur son espace maritime de 1 600 km<sup>2</sup>, Hong Kong abrite selon le WWF plus de 1 000 espèces de poissons, 77 espèces de crustacés et 84 espèces de coraux (soit une plus grande diversité corallienne que l'ensemble de la mer des Caraïbes).

Sur ce territoire, il existe aujourd'hui 24 parcs nationaux et 22 zones protégées, ce qui représente 40% de la superficie totale du territoire. De plus, 4 parcs marins et une réserve marine ont été définies en 1995. Plus de 98% de la biodiversité locale se situe dans ces espaces protégés. Cette richesse biologique est très populaire puisqu'environ 11 millions de personnes passent au moins une journée par an dans l'un des parcs nationaux du territoire.

Cette biodiversité est cependant fragile et est menacée par les pollutions, la dégradation des habitats, l'extension urbaine, la surpêche, l'importation d'espèces invasive et les modifications du climat.

### Une stratégie gouvernementale

En Décembre 2016, le gouvernement de Hong Kong a publié son propre plan de gestion de la biodiversité locale : le *Biodiversity Strategy and Action Plan 2016-2021*, tout en souhaitant contribuer à la stratégie chinoise, notamment dans la coopération avec la région du delta de la rivière des Perles. Il s'articule autour de quatre priorités :

1. **Améliorer des mesures de conservation**, de gestion des aires protégées (parcs nationaux et parcs marins), définir de nouveaux parcs, élaborer des mesures spécifiques à la conservation d'espèces locales comme les arbres à encens ou les crabes-fer à cheval
2. **Faire de la conservation un axe transversal** de définition des politiques publiques d'aménagements du territoire
3. Réaliser et maintenir **un inventaire des différentes espèces** présentes et de leur population au sein des espaces protégés, suivre des habitats, soutenir la recherche
4. **Impliquer la société civile et la communauté hongkongaise** en communiquant largement sur ces sujets.

PAR JUSTINE ONG ET FRÉDÉRIC BRETAR, LE 13 OCTOBRE 2017

### Sources :

1. « Hong Kong's Climate Action Plan 2030+ »
2. IPCC (GIEC)
3. Hong Kong Biodiversity Strategy and Action Plan, BSAP (2016-2021)



## 5.2 Éléments sur l'économie de l'environnement à Hong Kong

Selon les chiffres de 2015, l'industrie liée à la protection de l'environnement à Hong Kong est estimée à 7.9 Mds HKD, emploi 43 750 personnes et représente 1.2% de l'emploi total de Hong Kong. Cette industrie se compose d'environ 300 établissements, principalement des petites et moyennes entreprises dans les domaines de

- i/ la protection de la ressource en eau et du contrôle des pollutions,
- ii/ du contrôle de la pollution de l'air et des odeurs,
- iii/ de la conservation de l'énergie,
- iv/ du traitement, élimination et recyclage des déchets,
- v/ du contrôle et atténuation du bruit ,
- vi/ des services de conseil en environnement.

Certaines entreprises sont également engagées dans l'importation / exportation et le commerce de gros de déchets et de ferrailles.

Malgré la popularité du concept dans d'autres pays notamment en Chine continentale et les nombreux projets pilotes disséminés dans les plus grandes villes, Hong Kong semble peiner à définir une approche intégrée inhérente à l'idée même d'économie circulaire, cela, malgré le lancement de plusieurs feuilles de route sous le ministère du secrétaire d'Etat pour l'Environnement KS WONG : « **A clean Air Plan for Hong Kong** », « **Hong Kong : blueprint for sustainable use of resources 2013-2022** », « **Energy saving plan for Hong Kong's built environment 2015-2025+** », « **Hong Kong biodiversity strategy and action plan 2016-2021** », « **Hong Kong's climate action plan 2030+** », « **Food waste and yard waste** » et « **Food wise eateries** ».

Contrairement à la France ou à la Chine continentale, Hong Kong n'a ni industrie manufacturière, ni agriculture, ni ressource naturelle en quantité, et souffre d'une géographie contrainte. **Le défi politico-économique pour penser une économie circulaire à l'échelle du territoire est donc de taille.**

Hong Kong fait cependant face à deux problématiques majeures qui s'invitent régulièrement dans le débat public et se feront de plus en plus pressantes à l'horizon de la prochaine décennie : l'augmentation constante de la production de déchets domestiques jusqu'à des niveaux dépassant celui des pays les plus avancés (générateur de pollutions, de grandes sociales, et surtout atteinte des limites physiques de stockage) et le manque cruel d'un système de recyclage efficace.

Le département de la protection de l'environnement est à l'initiative de la mise en opération en 2007 du parc industriel EcoPark, regroupant à ce jour 13 usines spécialisées dans le recyclage de produits de consommation (huiles de cuisson, déchets alimentaires, métaux, plastiques, matériaux de construction, batteries usagées, PCB ?) dont

- i/ le centre de traitement des boues (T-Park) exploité par l'entreprise Veolia ; cette usine traite quotidiennement plus de 2000 tonnes de boues et s'auto alimente en électricité (délivrance d'une puissance électrique de 14MW dont 2 MW sont réinjectés dans le réseau de distribution) ;
- ii/ la co-entreprise ALBA IWS entre le groupe allemand ALBA et la société hongkongaise spécialiste du traitement des déchets solides Integrated Waste Solutions Group Holdings Limited (IWS) . Chargée de la conception, de la construction et de l'exploitation jusqu'en 2017 de la Waste Electrical and Electronic Equipment Treatment and Recycling Facility (WEEETRF), la co-entreprise propose une solution opérationnelle de collecte auprès des particuliers et de recyclage des principaux composants (métaux, gaz, plastiques etc.) des déchets électroniques comme réfrigérateurs, climatisation, télévisions, ordinateurs, machines à laver.

Le département de la protection de l'environnement est également à l'initiative de la phase 1 du projet Organic Waste Management Facilities (technologie Suez Environnement) au Nord de l'île de Lantau en

cours de finalisation. Cette installation devrait convertir chaque jour 200 tonnes de déchets organiques en biogaz et trier 20 tonnes de compost pour recyclage. ? Parallèlement, le gouvernement investit dans la recherche et l'innovation sur les technologies vertes, notamment à travers le développement d'une phase 3 du Hong Kong Science and Technology Park, parc technologique public de Hong Kong, qui accueille déjà plusieurs entreprises du domaine des énergies propres.

PAR FRÉDÉRIC BRETAR, LE 11 OCTOBRE 2017

### **5.3 Des chercheurs hongkongais découvrent sur Mars des minéraux similaires aux fonds marins terrestres**

Pour comprendre les origines de la vie, les chercheurs l'université de Hong Kong (HKU) étudient les similitudes entre la géologie de la planète rouge et celle de la Terre.

Une équipe du département des sciences de la Terre de HKU menée par J. Michalski a analysé les minéraux présents à la surface de Mars grâce à des données de télédétection infrarouge. Les chercheurs en ont conclu que les fonds marins d'une ancienne mer étaient semblables à ceux identifiés sur Terre il y a plusieurs milliards d'années. Grâce à ces travaux, les scientifiques sont en mesure d'identifier une fenêtre temporelle dans laquelle la vie a pu se développer sur notre planète.

#### **5.3.1 Les premières remontées aux origines**

Les plus anciennes roches terrestres préservées à ce jour se sont probablement formées dans un océan. En effet, les isotopes légers du carbone retrouvés dans les milieux hydrothermaux terrestres indiquent que les premières sources de vie ont prospéré dans les fonds marins. Bien que d'immenses progrès aient été réalisés ces dernières années, ce type d'analyse reste contesté par la communauté scientifique à cause de la surimpression chimique et les déformations physiques subies par les roches à travers le temps. C'est la raison pour laquelle la quête de l'origine de la vie pourrait à jamais rester infructueuse.

Pour améliorer notre compréhension de l'émergence des premières formes de vie, les regards se tournent désormais vers Mars. Grâce à une activité géologique moindre sur notre planète voisine, les roches martiennes ont été préservées des effets du temps. Ce voyage dans le passé a mené les chercheurs de HKU à étudier le sol Martien où les anciens dépôts sédimentaires, volcaniques et hydrothermaux sont contemporains de ceux présents au moment de l'apparition de la vie sur Terre.

#### **5.3.2 La composition des minéraux, un élément clé**

Sur notre planète, les fonds marins contiennent des minéraux qui se forment à partir de l'interaction des fluides chauds de la croûte avec l'eau froide des profondeurs océaniques. Malgré le manque de lumière, ces environnements grouillent de vie et prospèrent grâce à l'énergie chimique (les organismes vivent en décomposant des roches). Bien que l'origine de la vie sur Terre reste sujette à débat, de plus en plus de scientifiques pensent qu'elle pourrait provenir des profondeurs des océans grâce à des réactions chimiques hydrothermiques. Par conséquent l'étude de l'environnement martien, préservé pendant plusieurs milliards d'années, pourrait préciser la période de l'apparition des premiers organismes vivants sur la Terre.

Les mesures des rayonnements infrarouges à la surface de Mars, plus précisément au-dessus de la mer d'Eridinia, ont été faites par une sonde mise en orbite en 2006 par la NASA et équipée de l'instrument CRISM (Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars). La lumière infrarouge réfléchie permet d'identifier les minéraux présents en surface grâce à leurs empreintes uniques. Les analyses montrent que les argiles du bassin d'Eridinia sont riches en fer et magnésium, ce qui est relativement commun pour

la planète rouge. Mais la particularité de ce site ne réside pas dans la composition atomique, mais dans la structure cristalline des minéraux.

En effet, le spectre d'absorption montre que le sol est composé de saponite, des carbonates, des serpentines ou des talcs enrichis en fer dû à une substitution du magnésium par ce dernier. Ces deux minéraux sont généralement interstratifiés et les spectres obtenus par le CRISM sont similaires aux couches terrestres.

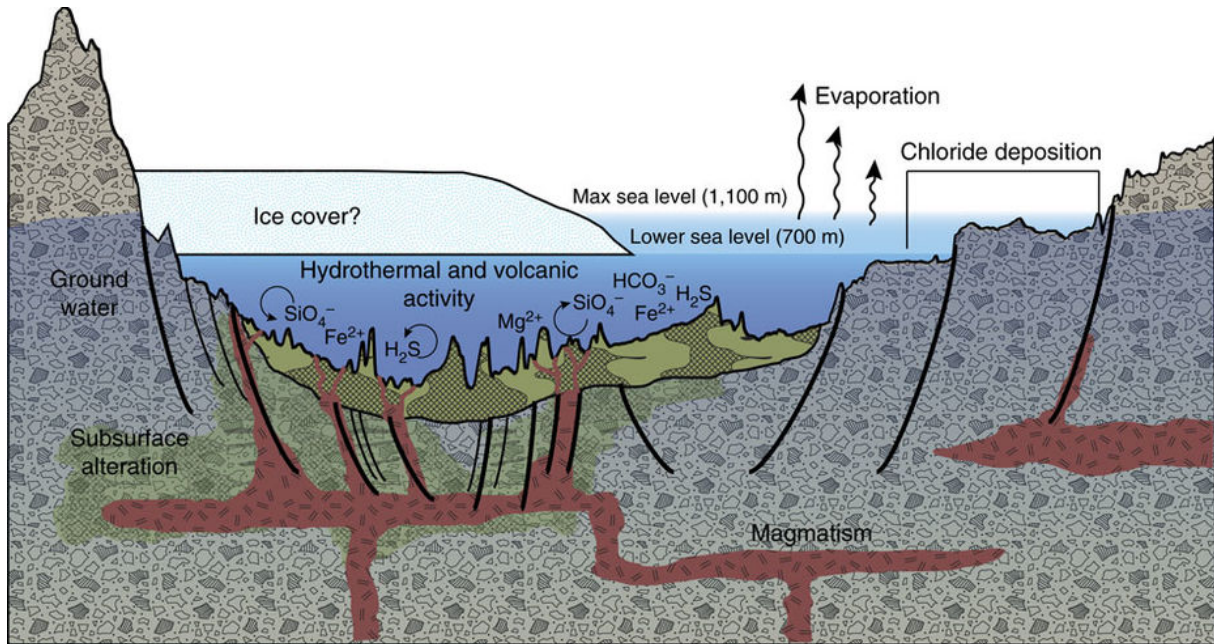


FIGURE 5.2 – Crédits : Nature communications - A geologic model for Eridania basin on ancient Mars

En outre, l'équipe a également utilisé des mesures de rayonnement thermique, de télémètre laser et des images dans le domaine visible en haute définition pour étudier les propriétés de la surface.

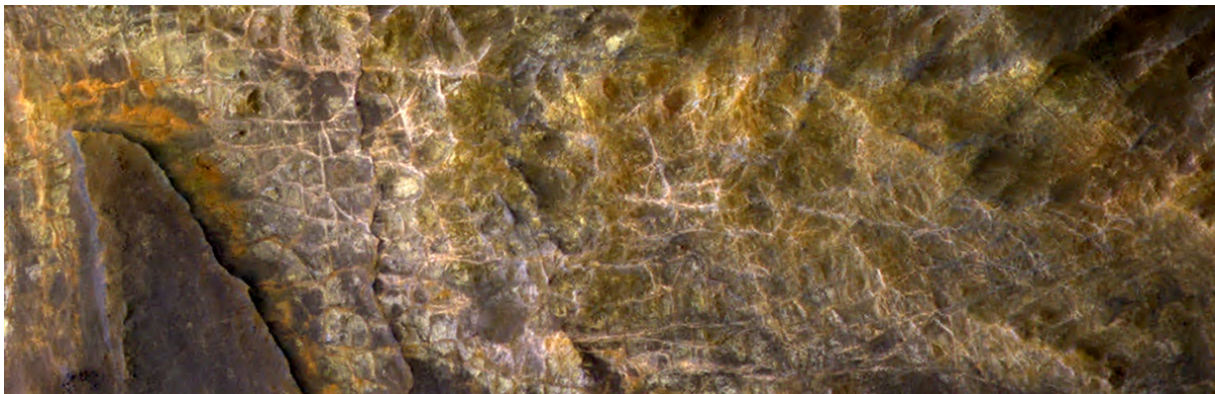


FIGURE 5.3 – Crédits : Hong Kong University A high-resolution false colour image shows the ancient seafloor deposits up close. The network of cross-cutting veins formed from fluids in the rocks. The green-yellow-brown deposits are composed of Fe- and Mg-rich clay minerals that formed at the base of a deep sea. This image is approximate 1 km across. (Photo courtesy : NASA/JPL/University of Arizona)

« Ces dépôts dans le bassin d'Eridania contiennent un ensemble unique de textures de roche

et d'occurrences minérales qui ne sont observées nulle part ailleurs sur Mars »

a déclaré Joseph Michalski, auteur de la publication.

« Les roches anciennes comme celles-ci sont mieux conservées sur Mars que sur Terre car notre planète est constituée de plaques tectoniques, ce qui renouvelle la croûte contrairement à Mars. L'analyse de ces dépôts donnent par conséquent des informations sur la composition passée de la Terre. »

« Nous essayons d'appréhender la géologie de Mars et de déterminer si les conditions nécessaires à l'émergence de la vie étaient réunies. D'autres travaux ont montré qu'il y avait des endroits sur la planète rouge où la vie aurait pu exister. Nous avons cependant découvert de nouvelle caractéristique géologique sur Mars. Non seulement cet environnement serait propice à la vie sur Mars, mais c'est également le même type d'environnement où la vie est supposée être apparue sur Terre. »

PAR VINCENT DE BRIX, LE 31 AOÛT 2017

#### Sources :

1. <https://mars.nasa.gov/mro/mission/instruments/criscompactreconnaissanceimagingsspectromete>
2. [http://hku.hk/press/news\\_detail\\_16566.html](http://hku.hk/press/news_detail_16566.html)
3. <https://en.wikipedia.org/wiki/>
4. Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars, Michalski, J. et al. Ancient hydrothermal seafloor deposits in Eridania basin on Mars. Nat. Commun. 8, 15978 doi :10.1038/ncomms15978 (2017)

## 5.4 Surveiller et Prédire les typhons à Hong Kong

Le Guy Carpenter Asia-Pacific Climate Impact Center de la City University of Hong Kong, développe un système de prédiction du nombre et l'intensité des typhons saisonniers dans la région hongkongaise.

Chaque année, l'Est de l'Asie est touchée par de nombreux cyclones tropicaux. En météorologie, un cyclone tropical se caractérise par une forte dépression à l'interface air-mer, d'intenses précipitations et des vents très forts. Les zones de formation de cyclones tropicaux sont réparties au niveau des sept bassins (cf. carte). Ces catastrophes naturelles ont des conséquences fortes sur la vie et l'économie, engendrant de nombreux dégâts matériels et faisant souvent de nombreuses victimes.

En moyenne, **6 typhons balayent Hong Kong chaque année**. Le dernier épisode les plus violent a eu lieu en août 2017, le sud de la Chine ayant été touché par le typhon Hato (niveau 10), provoquant 16 morts à Macao et dans le Guangdong, et 120 blessés à Hong Kong. Les enregistrements du nombre de typhons à Hong Kong montrent de grandes fluctuations interannuelles et inter-décennales de la fréquence d'apparition (cf. figure ci-dessous). Le centre météorologique de Hong Kong, par une surveillance permanente de l'est Pacifique, informe de la trajectoire et de l'intensité des différents typhons en temps réel, mais la prédiction du nombre de typhons dans l'année à venir reste difficile à déterminer.

La School of Energy and Environment de City University of Hong Kong (SEE-CityU) a créé en juin 2008 le Guy Carpenter Asia-Pacific Climate Impact Center. Ce centre est un des tous premiers de la région Asie-Pacifique à réaliser des recherches sur la pollution et les catastrophes naturelles liés plus au changement climatique. Ces recherches visent à améliorer la compréhension et la prédiction des mécanismes climatiques de la région réparties en trois équipes :

1. Climat et cyclone tropicaux : spécialisée dans l'étude des typhons qui surviennent dans l'Asie de l'Est avec le changement climatique.

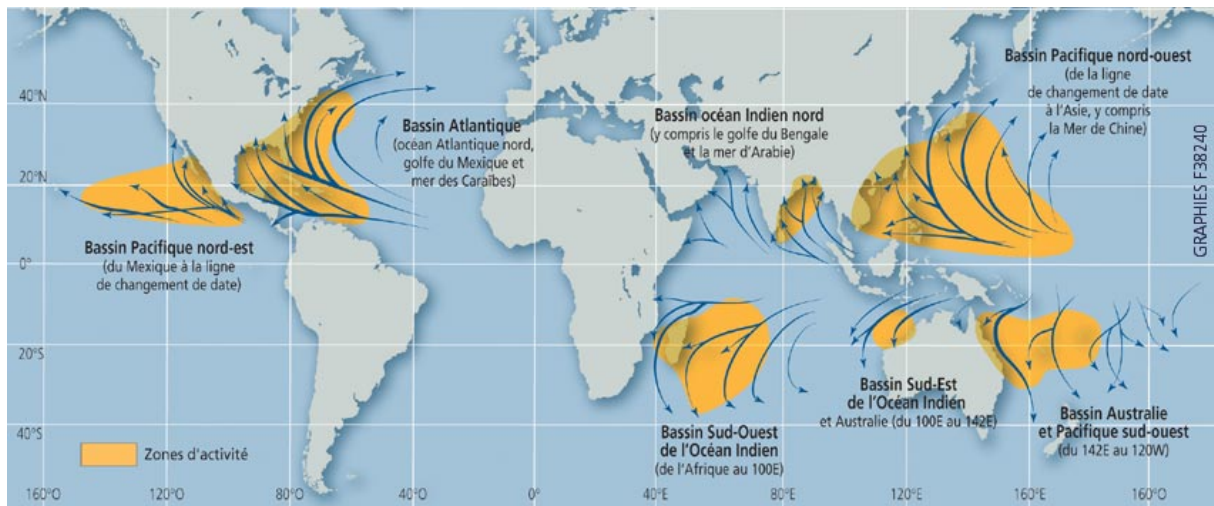


FIGURE 5.4 – Carte des 7 bassins tropicaux et mouvements cycloniques associés (© Image)

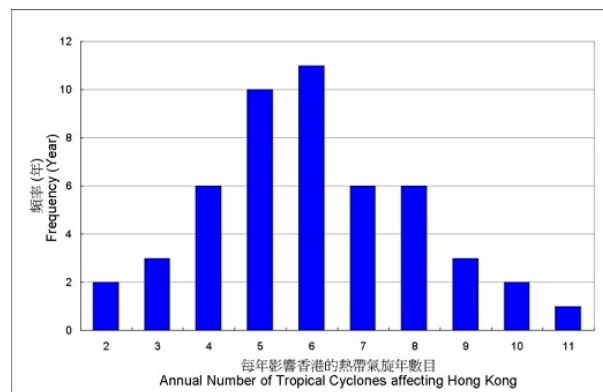


FIGURE 5.5 – Fréquence annuelle du nombre de typhons affectant Hong Kong entre 1961 et 2010

2. Contrôle de la pollution atmosphérique : spécialisée dans l'étude des sources, des caractéristiques, des impacts et du contrôle de la pollution de l'air.
3. Modélisation de la pollution atmosphérique : spécialisée dans la modélisation régionale et locale de la pollution de l'air, le transport des polluants atmosphériques, et la dégradation de la qualité de l'air.

Le projet du Pr Johnny Chan Chung-Leung (Professeur en sciences de l'atmosphère de la SEE-CityU), en collaboration avec l'Imperial College de Londres, a reçu près de 2 millions de HKD (environ 210k€) dans le cadre du programme entre la Commission Européenne et le Research Grants Council hongkongais, lancé cette année à Hong Kong. Ce programme vise à promouvoir la collaboration scientifique entre Hong Kong et les pays de l'Union Européenne, afin de participer à des projets approuvés par le programme Horizon 2020. Ce projet consiste à développer un nouveau système de prédiction du nombre et de l'intensité des typhons sous différents scénarios de changement climatique, en s'intéressant plus particulièrement aux interactions entre l'atmosphère et l'océan avant la formation de ces derniers. Ce système de prédiction permettrait au gouvernement d'élaborer des mesures d'urgence et de formuler des politiques à long terme, mais également d'aider les compagnies d'assurance à mieux évaluer les risques.

PAR JUSTINE ONG, LE 14 MARS 2018

**Sources :**

1. [http://www6.cityu.edu.hk/puo/newscentre/publication/CT\\_Magazine/issues/issue55\\_Oct17/17-19.pdf](http://www6.cityu.edu.hk/puo/newscentre/publication/CT_Magazine/issues/issue55_Oct17/17-19.pdf)
2. <https://newscentre.cityu.edu.hk/media/news/2017/06/05/ground-breaking-typhoon-prediction>
3. <http://www.cityu.edu.hk/see/research/atmospheric.htm>
4. <http://weather.cityu.edu.hk/AWS/index.htm>
5. [http://www.lemonde.fr/planete/article/2017/08/24/le-typhon-hato-fait-16-morts-a-hongkong\\_5175965\\_3244.html](http://www.lemonde.fr/planete/article/2017/08/24/le-typhon-hato-fait-16-morts-a-hongkong_5175965_3244.html)



# Chapitre 6

## Transports

### 6.1 A Hong Kong, les véhicules électriques sont encore rares

#### 6.1.1 Entre consommation énergétique et pollution

Hong Kong est un territoire densément peuplé de plus de 7 millions d'habitants, à forte consommation énergétique : 289160 TJ d'énergie ont été consommés en 2014. Cette consommation est à l'origine d'émissions de nombreux polluants et gaz à effet de serre (GES). La pollution atmosphérique est quant à elle, principalement due à la combustion du charbon (dans les usines et centrales) et du pétrole par les véhicules à moteur thermique (essence ou diesel) en déplacement. Les transports représentent ici presque un tiers de la consommation totale d'énergie.

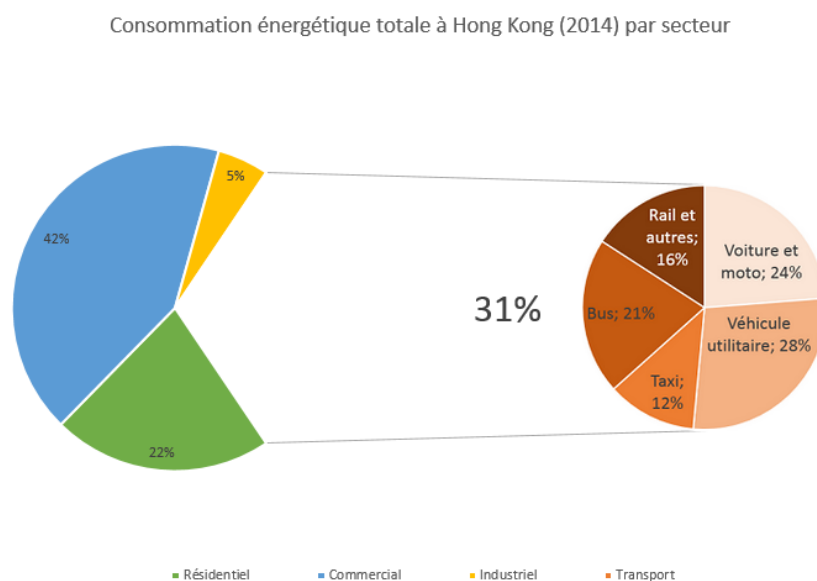


FIGURE 6.1 – Consommation énergétique totale à Hong Kong (2014)

Le département gouvernemental de la protection de l'environnement (Environmental Protection Department, EPD) a publié des chiffres dans lesquels la pollution due aux transports terrestres est tenue pour responsable de 60% des émissions de monoxyde de carbone (CO), et presque 20% des émissions totales de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). De nombreuses études sur le plan mondial ont montré que les conséquences sanitaires de cette pollution atmosphérique entraînent l'augmentation des mortalités cardiovas-



culaires, des maladies respiratoires ainsi qu'un accroissement du nombre d'admissions hospitalières. Les polluants sont responsables d'un stress oxydant générant des inflammations générales et respiratoires (rétrécissement des vaisseaux sanguins, épaissement du sang, toux, asthme, etc.). A Hong Kong, la pollution de l'air excède souvent les limites fixées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), provoquant plus de 3000 décès par an.

### 6.1.2 Des véhicules électriques présents, mais encore rares

Au total, 7434 véhicules électriques ont été recensés sur les routes de Hong Kong en janvier 2017 (dont 70% du modèle S de la marque américaine Tesla), contre moins de 100 véhicules à la fin de l'année 2010. A ce jour, on dénombre 66 modèles approuvés par le département des transports. En 2016, 746000 véhicules ont été enregistrés et autorisés sur le territoire. D'après les données publiées par le gouvernement, la consommation d'électricité par les transports ne représente que 2% de sa totalité.

Malgré cette croissance exponentielle, la proportion des véhicules électriques reste infime, (elle ne représente que 1% des véhicules) et ce, malgré les campagnes de promotion mises en place par le gouvernement depuis 2009. Les principaux freins qui peuvent être soulignés :

- Le coût : une voiture électrique coûte 2 à 3 fois plus chère qu'une voiture à essence sur des modèles comparables.
- La durée de vie des batteries : Celles-ci doivent être remplacées tous les 4 ans.
- Le prix d'une batterie peut coûter presque la moitié du prix d'achat du véhicule.
- Même si l'autonomie des batteries (en moyenne 300km aujourd'hui) ne représenterait pas un problème (compte tenu du réseau routier relativement contraint par la topographie du territoire), les infrastructures de recharge électrique restent quant à elles, problématiques.

Hong Kong souhaite poursuivre son développement pour l'utilisation des véhicules électriques. Les différentes mesures qui ont été mises en place :

- Renoncer à la taxe d'immatriculation pour tout achat de véhicule électrique (First Registration Tax, FRT) ;
- Allouer des fonds pour mettre en circulation des transports publics électriques (notamment les bus) ;
- Mettre en place une infrastructure de recharge performante ;
- Encourager les entreprises et les propriétaires de parkings à installer de nouvelles stations de recharges ;
- Améliorer les infrastructures de recharge existantes.

#### **Ce qu'il faut retenir :**

Les véhicules à moteur thermique restent majoritaires. Cependant, l'utilisation des véhicules électriques sur une grande échelle pourrait considérablement modifier la qualité de l'air, et permettre de lutter contre la pollution atmosphérique néfaste pour la santé. Par conséquent, Hong Kong se positionne dans une dynamique de soutien à l'émergence des véhicules électriques, compte tenu de sa croissance exponentielle et des mesures mises en place par le gouvernement pour les promouvoir (malgré les obstacles). L'analyse reste cependant plus complexe, car les émissions se retrouvent déplacées, puisque la principale source de pollution provient des centrales à charbon et gaz produisant de l'électricité. Il reste encore à promouvoir les énergies renouvelables pour produire de "l'électricité verte", afin que les véhicules électriques soient entièrement "non polluants".

PAR JUSTINE ONG, LE 23 MARS 2017

#### **Sources :**

1. [http://www.emsd.gov.hk/filemanager/en/content\\_762/HKKEUD2016.pdf](http://www.emsd.gov.hk/filemanager/en/content_762/HKKEUD2016.pdf)

2. [http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/data/emission\\_inve.html](http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/data/emission_inve.html)
3. [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/health\\_impacts/fr/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/health_impacts/fr/)
4. <http://www.scmp.com/news/hong-kong/article/1128685/hong-kong-air-pollution-causes-3000->
5. <http://www.scmp.com/news/hong-kong/health-environment/article/2063548/climate-report-rev>
6. [http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/prob\\_solutions/promotion\\_ev.html](http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/prob_solutions/promotion_ev.html)
7. [http://www.td.gov.hk/filemanager/en/content\\_281/table41a.pdf](http://www.td.gov.hk/filemanager/en/content_281/table41a.pdf)
8. [http://www.td.gov.hk/en/transport\\_in\\_hong\\_kong/transport\\_figures/monthly\\_traffic\\_and\\_transport\\_digest/index.html](http://www.td.gov.hk/en/transport_in_hong_kong/transport_figures/monthly_traffic_and_transport_digest/index.html)
9. <http://www.automobile-propre.com/dossiers/voitures-electriques/autonomie-voiture-electri>

## 6.2 Hong Kong, territoire d'excellence pour la recherche ferroviaire

Depuis la conception du Mass Transit Railway (MTR), le réseau de chemin de fer métropolitain de Hong Kong, à la fin des années 1960 par Mitsubishi, le gouvernement cherche à anticiper les exigences futures des usagers et les besoins croissants de la Région Administrative Spéciale. Aujourd'hui elle projette ses ambitions à l'horizon 2030 sur le développement des infrastructures et par l'implication croissante des universités hongkongaises dans la recherche.

### 6.2.1 La culture du rail, moteur et survie pour Hong Kong

Bien que la population de Hong Kong soit tombée à 600 000 habitants en 1945, les années d'après-guerre ont vu un afflux massif de population s'installer dans la ville, provenant principalement de Chine continentale. Les transports en commun étaient surexploités et les files d'attente excédaient parfois plus d'un kilomètre. Pour pallier ces problèmes, le gouvernement local a étudié l'évolution socio-démographique de la ville, puis planifié méticuleusement le développement des moyens de transport.

C'est au début des années 70 que la modernisation et le développement des infrastructures commencèrent. Fort du succès des quatre premières lignes électrifiées et totalisant 20 km de rail en 1972, le réseau de transport en commun est régulièrement étendu pour répondre aux problématiques liées à l'augmentation constante de la population qui est passée de 3.7 à 7.3 millions de personnes sur les 50 dernières années, avec 5 millions d'usagers quotidiens.

La première traversée du détroit séparant le continent de l'île de Hong Kong date de 1980 avec des rames allongées à 6 voitures pour faire face à l'augmentation du nombre de passagers. Le dernier tronçon inauguré le 28 décembre 2016, la South Island Line, dessert plus de 350 000 habitants de la partie sud de l'île de Hong Kong, auparavant enclavée. Actuellement, plus de 90% des 12.6 millions des trajets quotidiens sont effectués en transports en commun dont plus de 41% grâce au MTR (2015), ce qui en fait le 6e réseau mondial en nombre de passagers. Avec un taux de régularité supérieur à 99.9%, le métro hongkongais fait figure de modèle en termes de fiabilité à travers le monde.

Privatisée en 2000, la MTR Corporation tire la moitié de ses revenus des utilisateurs du service, le reste provenant principalement d'une gestion immobilière bien spécifique à Hong Kong. En effet, la société achète à prix avantageux les espaces au-dessus des gares et des entrepôts à l'Etat avant de s'associer à des promoteurs privés. De cette manière elle récupère le profit des ventes et des loyers. Ce financement indirect fait de la MTR Corporation l'une des seules compagnies ferroviaires rentable à travers le monde, et par conséquent elle dispose d'une importante marge de manœuvre pour investir sur son réseau.

Mais étendre les capacités du réseau ne suffit pas à répondre à l'ensemble des problématiques rencontrées par la MTR Corporation. Les universités hongkongaises se positionnent dans le débat sociétal du transport intelligent, et comptent apporter leurs contributions aux réflexions gouvernementales, à l'instar du plan Hong Kong 2030+ sur le développement des infrastructures. Automobile, aérien, ferroviaire, autant de domaines intégrés à la ville intelligente de demain pour lesquels les universités de Hong Kong disposent d'une expertise reconnue. Dans une ville très densément peuplée, le métro reste un moyen de transport des plus efficaces qui nécessite une optimisation constante et la compréhension des comportements des usagers.

### 6.2.2 L'Université Polytechnique de Hong Kong, fleuron de la recherche ferroviaire à Hong Kong

C'est dans ce cadre que deux succursales (Hong Kong Branch of National Rail Transit Electrification and Automation Engineering Technology Research Centre et le Hong Kong Branch of National Engineering Research Centre) du Chinese National Engineering Research Centres (CNERC) au sein de l'Université Polytechnique de Hong Kong (PolyU) ont été créées en 2015. Bien que leurs projets soient **principalement focalisés sur les trains à grande vitesse**, nombre de leurs débouchés sont également transposables ou adaptables au métropolitain, et donc directement au MTR.

Avec son envergure internationale et son expertise reconnue en ingénierie ferroviaire, PolyU est un partenaire de choix pour les autorités et les universités chinoises. C'est la raison pour laquelle, après avoir collaboré en 2012 à la conception des lignes à grande vitesse Pékin-Shanghai puis à celle reliant Lanzhou à Ürümqi dans la région du Xinjiang en 2014, un **nouveau partenariat stratégique** a été signé le 27 octobre 2017 avec la **South West Jiao Tong University (SWJTU) pour la création d'un Centre Conjoint d'Innovation** : « *La signature de l'accord nous amène à collaborer plus étroitement dans le développement de nouvelles technologies de surveillance du réseau et PolyU participera davantage aux projets ferroviaires à travers le pays* » déclare le Professeur Alex Wai, vice-président de la recherche et développement à PolyU.

Cette structure concentre de nombreux projets de recherche, comme :

- des systèmes de Contrôle de Santé Intégré (CSI) adaptés aux rails et aux infrastructures ferroviaires
- des systèmes de CSI pour les trains à grande vitesse
- de nouvelles méthodes de diagnostic et de pronostic pour évaluer les conditions des rails
- a mise en place de nouvelles mesures de surveillance et de contrôle en temps réel

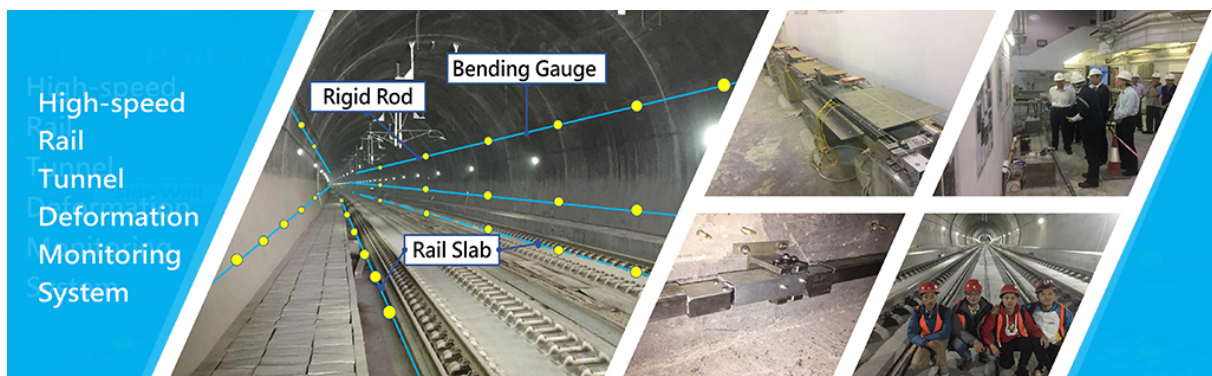


FIGURE 6.2 – Capteurs en fibre optique - Crédit PolyU

Ces recherches menées depuis quelques années ont été plébiscitées par une filiale de la China Railway

Rolling-Stock Corporation (CRRC) lors des essais conduits sur la nouvelle ligne de métro construite à Rio de Janeiro quelques mois avant l'ouverture des Jeux Olympiques en 2016. **Utilisant la technologie de détection par fibre optique développée à PolyU**, l'équipe a effectué une surveillance complète sur les composants critiques tels que les bogies, les moteurs et les voitures.

Les capteurs en fibre optique développés par les chercheurs sont constitués de structures périodiques à l'intérieur du  $c/2$ ur de  $10\ \mu\text{m}$  de diamètre. Les mesures sont codées dans la même longueur d'onde que la lumière réfléchie provenant des fibres optiques. La longueur d'onde est un paramètre absolu, et une modification de la puissance du signal reçue n'affecte pas la détection des informations, ce qui garantit intrinsèquement la fiabilité du système. Ce dispositif peut aussi mesurer d'autres paramètres tels que la température, la contrainte, les vibrations, l'accélération et l'inclinaison, en remplaçant sur plusieurs centaines de kilomètres les capteurs traditionnels. Ces fonctionnalités améliorent considérablement la **fiabilité des systèmes de détection actuels** et fournissent à l'industrie une solution intégrée très rentable.

Tandis que les capteurs électroniques traditionnels nécessitent un grand espace pour l'instrumentation, le blindage EMI (blindage électromagnétique) et le câblage pour résister aux interférences électromagnétiques, les capteurs FBG (Fiber Bragg Grating) sont fabriqués sur de petites fibres optiques et ne sont pas affectés par des interférences externes et peuvent donc surveiller des points non accessibles par des capteurs électriques.

### 6.2.3 D'autres universités mises à contribution

De son côté, l'Université municipale de Hong Kong (**CityU**), a reçu plus de 40 MHKD de financement de la part du Research Grant Council pour le développement d'un plan quinquennal sur les technologies ferroviaires : « *Notre projet est de faire de Hong Kong un centre d'expertise en matière de sécurité, de fiabilité et d'efficacité dans les technologies ferroviaires* », a déclaré le professeur Tsui Kwok-Leung, responsable du département de génie des systèmes et gestion de l'ingénierie (SEEM) de CityU. Les ingénieurs de recherche se concentrent, principalement, sur les **caractéristiques physiques des câbles et des composants de locomotives**. Ils étudient la détection d'anomalies, la distinction des défaillances, le diagnostic de défauts et la modélisation des dégradations de la fiabilité en analysant les vibrations produites par le matériel roulant sur les voies. A terme, **l'objectif est de pouvoir anticiper le calendrier d'entretien des voies et des machines**, et de sécuriser la chaîne d'approvisionnement des composants et des pièces détachées, qui demandent parfois plusieurs mois pour être acheminés. Concernant l'étude des flux de personne, l'équipe de recherche a pour objectif de créer des stratégies de prévention des situations d'urgence et des protocoles de réponse appropriés. **L'accent est mis sur la sécurité incendie** en évitant les scénarios de surpeuplement et en fournissant une planification optimale.

L'Université de Sciences et Technologies (**HKUST**) n'est pas en reste, elle collabore avec l'entreprise Thalès dans le cadre d'un partenariat global qui inclut l'aéronautique, l'aérospatial, les TIC, la défense et la sécurité, la radiographie et bien entendu, le transport. Ce travail conjoint sur le transport utilise comme matière première les données recueillies grâce aux cartes et tickets de métro. A court terme elle devait pouvoir proposer **une cartographie permettant d'afficher en temps réel les informations sur l'occupation des trains et de prédire les points d'engorgement**. Sur long terme, la MTR Corporation pourra justifier grâce à l'exploitation de ces données la construction de nouvelles lignes en fonction des horaires et lieux de déplacement. Cette collaboration entre HKUST et Thales a été récompensée en janvier 2016 par la Commission Innovation et Technologie de Hong Kong.

Les transports ferroviaires sont vitaux pour soutenir la croissance économique, le développement social, et protéger l'environnement du territoire hongkongais. C'est dans cette optique que le gouvernement hongkongais entend doubler l'étendue des voies ferrées sur son territoire en atteignant 540 km d'ici 2030, renforcer la capacité du réseau existant et maintenir une fiabilité quasi-parfaite grâce aux travaux réalisés par les acteurs locaux. Le succès du plan Hong Kong 2030+ repose aussi sur l'excellence

des recherches menées au sein des laboratoires qui permettront, à terme, d'ériger Hong Kong en modèle de « smart city » au niveau mondial.

PAR SIMON MULLER ET VINCENT DE BRUX, LE 13 FÉVRIER 2018

**Sources :**

1. [http://www.mtr.com.hk/eng/projects/projects\\_new\\_index.html](http://www.mtr.com.hk/eng/projects/projects_new_index.html)
2. <http://www.fccihk.com/blog/thales-collaborates-hkust-use-big-data-smarter-transportation>
3. <http://wikisites.cityu.edu.hk/sites/newscentre/en/pages/201601041000.aspx>
4. <http://www.scmp.com/presented/business/topics/hkust-25th-anniversary/article/1884178/creating-predictive-future-big-data>
5. <http://www.legco.gov.hk/research-publications/english/1617issh06-public-transport-201610.pdf>
6. <https://www.polyu.edu.hk/cpa/excel/en/201608/highlight/h1/index.html>
7. [http://www.obsmobilitedurable.umontreal.ca/recherche/pdf/Note01-2012\\_JPMeloche.pdf](http://www.obsmobilitedurable.umontreal.ca/recherche/pdf/Note01-2012_JPMeloche.pdf)
8. <http://www.mtr.com.hk/en/corporate/sustainability/2015rpt/pdf/mtrfull2015.pdf>
9. <http://www.thb.gov.hk/eng/psp/publications/transport/publications/rds2014.pdf>
10. <http://www.mtr.com.hk/archive/corporate/en/investor/annual2016/EMTRAR2016F.pdf>
11. [https://www.mtr.com.hk/archive/corporate/en/publications/images/business\\_overview\\_e.pdf](https://www.mtr.com.hk/archive/corporate/en/publications/images/business_overview_e.pdf)
12. <https://www.polyu.edu.hk/cnerc-rail/about-us-research-laboratories.html>
13. <https://www.polyu.edu.hk/cee/images/article/News-and-events/news/20161026news.pdf>
14. [https://en.wikipedia.org/wiki/Future\\_projects\\_of\\_the\\_MTR](https://en.wikipedia.org/wiki/Future_projects_of_the_MTR)
15. <http://www.fccihk.com/blog/thales-collaborates-hkust-use-big-data-smarter-transportation>

# Chapitre 7

## FinTech

### 7.1 Hong Kong et les « FinTech », l'ambition d'une Silikong Valley

Depuis quelques années un mot valise circule dans le monde des start-ups : « FinTech ». Assemblage des mots finance et technologie, les finTech désignent l'ensemble des technologies numériques appliquées aux services financiers, qui contribuent à l'évolution actuelle du secteur. Résolument orientées vers le client (« user first »), les nouvelles technologies de la finance constituent un champ d'investissement en rapide croissance. Une concurrence est à l'œuvre entre les différents centres financiers internationaux, du Royaume Uni à l'Australie en passant par Singapour et la Suisse, pour rivaliser avec le leadership de la Chine continentale. Hong Kong également tient à occuper une place de choix dans l'avenir des FinTech, à la fois régionalement et mondialement. Le gouvernement de la région administrative spéciale est volontaire au regard de cette ambition, et semble prêt à y mettre les moyens. Néanmoins, pour rattraper un certain retard sur ses rivaux en termes de technologie et d'innovation, les spécialistes du secteur financier hongkongais préconisent d'aborder la course des FinTech en se spécialisant d'emblée sur les points forts de Hong Kong.

#### 7.1.1 Un écosystème, un potentiel et une ambition

La FinTech est une « nouvelle industrie financière qui déploie la technologie pour améliorer les activités financières » (Schueffel, 2016). Même si cette technologie peut être développée et appliquée par toute institution déjà en place, la Fintech renvoie souvent à l'activité de start-ups qui se créent pour développer des services plus flexibles et adaptés aux besoins des consommateurs, via des applications mobiles. Ces services peuvent inclure le financement participatif, les paiements électroniques, l'investissement, l'analyse de données, la cybersécurité, jusqu'à la technologie « blockchain ».

Avec des services financiers qui contribuent à 18% de son PIB et 6% de l'emploi (250 000 personnes), la présence de la majorité des plus grands groupes bancaires mondiaux, une économie ultra-libérale, un accès privilégié au marché chinois, un secteur des services très développé, un débit internet parmi les plus rapides au monde, Hong Kong présente un environnement favorable au développement d'un « écosystème » FinTech, encore naissant pour le moment. À Hong Kong, le nombre de start-ups dédiées aux Fintech augmente de façon certaine depuis quelques années (60% entre août 2015 et août 2016), et la ville compte des dizaines d'espaces de travail communs, d'incubateurs, ou d'accélérateurs qui mettent en place des programmes de mentorat destinés à favoriser l'innovation dans le domaine. Parmi eux, le « SuperCharger » (Standard Charter, Baidu, TusPark Global Network), le « FinTech Innovation Lab Asia-Pacific » (Accenture), ou le « Nest » (AIA, DBS).

Alors que globalement, les investissements réalisés dans les compagnies spécialisées dans les FinTech ont reculé entre 2015 et 2016, ils restent stables en Asie. En Chine et à Hong Kong, leur volume dé-

passé celui des investissements dans les compagnies américaines, principalement grâce à quelques massifs investissements chinois. À Hong Kong, les capital-investissements se sont élevés à 169 millions de dollars US en 2016.

Le potentiel de Hong Kong est déjà reconnu. Fin 2016, le cabinet d'audit et de conseil Deloitte plaçait Hong Kong à la cinquième place mondiale parmi les centres de FinTech (derrière Londres, Singapour, New York et la Silicon Valley). Les hongkongais sont déjà les premiers consommateurs de services développés par des start-ups spécialisées dans les FinTech, devant les États-Unis, Singapour et le Royaume Uni.

Le secteur financier de Hong Kong souhaiterait réitérer avec les Fintech le rôle de pont entre l'Asie et l'Occident, que la région a déjà pu jouer pour d'autres marchés, pour s'affirmer comme un leader régional et un hub international. Hong Kong est alors présenté comme un terrain propice à l'innovation pour répondre aux exigences d'un marché asiatique en forte croissance, et comme une fenêtre d'entrée sur la Chine, le leader mondial des services FinTech en termes d'échelle et de taille de marché. Les géants chinois de l'e-commerce et du paiement électronique sont présents à Hong Kong (Alibaba avec Taobao, Ant Financial et Alipay, Tencent avec WeChat...), offrant des opportunités de partenariat et de promotion avec la Chine continentale. Réciproquement, Hong Kong veut également attirer les jeunes compagnies chinoises en leur offrant des opportunités de développement international.

### **7.1.2 L'action du gouvernement de la région administrative spéciale**

Le gouvernement de Hong Kong voit dans le secteur des FinTech une opportunité pour conquérir de nouveaux relais de croissance, dans un contexte où la région administrative spéciale connaît un ralentissement de ses exportations et où sa position de leader régional de la finance est concurrencée par Singapour et la Chine continentale (Shanghai, Shenzhen, Pékin). Depuis 2015, les autorités hongkongaises s'organisent pour répondre à leur ambition de maintenir la position de Hong Kong comme centre financier international, et de faire de la région un acteur majeur des FinTech. En mars 2015, le secrétariat aux Finances mettait en place un comité de pilotage dont la mission est de conseiller le gouvernement sur le développement du secteur des FinTech à Hong Kong (Steering Group on Financial Technologies).

En février 2016, ce comité de pilotage rédigeait un rapport constitué de 5 grandes recommandations (promotion d'événements internationaux, attraction des incubateurs et accélérateurs, présentation de l'état actuel des FinTech en termes de régulation, informer sur les opportunités de soutien financier, attirer les talents). Depuis, plusieurs actions ont été entreprises pour soutenir le développement des FinTech à Hong Kong. Le département du gouvernement dédié à accompagner les investisseurs extérieurs (InvestHK) s'est doté d'une équipe spécialisée sur le thème des FinTech. En novembre 2016, InvestHK organisait la première « Hong Kong FinTech Week ». Cet événement a attiré 2500 participants autour d'une centaine d'experts internationaux. Une deuxième édition se déroulera du 23 au 27 octobre 2017. Selon le budget 2016-17 et l'estimation des dépenses publiques, l'accent est placé sur la « promotion de l'innovation, et l'exploration de nouveaux marchés dans le nouvel ordre économique mondial ». Des dépenses supplémentaires ont ainsi été engagées pour développer des espaces d'incubation (Cyberport, Science Park), des aides fiscales ont été mises en place (Cash Rebate Scheme), ainsi que des programmes de subventions publiques (via l'ITF, Innovation and Technology Fund, l'Innovation and Technology Venture Fund, Cyberport Macro Fund) représentant une réserve de 5 milliards de HKD (environ 580 millions d'euros).

L'Autorité monétaire de Hong Kong (Hong Kong Monetary Authority, HKMA) a établi un bureau de facilitation en matière de FinTech, et avec l'ASTRI (Hong Kong's Applied Science and Technology Research Institute) a lancé un « FinTech Innovation Hub ». La HKMA s'est également associée avec les principales institutions bancaires et financières de la région administrative spéciale pour développer une plateforme basée sur la « technologie de registre distribué » (distributed ledger technologies, DLT), plus

connue sous le terme de « blockchain », et a récemment présenté sa preuve de concept.

### 7.1.3 Une stratégie basée sur la spécialisation

D'autres organes du gouvernement travaillent également sur l'élaboration d'une stratégie hongkongaise autour du développement des Fintech. En mai 2017, le Conseil du développement des services financiers (HK Financial Services Development Council, FSDC) publiait un rapport intitulé « The Future of FinTech in Hong Kong ». Ce conseil part du constat que malgré son statut et son importante industrie financière, Hong Kong se lance dans le développement des FinTech de façon tardive par rapport à d'autres centres financiers. Pour se maintenir au niveau dans une compétition internationale, Hong Kong ne devrait donc pas chercher à devenir un hub généraliste des FinTech, mais plutôt s'orienter vers des secteurs clés en s'appuyant sur les avantages que la région administrative spéciale peut offrir. Pour cela, le FSDC envisage un encadrement gouvernemental fort pour réunir les différents acteurs (secteurs privé et public, monde académique, sociétés de technologie locales et internationales) et souligne à plusieurs reprises l'importance des interactions avec la Chine continentale.

En partant des avantages procurés par un état de droit qui inspire la confiance, par le bon état de la protection de la propriété intellectuelle, par l'importance des services commerciaux (12% du PIB et 13% de l'emploi), par l'accessibilité du marché chinois, le FSDC voit la possibilité pour Hong Kong de devenir un centre pour des sociétés qui ciblent la région et la zone Asie-Pacifique. Il situe l'avantage de Hong Kong principalement sur des FinTech interentreprises (B2B) ou de gestion d'actifs et de patrimoine. L'objectif affiché est de pouvoir construire un savoir-faire dans l'exploitation et le développement, sans se réduire aux fonctions de première ligne comme les ventes et le marketing. Cette ambition doit également inclure le développement de la capacité d'innovation technologique de Hong Kong en favorisant la recherche appliquée dans ses universités, en s'appuyant sur des acteurs comme Cyberport, le Science Park, l'ASTRI, et sur la proximité de Shenzhen qui est devenue une capitale technologique mondiale.

Le FSDC identifie cinq secteurs clés qui doivent guider le développement d'un écosystème FinTech puissant à Hong Kong : la cybersécurité, les systèmes de paiement et de règlement des opérations sur titres, l'identification numérique et la connaissance du client (directives KYC - know-your-customer), la gestion des grands volumes de données (agrégation, automatisation, analyse et prévisions) et l'intelligence artificielle, et les RegTech (pour régulation et technologie).

Cette stratégie doit s'accompagner d'investissements publics, dont les retombées pour Hong Kong en termes de revenus commerciaux et d'emploi pourraient être prometteuses. L'un des plus grands défis attendus est celui de la régulation, non seulement à Hong Kong même (qui tend à être lourd et peu adapté au modèle d'affaires des FinTech), mais surtout au niveau international. Comment envisager une régulation pan-asiatique lorsque chaque pays dispose de sa propre régulation ? Dans ce sens, Hong Kong a récemment signé un accord de coopération avec l'Australie pour favoriser le partage d'informations sur les FinTech et l'harmonisation de leurs pratiques de régulation.

### 7.1.4 Présence française

Inaugurée au début de l'année 2016 pour faciliter l'accès d'entreprises françaises au marché asiatique, la « French Tech Hong Kong » voit se développer un bon nombre de start-ups orientées vers les Fintech. Certaines de ces sociétés rencontrent un succès important, à l'instar de la société de courtage en ligne « 8 Securities » qui a récemment été élue « best mature start-up » à l'occasion des FinTech Finals 2016 dans le cadre de l'événement Startmeup Festival organisé à l'initiative d'InvestHK.



## 7.2 Fintech : Hong Kong développe une plateforme financière basée sur la technologie « blockchain »

L'Autorité monétaire de Hong Kong (Hong Kong Monetary Authority, HKMA) a présenté le 30 mars 2017 le résultat d'un projet mené en collaborations avec les principales institutions bancaires et financières de la région administrative spéciale pour développer une plateforme basée sur la « technologie de registre distribué » (distributed ledger technologies, DLT), plus connue sous le terme de « blockchain ». La HKMA et ses partenaires ont démontré la faisabilité de leur concept pour réduire le risque des activités frauduleuses, améliorer la transparence, l'efficacité et la productivité du secteur commercial hongkongais.

### 7.2.1 Un intérêt croissant pour les « blockchains »

L'intérêt pour la technologie « blockchain » dans le monde est allé rapidement croissant en 2016. Alors que la crypto-monnaie « Bitcoin » était il n'y a pas si longtemps encore largement associée au « darknet » et faisait donc écho à des transactions illégales, le potentiel « disruptif » de la « blockchain » est désormais mis en avant non seulement par les banques, les industriels de la finance et les acteurs économiques, mais aussi les décideurs politiques des États, confirmant la « super tendance » annoncée lors du Forum économique mondial fin 2015.

Hong Kong, l'une des cinq premières places financières mondiales n'est donc pas en reste. Un an après les recommandations du Hong Kong's Steering Group on Financial Technology et la présentation des avantages associés à une utilisation de la technologie « blockchain » pour les services financiers de la région administrative spéciale, la Hong Kong Monetary Authority, l'organe du gouvernement hongkongais responsable de la surveillance et du maintien de la stabilité bancaire et monétaire, a présenté le résultat d'un projet de développement de plateforme qui repose sur cette technologie. La HKMA a réuni le cabinet d'audit et de conseil Deloitte et cinq des principales banques présentes à Hong Kong (Bank of China, The Bank of East Asia, Hang Seng Bank, HSBC et Standard Chartered Bank).

Le projet, débuté en décembre 2016 et centré sur le financement des transactions commerciales (Trade Finance), a abouti au développement et à la preuve de concept d'une plateforme tirant profit de la « blockchain », à destination des banques, des communautés d'acheteurs et de vendeurs et des entreprises de logistiques. Le développement de cette plateforme devait servir à démontrer aux acteurs hongkongais du secteur l'efficacité de la « blockchain ».

### 7.2.2 Le fonctionnement d'une blockchain : créer une base de données inaltérable

La « blockchain » est une technologie de stockage et de transmission d'informations, transparente, sécurisée, et fonctionnant sans organe central de contrôle (définition de Blockchain France). Cette technologie est un protocole informatique (une série d'étapes à suivre pour permettre la communication entre plusieurs ordinateurs reliés en réseau) qui sert à établir une liste de tous les échanges effectués entre les utilisateurs d'une blockchain depuis sa création. Cette liste, ou registre, ou base de données des transactions n'est pas enregistrée via un unique intermédiaire qui centraliserait les flux d'informations : les informations sont stockées sur les serveurs des utilisateurs de la chaîne à chaque échange.

Les transactions effectuées au sein du réseau d'utilisateurs sont organisées et regroupées en blocs. Ces blocs doivent être validés grâce au réseau d'ordinateurs connectés (fonctionnement P2P, pair à pair) via le calcul d'une « somme de contrôle » qui sert d'identificateur. Une fois validé, les blocs sont « clos ». Chaque nouveau bloc formé par les transactions suivantes doit inclure la preuve de la validation du bloc précédent, formant ainsi une chaîne, un historique des transactions. À partir d'un bloc donné, on peut ainsi remonter jusqu'au bloc initial de la chaîne en vérifiant à chaque pas sa validité. Pour manipuler

## 7.2 Fintech : Hong Kong développe une plateforme financière basée sur la technologie « blockchain » 13

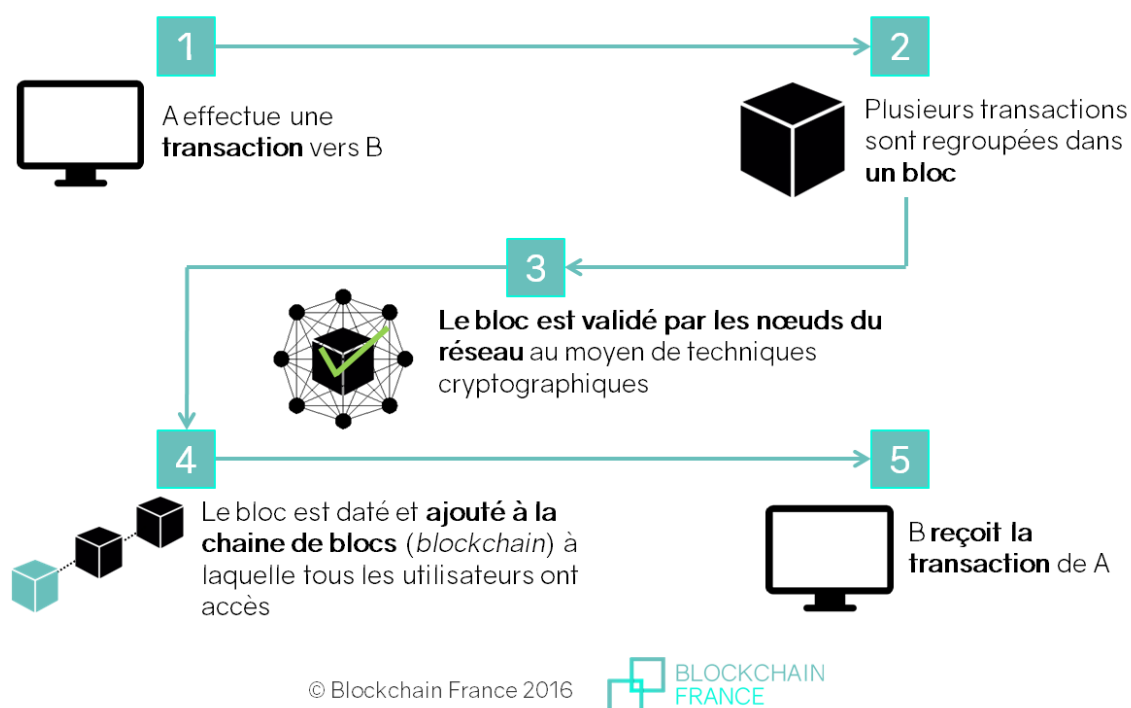


FIGURE 7.1 – Schéma simplifié des étapes d'une transaction par blockchain (©Blockchain France 2016)

cette base de données en chaîne, il faudrait avoir accès et modifier au même moment toutes les bases de données indépendantes les unes des autres stockées sur les serveurs des utilisateurs de la chaîne, ce qui n'est techniquement pas possible. La manipulation frauduleuse d'un bloc unique ou d'un groupe partiel de blocs viendrait corrompre l'intégrité de l'ensemble de la chaîne et serait donc immédiatement repérable. L'opération sous-jacente (transaction financière par exemple) serait rejetée. C'est pourquoi l'on peut parler d'historique infalsifiable, conservé et mis à jour en temps réel de façon indépendante par tous les utilisateurs de la chaîne.

### 7.2.3 Le projet de la HKMA : une démonstration avant une mise en application concrète ?

La preuve de concept de la plateforme développée à l'initiative de la HKMA a cherché à démontrer que l'utilisation de cette technologie est indispensable au renforcement de la position de Hong Kong en tant que hub mondial des échanges commerciaux et de la finance et en tant que hub innovant dans le secteur des fintech (dans un contexte de concurrence croissante avec sa rivale Singapour). Le projet de la HKMA a mis en avant la réduction des risques de fraude tout en insistant sur l'avantage de se débarrasser des pertes liées aux dépenses redondantes entre banques pour une même transaction, et de la gestion de grandes quantités de contrats papiers (remplacés par des smart contracts inaltérables et sans intermédiaires), sans oublier d'exposer les répercussions de l'utilisation de la blockchain en termes juridiques, de régulation, de gouvernance et de sécurité des données. Ce sont ces domaines qui doivent faire l'objet de plus amples développements pour mettre en application le concept. La plateforme inclut pour l'instant des opérations de type prêts bancaires, émission de lettres de crédit (engagement émis par une banque, au nom de l'importateur, garantissant le paiement de biens de services à un exportateur), affacturage, assurances/crédits d'aide à l'export. Pour aller plus loin, la HKMA prévoit de publier un rapport sur les questions de régulation conséquentes à l'utilisation des blockchains. Le directeur de la

HKMA, M. Li Shu-pui a également assuré qu'il « continuera à travailler avec l'industrie bancaire de Hong Kong pour matérialiser la valeur ajoutée de la plateforme ».

En janvier 2017, deux entreprises multinationales de conseil (spécialisés dans l'analyse comparative opérationnelle), Accenture et Mclagan, décrivaient dans un rapport que les blockchains permettraient à huit des dix premières banques d'investissement dans le monde de réduire leurs coûts d'infrastructure d'environ 30%, soit des économies de 8 à 12 milliards de dollars US par an. Dans un contexte plus large que celui de la transformation de pans entiers de l'économie, les blockchains peuvent concerner un ensemble très large de secteurs : données médicales, protection des données personnelles sur le net, scrutins en ligne, industrie musicale, brevets industriels, titres fonciers, objets connectés...

Cependant, à cet immense champ d'applications correspond également un large champ de limites à prendre en compte : écologie, gouvernance, choix de société entre autres.

**Sources :**

1. <http://www.scmp.com/tech/innovation/article/2083536/hong-kongs-monetary-authority-unveil>
2. <http://www.scmp.com/tech/innovation/article/1919116/beyond-bitcoin-will-hong-kong-disrupt>
3. <https://blockchainfrance.net/decouvrir-la-blockchain/c-est-quoi-la-blockchain/>
4. <https://www.contrepoints.org/2016/09/09/265146-blockchain-comment-ca-marche>
5. <http://www.hkma.gov.hk/eng/about-the-hkma/hkma/about-hkma.shtml>
6. <https://www2.deloitte.com/cn/en/pages/about-deloitte/articles/pr-deloitte-hkma-dlt-proof.html>
7. <http://fintechnews.hk/994/blockchain/hong-kong-central-bank-sees-potential-blockchain-te>
8. <https://www.accenture.com/us-en/insight-banking-on-blockchain>

PAR GABRIEL BENET, LE 26 AVRIL 2017

## **Chapitre 8**

# **France HKUST Innovation Hub**

## 8.1 Lettre #1 - Septembre 2017

#1 SEPTEMBER 2017

FRANCE-HKUST  
INNOVATION  
HUB

SUMMARY

- 1

**AN INNOVATION HUB,  
WHAT FOR?**
- 2

**RESEARCH & INNOVATION  
IN FRANCE**
- 3

**CNRS  
FROM RESEARCH TO BUSINESS**
  - A short presentation of the CNRS
  - From Research to Business
  - A Research Center focused on International Cooperation
- 4

PORTRAIT

**XAVIER PLANTAZ**  
A French student in HKUST
- 5

**HKUST**  
Bridging Research, Education and Industry
- 6

SPOTLIGHTS ON

  - The FIER-DOC Program seeks new applicants
  - The École Polytechnique Autumn Session
  - CentraleSupélec starts a new international contest
- 6

EVENTS




## AN INNOVATION HUB

### WHAT FOR?

On 24 March 2017, Mr Eric BERTI, Consul General of France, and Prof Tony F CHAN, President of HKUST, inaugurated the France-HKUST Innovation Hub.

#### DEVOTION TO COLLABORATIVE INNOVATION

In partnership with the French foreign trade advisers and their initiatives to promote French technology in Hong Kong, we aim with this platform at fostering France-Hong Kong collaborations within the continuum of education, research and industry. We believe this will serve the purpose of French companies and scientists to gain a better understanding of local science and innovation as well as better knowledge of the incentives and opportunities offered by the Hong Kong government. This will also serve the purpose of HKUST scientists and professors for the development of R&D projects and agreements with French universities and engineering schools.

Technology-driven innovations are very much surveyed by investors, technology leaders, incubator and accelerator structures mostly in the IT, bioTech and environment domains, to identify any possible game-changing technology. The University Grant Council and the Hong Kong government have explicitly asked scholars to improve the societal impact of their projects, so to say, to develop technology transfer. This hub will with no doubt match the talent of HKUST students and the experience and business culture of French industry. The hub will serve as an incubator of ideas, opportunities and innovation, promoting aspiration for excellence in innovative projects.

#### ACTIVITIES

We will gather existing activities under the patronage of the Hub to give a clearer view of France-HKUST collaborations. We have already organized and will organize specific conferences and events with different departments of HKUST and French companies, always all motivated by strong links between education, training, research and industry.

In order to materialize the communication of the Hub, this publication will gather information related to the collaborative projects and events held between HKUST and French companies. It will highlight hot topics on science and innovation policies in France, in HKUST and in Hong Kong. It will report testimonies of stake holders and promote dual degrees as well as other agreements.





## RESEARCH & INNOVATION

### KEY FIGURES IN FRANCE

The past ten years have seen tremendous evolution of higher education and research structures in France aimed at improving the international ranking of universities and to create integrated competitive clusters to foster **R&D and tech transfer** through dedicated structures (eg. Accelerator of Technology Transfer societies) and companies. Today, the ecosystem is still evolving, maintaining strong priorities on R&D and innovation.

The research effort has come largely from businesses, that carried out 65% of all R&D conducted in France in 2014, a total amount of **€31.6 billion**, and financed 62% of this work. Public sector GERD (gross domestic expenditure on R&D) **totalled €16.9 billion** in 2014, with much of the **R&D** conducted by dedicated research institutions (54%), as well as higher education institutions (46%). SMEs contributed 13% of GERD, more than half of which was invested in the service sector. **Large enterprises**, which accounted for **58% of GERD**, focused three quarters of their funding on high and medium-high technologies. More than 54% of all intramural BERD (Business Enterprise Research and Development) went towards six industry groups: 'Manufacture of motor vehicles', 'Manufacture of **air and spacecraft** and related machinery', 'Manufacture of basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations', 'Specialised scientific and technical activities', 'Computer-related and information service activities', '**Manufacture of chemicals** and chemical products'. Businesses also devoted a considerable proportion of their intramural BERD to multidisciplinary fields such as new materials, **nanotechnology**, digital, biotechnology and the **environment**.

#### A BALANCED PROFILE

In 2015, France showed a balanced profile in terms of fields of education qualified by major specialisation in **mathematics**. France stood out clearly from the United Kingdom and United States, which specialise more in Human and Social Sciences, and the more divergent Asian countries, that are highly specialised in some fields of education and very little in others. French biomedical research lay seventh globally, with nearly **20,000 publications** in 2015. The number of publications has increased in the last decade but, driven by the dynamic expansion of emerging countries, France's global share in **biomedical research** publications has been contracting, as has the impact index of its publications. More than one French publication in two is produced in conjunction with **foreign scientists**, which places the rate of French co-publications among the highest in the world (comparable with the United Kingdom and Germany). As an example, one quarter of French publications include American scientists.

#### MAJOR PLAYER IN PATENTS

France is also a major player in **patents**. In 2014, France was in **fourth place** globally in the European patent system (6.3% of applications lodged). Its specialist fields include '**transport**', 'nanotechnologies, microstructures', 'organic fine **chemistry**', 'materials, metallurgy' and 'ecotechnology'.

#### PHDS

PhDs are the most advanced qualification awarded by higher education institutions and **doctoral research** contracts provide many PhD students with their first professional experience. PhD graduates are a key driving force behind research in France. Training through research has been provided by graduate schools since 2000. 41% of these complete in less than 3 years. Nearly **14,500 PhDs** were awarded in 2015. The number of PhDs awarded increased by nearly 10% between 2009 and 2012. Most of the PhDs awarded (**more than 65%**) were in scientific subjects (including Biology and Healthcare). At the start of the 2015-16 academic year, there were nearly **75,600 PhD students**.

Ref: Emmanuel Weisenburger, Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, Higher Education and Research in France, Facts and Figures (2017)

[https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/eesr/IOEN/EESRIOEN\\_RESUME-higher\\_education\\_and\\_research\\_in\\_france\\_facts\\_and\\_figures\\_summary.php](https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/eesr/IOEN/EESRIOEN_RESUME-higher_education_and_research_in_france_facts_and_figures_summary.php)



CNRS

FROM RESEARCH TO BUSINESS

### A SHORT PRESENTATION OF THE CNRS

The French National Center for Scientific Research (CNRS) is actually **the largest public research organisation** covering all scientific disciplines, from the humanities and social sciences to biological sciences, nuclear and particle physics, information sciences, engineering and systems, physics, mathematical sciences, chemistry, Earth sciences and astronomy, and ecology and environment. With its 32,544 staff, CNRS operates **1,025 joint research units**, including **35 abroad**, one of which is in HK, the French Centre for Research on contemporary China (CEFC).

Of course, the CNRS metrics is unmistakably knowledge production. However, it would be an easy shortcut to reality as **CNRS plays a critical role** in other fields, including **higher education** (i.e. PhD training through research), France science capacity building and innovation among others. In CNRS, **"interdisciplinary" research activities** is usually preferred to "multidisciplinary" because CNRS scientists are encouraged to bridge with other disciplines than their own for which incentives are provided, especially through the CNRS "multidisciplinary task force".

### FROM RESEARCH TO BUSINESS

**Research commercialization** has obviously been a challenge for CNRS over the years. But although CNRS is a basic science organisation, CNRS is striving to meet the needs of industry in terms of **Technology Transfer activity (TT)**, research commercialization, and startups. Thomson Reuters 2014 ranks CNRS among the top 100 global innovators and CNRS was the **7<sup>th</sup> largest patent filer** in France that same year. CNRS coordinates 300 TT officers, based at local level through 18 regional partnerships (and TT departments) and **14 TT companies (SATTs)** in which CNRS is a shareholder. CNRS research commercialisation activities also take advantage of **FIST SA, a subsidiary dedicated to industrial applications**, managing the CNRS patent portfolio and negotiating operating agreements.

CNRS innovation missions:

- **ENHANCING TT** - With **4,535 patents and 1,237 active licenses**, the CNRS guarantees the protection of its laboratories' results. CNRS registers patents, signs licensing agreements and supports the creation of innovation business with FIST SA and the SATTs.
- **BUILDING PARTNERSHIPS WITH INDUSTRY** - From startups to multinationals, the CNRS offers an array of solutions to help companies develop their R&D capacity. It works closely with industry through about a hundred public/private research units, **2,000 research contracts** each year and 26 framework agreements with large corporations (EDF, Essilor, Safran, Thales, etc.).
- **CREATING BUSINESS** - As a **driver of economic growth**, the CNRS takes pride in launching more than 1,000 innovative companies, generating 7,000 jobs (Innoveox, SuperSonic Imagine, WatchFrog, etc.) since 1999. It **provides support for entrepreneurs** at every stage of the startup process, through consulting and coaching, simplified administrative procedures, tailored financial conditions and equity investment **through FIST SA**. In addition, the CNRS participates in the development of a seed capital fund for the benefit of innovative startups.
- **SHARING KNOWLEDGE** - Each year, the CNRS gives access to its laboratories and technological platforms, offering 180 short training sessions in key areas. Its experts also **provide training at companies'** premises. <https://cnrsformation.cnrs.fr>
- **THE CNRS SERVICES** - **Consulting, expertise, assessments, publishing**, thesis supervision and laboratory experience promote interaction between researchers and industry on innovative projects. As the organizer of high-profile events on innovation-oriented themes ("Innovatives" forums [www.innovatives.cnrs.fr](http://www.innovatives.cnrs.fr), or "Start-up Connexion") and a participant in **business seminars and conferences**, the CNRS reaches out to the socio-economic world.

### A RESEARCH CENTER FOCUSED ON INTERNATIONAL COOPERATION

Almost **60% of CNRS copublications are international**. It is the objective of CNRS to duplicate domestic activities at the international level. CNRS is, for instance, developing **36 joint research units in 17 countries**, where dedicated CNRS staff are seconded. Some of them are jointly managed with local partners and industry, such as Thales (Singapore, TICS), Solvay (Shanghai, green chemistry) and Saint Gobain (Tokyo, materials). The labs are the flagships of CNRS excellence in science and innovation abroad together with the other, more scientific oriented, CNRS **182 international associated labs in 43 countries** ("LIA"), 102 international research networks ("GDRI") and 439 other smaller scale joint projects in 59 countries.

Written by Antoine Mynard, CNRS China Office Director - [antoine.mynard@cnrs-dir.fr](mailto:antoine.mynard@cnrs-dir.fr)

3



PORTRAIT

XAVIER PLANTAZ

A FRENCH STUDENT IN HKUST



I am a **French student** born and raised in Chamonix Valley in the French Alps. I am currently involved in a **Double Degree program with HKUST and CentraleSupélec** where I study fundamental and applied sciences with a real **focus on innovation**, especially those which have some deep **social impacts**. I am currently involved in **HKUST Master of Philosophy in Technology Leadership and Entrepreneurship**, focusing on how **technology transfers** can push inventions to innovations able to **remodeling the way we live**.

### THE CHOICE OF HONG KONG

Three years ago, I did an internship in **Tianjin** (China), it was one of my **first experiences abroad** and I visited my friends in Hong Kong for 3 days. I was amazed by the city, the culture and the people. In 2016, I was selected to join the CentraleSupélec **program called the Digital Tech Year**. One day, the director of the international office of my school informed me that CentraleSupélec had just signed a partnership with HKUST and offered to one of my colleagues, Ahmed, and me the opportunity to be the pioneers of this adventure, so here we are!

### MY PROJECT IN HKUST

I **work on two projects** with HKUST. The first in a research lab with 20 other students. The team publishes around 20 papers a year on **visual analytics and data visualization**. We are exploring **new ways to represent extremely complex data**, you can think of hundreds of thousands of Excel sheets with hundreds of dimensions. We focus on the data processing part to create better ways to **extract meaningful information** and on the psychological part to enhance cognitive processes through data visualization.

My second project is an entrepreneurship project called **Retail**. We aim to use our work on visual analytics and computer vision to provide tools to retailers to **enhance their customers' experiences and generate new revenue streams**. Based on camera, sensors, transaction data streams and powerful AI algorithms, we are building a system to help retailers get comprehensive analytics, giving them a detailed picture of who comes into their store, when and for how long. So far, we have great output. For example, **we were finalist of the "big data for business challenge"** last December that led us to go to Shanghai; we were also invited to an exhibition in **Wan Chai at HKTDC - ICT expo** where we have promoted our concept and found clients. **We won the Million Dollar Competition** focus award on AI and Robotics hosted by HKUST. We know there is a long way to go to understand everything about doing business in Hong Kong. But what matters here is the experience!

### NEXT STEPS

We are currently developing in Hong Kong what we think will be the most advanced platform to **understand customers' journeys**, providing state-of-the-art computer vision and data science algorithms and visualizations. Using Artificial Intelligence to **understand and enhance in-store customers' experiences**, Retail will help brands to take data-driven decisions to optimize their revenues. The project is still under development and at a very early stage. We are currently **registering a new company**, to have a proper business running that will gather all costs, from payroll to infrastructures, allowing us to scale up at some point. We are looking forward to the opportunity for cross exchanges under the France-HKUST Innovation Hub, as it can be very interesting to **push ideas and entrepreneurs** not only from France but also from Hong Kong.





HKUST

BRIDGING RESEARCH, EDUCATION AND INDUSTRY

**Excellence** in research and education is core to the **HKUST identity**. In this spirit, one of HKUST's latest initiatives include the **Big Data Institute (BDI)**, which was established in 2016. BDI serves as a **bridge** between **academic research, education, and industry**. Recently, the Institute organised its **first Big Data day** on May 26<sup>th</sup> to promote progress in the fields of Big Data and **Artificial Intelligence** within the Hong Kong scientific community and beyond.

The event saw the coming together of over 500 guests, including leading **academics** and industry celebrities in these fields. It was a gathering of world experts and bright minds to share insight into the future and the impending big data revolution. This included talks on topics such as the **impact of social media** and artificial intelligence on financial markets, AI-powered information creation and distribution, and other relevant cutting-edge topics.

The Institute primarily develops cutting-edge AI and big data technologies in areas including **smart city**, business intelligence, health and well-being, **bioinformatics** and genetics, e-commerce, security and privacy, **policy and robotics**. The expertise of HKUST's faculty in these areas shone through clearly during the Big Data Day, with talks on human-powered machine learning and **language for AI** and data analytics. **HKUST's students**, too, presented their **research projects** related to big data and AI at the symposium, truly bridging the gap **between education and academic research** during the event.

BDI's research spans a number of multidisciplinary fields, and this research plays a key role in big data and AI, placing HKUST at the **forefront of innovation** in both fields. **The success of BDI** since its establishment is astounding, and **Dean Tim Cheng** lauded the Institute's role as 'a platform for cross-discipline and cross-organisation research collaboration, for cooperation with **industrial partners**, and for developing new education programs' during Big Data Day. HKUST's commitment to **interdisciplinary innovation** manifests in BDI's establishment, as well as initiatives such as the WeChat-HKUST **Joint Lab** on Artificial Intelligence Technology and two progressive academic programs in Big Data: a Master of Science, and an undergraduate minor.

The **importance** of big data and AI is **ever-growing**, and **Professor Qiang Yang**, the **director of BDI**, spoke of the power of data during Big Data Day, saying, 'The world is fast becoming a **digital society**, and in the process, a lot of data is accumulated. Whoever can **master the power** of these **data** will **move ahead**.' The success of Big Data Day shows the growing interest and expertise in both these fields and the immense potential they harbour. A common sentiment echoing throughout many keynote speakers' speeches was **the potential of Hong Kong's** research, education, and industry in developing big data and AI-related technology. As a frontrunner in the fields of Big Data and AI, both within Hong Kong and globally, **HKUST** is geared to **lead Hong Kong** in the **data revolution** that is sure to come.



Dr Tieniu Tan, Vice Minister of the Liaison Office of the Central People's Government in HKSAR (7<sup>th</sup> from right), HKUST President Prof Tony F Chan (6<sup>th</sup> from right), Vice-President for Research and Graduate Studies Prof Nancy Ip (7<sup>th</sup> from left), Dean of Engineering Prof Tim Cheng (5<sup>th</sup> from right), Prof Qiang Yang, Head of the Department of Computer Science & Engineering and Director of the Big Data Institute (4<sup>th</sup> from right), with world-class academic and industry leaders in Big Data and AI fields, and HKUST faculty

President Tony F Chan welcomed the guests and audience



Dr Tieniu Tan spoke on "big visual data analysis"



#1 SEPTEMBER 2017

# FRANCE-HKUST INNOVATION HUB

SCAN THE CODE  
TO GET  
THE LATEST NEWS



**PUBLICATION DIRECTORS**  
Dr. Frédéric Bretar  
Pr. King Lun Yeung

**MANAGING EDITORS**  
Vincent de Brix  
Margaret S C CHAU  
Anna C H CHAN

**ART DIRECTION**  
Calamansi Designs

**PHOTOGRAPHY**  
HKUST  
Gabriel Benet

**CONTACT**  
sciences@diplomatie.gouv.fr




## SPOTLIGHTS ON

THE FIER-DOC PROGRAM  
SEEKS NEW APPLICANTS

«n+i» Engineering Institutes, that gather 50 French Engineering Schools, and over 150 research laboratories, offers a new program for the French Innovative Experience in Research.

Campus France has created a partnership with the network with the aim to promote this new and innovative scheme called French Innovative Experience in Research - FIER-DOC. This program was built to welcome students on arrival in France through cultural immersions, language and completion of all administrative formalities. Thereafter the PhD candidate works at least 3 months in his host laboratory and participates in conferences, tutorials and courses. At the end of this scheme, the participant writes an activity report and presents the research performed and then receives an international experience certification with 30 ECTS credits.

This program aims to provide skills in project management for research and development, applied in the fields of industry in a multicultural environment.

## TWO SESSIONS PER YEAR SCHEDULED FOR THIS PROGRAM:

October 1<sup>st</sup>, 2017 & February 2<sup>nd</sup>, 2018

THE ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
AUTUMN SESSION

The prestigious École Polytechnique has opened the Application Session up to September 1<sup>st</sup>, 2017. This application session is of interest to students who have already completed at least 2 semesters of B.Sc at their institution with excellent grades in mathematics, and who wish to strengthen their curriculum by a high-level curriculum in sciences and humanities leading to the Engineering Degree of École Polytechnique and the École Polytechnique Diploma. The results of admission will be published online by the end of November 2017.

CENTRALESUPÉLEC  
STARTS A NEW INTERNATIONAL CONTEST

CentraleSupélec launches the first edition of an international competition for students completing a Bachelor's degree in Science or Engineering outside of France. This competition opens the possibility to integrate the accelerated path in two years of the engineering cycle of CentraleSupélec from September 2018 by obtaining the diploma of engineer (Master level) in 2020. The languages of instruction for this course will be English and French.

FOR THIS EDITION, THE DEADLINE FOR SUBMISSION OF APPLICATIONS IS EXTENDED UNTIL  
October 27<sup>th</sup>, 2017

**SCHOLARSHIPS** of 13,000€/year will also be awarded to the 5 best students

**APPLY ONLINE AT** <http://centralesupelec-accelerated-progr.fr/>

## EVENTS

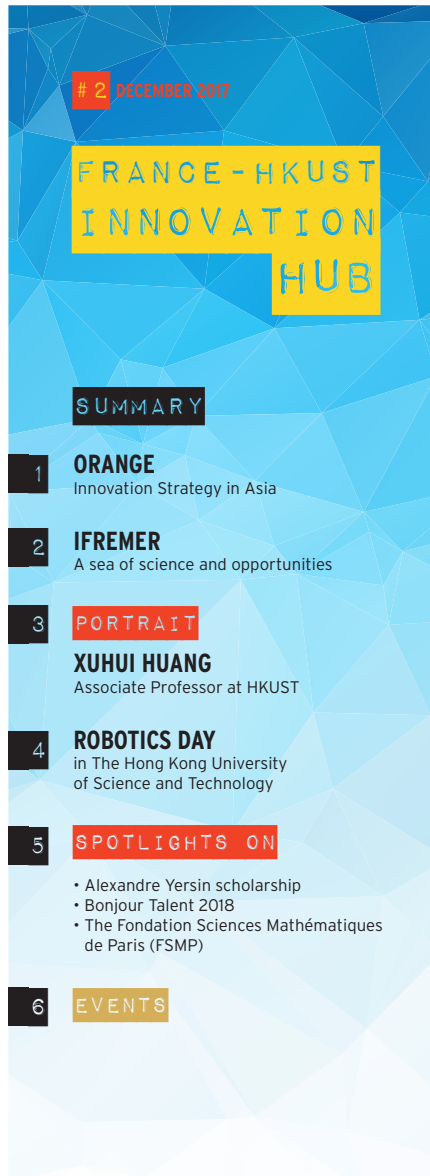
## PAST EVENTS

- FEBRUARY 20<sup>th</sup>** . Visit of Pr. C. Le Hénaff, Institut Polytechnique de Bordeaux
- MARCH 24<sup>th</sup>** . Inauguration French-HKUST Innovation Hub
- . Conference of J-P. Bourguignon, President of the European Research Council, at the Institute for Advanced Study
- APRIL 28<sup>th</sup>** . Conference of L. Boutillon, VINCI Construction
- . Visit of the *So French So Innovative* show, organized by the French foreign trade advisers
- SEPTEMBER 1<sup>st</sup>** . Visit of A. Mynard, French National Center for Scientific Research Director in China

## NEXT EVENTS

- SEPTEMBER 6<sup>th</sup>** . Visit of a delegation of the École Spéciale des Travaux Publics (ESTP) with the French company Dragages
- OCTOBER** . Meeting Innovation and Technology Fund by Pr. K. Leung

## 8.2 Lettre #2 - Décembre 2017



On October 20<sup>th</sup> 2017, an executive delegation from Orange was invited to HKUST by the School of Engineering's Technology Leadership Entrepreneurship (TLE) program and the Consulate General of France in Hong Kong.

Thirteen Orange executives from various branches worldwide spent one week in Mainland China and Hong Kong as part of an internal training program. It aimed to reinforce links with fast-growing economic strength and anticipate cooperation in the future. Innovation has been identified as a major focus of the Orange delegation.

The delegation visited HKUST's Robotics Institute, and joined a conference session with Professor Yee, where two Orange speakers introduced Orange group strategy (by Mr. Emmanuel Rochas, Director of Orange Normandie Centre) and Orange open innovation initiatives (by Mr. Yao Lu, Director of Intelligence and Projects) to the audience from the TLE program.

### THE ORANGE OPEN INNOVATION STRATEGY

Orange is one of the largest operators of mobile and internet services in Europe and Africa and a global leader in corporate telecommunication services. It endeavors to make digital life easier for more than 260 million customers, and believes that open innovation along with a good ecosystem is key to reinforce creativity, efficiency and positive economic impact.

Orange has invested €732 million in research and innovation, becoming a major player on the global innovation stage and pushing the innovation drive in France. It actively supports Open Innovation as a group strategy to identify, support and promote the digital skills that will change what becomes essential in our lives. From now until 2020, Orange aims to support 500 startups across a range of different projects worldwide.

The Orange ecosystem welcomes young pioneers to lead change in tomorrow's digital world. Orange finances startup projects via Orange Digital Investment, opens APIs with Orange Developer and provides resources to help these pioneers achieve their projects. Priority access to Orange distribution channels, resources, and local and international markets is also offered to qualified startups. These startups are promoted through events, hackathons, challenges and awards through Orange, such as the Orange Social Venture Prize for Africa and the Middle East.

Orange Fab, the startup accelerator program created by Orange, recruits and accelerates startups globally at 15 locations including Taipei, Tokyo and Seoul in Asia. Selected startups are also entitled to join the Orange Fab Startup Asia Tour organized by the Orange team in China, for them to explore growth opportunities and meet local Orange partners. Currently, 300 startups have been supported as part of the Orange Fab program. Meanwhile "Orange Digital Ventures" is a €100M corporate fund, focusing on areas such as connectivity, IoT, digital enterprise, FinTech, etc.

The meeting between HKUST, Orange and Consulate General of France in Hong Kong has enhanced mutual understanding of their strategies and efforts towards innovation, and has brought forward potential cooperation between the research expertise of HKUST and the global network of Orange.

Written by Yao LU

Alex WANG, CEO Orange Sourcing Consulting



Yao LU, Director - Intelligence and Projects at Orange



Emmanuel ROCHAS, Director of Orange Normandie Centre





IFREMER

A SEA OF SCIENCE AND OPPORTUNITIES

The French Research Institute for Exploitation of the Sea (Ifremer), a national institute for **integrated marine science research**, relies on its observational and monitoring capacities to produce scientific knowledge and know-how with **economic value in response to societal issues**. Created in 1984, Ifremer is a public institute of industrial and commercial nature, placed under the joint supervision of the **ministries in charge of research and of the environment**. With 1,500 staff, Ifremer **operates in 5 centres and 20 coastal stations** distributed along the French metropolitan coastlines and in French overseas territories, such as the **Pacific Centre in French Polynesia and New Caledonia**.

Ifremer's research topics stretch **from the coast to the deep sea**, from studying marine **ecosystems and biodiversity**, identifying **sustainable exploitation** of marine resources, learning about ocean dynamics to exploring deep ocean frontiers. To this end, Ifremer designs and builds marine research and monitoring infrastructures, **develops tools** for observation and scientific investigation and manages databases. For example, automated **underwater vehicles, sensors, underwater observatories, supercomputers**, etc. Ifremer also houses the coordinating office of the International Argo programme 'Euro-Argo' as a **European Research Infrastructure Consortium**. From January 2018, Ifremer will operate the French oceanographic fleet for the benefit of the whole scientific community.

This prodigious expertise and multiple research infrastructures underpin Ifremer's missions to advance ocean research, develop economic partnership via **transferring cutting-edge technology**, and supporting the implementation of public policy, both at a national and a European level.

**BUSINESS DEVELOPMENT AND ECONOMIC PARTNERSHIPS**

Marine research possesses **enormous potential for innovation**, leading to competitiveness and growth. Ifremer goes above and beyond its objectives of producing knowledge and meeting social demands, it contributes to economic development by creating **economic value from its studies**, and also transfers this value to the socio-economic sector. The broad range of Ifremer's activities enables it to work in a variety of sectors, such as underwater systems, operational oceanography, **marine biotechnologies**, fisheries science, aquaculture, environmental monitoring, and **energy and mineral resources**. It is the Institute's ambition to **share the benefits** of this "blue growth" **with companies**, corporate groups and SMEs and to support sustainable growth in the marine and maritime sectors.

We are acting on turning know-how about ocean **resources** into value in a **responsible way**. We are concentrating on innovating technologies to tackle scientific challenges, and on coordinating research infrastructures to serve economic development.

**OCEAN CONNECTION: IFREMER ON THE INTERNATIONAL SCENE**

Ifremer endeavours to **consolidate the position of French marine science research** on the European and even the global scene through taking key roles in **international organisations** and promoting **bilateral cooperation**. In particular, a **long collaboration** history exists with **Asian countries**.

For more information, visit: [www.ifremer.fr](http://www.ifremer.fr) @Ifremer\_en <https://www.facebook.com/ifremer/fr/>



## PORTRAIT

### XUHUI HUANG

ASSOCIATE PROFESSOR AT HKUST



Pr. Xuhui Huang (HKUST) and Dr. Marco Cecchini (Institut de Science et d'Ingénierie Supramoléculaires - CNRS - University of Strasbourg) are two scientists working on **theoretical and computational chemistry**. They were laureates of the French-Hong Kong research scheme grant **PROCORE in 2015**. As their project is coming to an end, Pr. Huang looks back on their collaboration.

#### WHO ARE YOU, PROF. XUHUI HUANG?

I am the **Padma Harilela Associate Professor of Science** at HKUST. I defended my **Ph.D. from Columbia University** in 2006 with Prof. **Bruce Berne**.

I did my postdoc research at **Stanford University** with Profs. **Michael Levitt** (Nobel Laureate in Chemistry) and **Vijay Pande**. Then I joined the **Department of Chemistry of HKUST** as an assistant professor in **2010**. My research is focused on developing and applying **statistical mechanics algorithms** to model functional conformational changes of **complex biological systems**.

#### WHAT ARE YOU WORKING ON?

My research is mainly focused on developing and applying **computational chemistry tools** to understand how **complex biological molecules** such as **RNA polymerase** operate. A few years ago, I became interested in applying these tools to investigate the **kinetics of molecular self-assembly**. Self-assembly here refers to the **spontaneous process** where chemical molecules' molecular components arrange into **predefined architectures**. Marco and I performed molecular dynamics simulations and built **Markov state models** to elucidate kinetic pathways' self-assembly processes. So far, we are still in the **early stages of the project**. Nevertheless, we've obtained **promising results** using molecular dynamics simulations to successfully simulate the self-assembly process of a two-component system on the surface. In the future, we hope to reveal key factors determining both thermodynamic and kinetic control in self-assembly and help rationalize the design principles for self-assembly architectures. In fact, this is somewhat like searching for the best way to build Legos with particular building blocks.

#### HOW DID THE COLLABORATION WITH MARCO CECCHINI START?

Actually, this is my second time doing a **PROCORE project**. The first time was with a researcher at the French Institute for Research in Computer Science and Automation (INRIA) in 2011. I met my current counterpart, Marco Cecchini, through the **Chinese-French network in theoretical chemistry** (Groupement Réseau Franco-chinois de Chimie Théorique - CNRS), which organizes a **workshop every 2 years**. I attended the 5<sup>th</sup> one in **Strasbourg in 2015**. During this event Marco and I decided to set up a collaboration but we had to **find funding**. The PROCORE scheme helps **build very close collaboration**, so we often do **Skype meetings** and I **went to Strasbourg** for a week this year. I believe it is very important to **pay a visit to each other's laboratories** because it is easier to talk about our progress and to fix details in person.

#### WHAT ARE THE NEXT STEPS OF YOUR PROJECT?

In addition to completing our simulation work on self-assembly, one of the important next steps is to **validate our theoretical predictions** via experiments. As both Marco and I are theoreticians, we are looking to **collaborate with local experimentalists** at institutions in Hong Kong. On the **French side**, Marco is also considering **extending** our cooperation to experimentalists in Strasbourg. Chemistry in the **University of Strasbourg** is world renowned, with three prestigious researchers who were **Nobel laureates (JM Lehn, M Karplus, JP Sauvage)** - Sauvage received his just last year!

As applying simulations on self-assembly is a **relatively new field**, Marco and I expect to work on **many projects together in the future**. We just wrote a perspective article, which is currently under review, to present the remaining challenges in this field. The **PROCORE project** was granted two years ago, which has greatly **helped kick-start my collaboration** with Marco. Since several years ago, the **Research Grant Council (RGC) in Hong Kong** has been working hand in hand with the **National Agency for Research (ANR) in France** to fund scientific projects and we plan to apply to that scheme. Finally, even though our research is about **fundamental science**, our **long-term goal** is to have the outcome of our research **benefit society** in ways such as the fabrication of advanced materials via self-assembly.



# ROBOTICS DAY IN HKUST

The **HKUST Robotics Institute** held its first Robotics Day successfully on Oct 30<sup>th</sup> 2017, supported by the **School of Engineering**. The day focused on how robotics and other automated technologies **create profound and positive impact on industries and our daily lives**. The event served as a platform to facilitate **knowledge exchange** among **industrial and academic experts**, and as a channel to showcase the research and educational results of the Robotics Institute over the past year.

The HKUST- Robotics Institute serves as a **multidisciplinary platform** for integrating, facilitating and enabling University-wide programs in robotics-related research, development and education. It highlights past and existing research and initiates **new programs with seminars, meetings, research proposals, national and international collaborations** with industry, institutions, and public outreach. Building on 25 years of research, a **network of alumni**, and a vibrant regional economy, the Robotics Institute will draw on innovations in **sensors, devices, systems, networks, neuro-sciences, data analytics**, and machine learning to catalyze new research by faculty and students in smart manufacturing, transportation, safety, healthcare, and other applications that **can benefit society**.

During Robotics Day, the HKUST Robotics Institute showcased many of their achievements and projects, including an autonomous vehicle, an **autonomous drone and an autonomous boat**, all of which utilize cutting-edge **self-navigating systems**. There were also smart manufacturing production lines, a **robotic chess player**, and virtual personalities that can analyze the user's emotions and personality and even **conduct therapy**.

Addressing the event, the **Under Secretary for Innovation and Technology, Dr David Chung**, said that Hong Kong's robotics sector is achieving success not simply in industrial robotics, but also in hi-tech areas such as **animatronics and artificial intelligence**, with companies focused on healthcare, safety and disaster management. The Government has identified **eight key initiatives** to promote innovation and technology development, including increasing R&D expenditure and nurturing talents. Together with technological research infrastructure projects and **Hong Kong-Shenzhen Innovation and Technology Park** at the Lok Ma Chau Loop in the pipeline, Dr. Chung is confident that Hong Kong will make a difference.

**Prof. Michael Wang**, Director of the HKUST Robotics Institute, said, "*The **biggest challenge** in Hong Kong for robotics development at present is the **availability of critical mass** and skills to tackle the key problems - in the areas of **external funding, facilities, and industry involvement**. We at the Robotics Institute have made a very promising start, and we look forward to continued support from **the Government and the private sector**."*

*Written by Jackson HUNG (HKUST - Project Coordinator)*



*Pr Michael Yu WANG thanks Dr David CHUNG, JP, Under Secretary of the Innovation and Technology Bureau (ITB)*



#2 DECEMBER 2017

FRANCE-HKUST  
INNOVATION  
HUB

SCAN THE CODE  
TO GET  
THE LATEST NEWS



**DIRECTORS**  
Dr. Frédéric BRETAR  
Pr. King Lun YEUNG

**EDITORS**  
Vincent de BRIX  
Margaret S C CHAU  
Anna C H CHAN

**ART DIRECTION**  
Calamansi Designs

**PHOTOGRAPHY**  
HKUST  
Orange

**CONTACT**  
sciences@diplomatie.gouv.fr




## SPOTLIGHTS ON

ALEXANDRE YERSIN  
SCHOLARSHIP

For the 19<sup>th</sup> consecutive year, the Consulate General of France in Hong Kong and Macau offers scholarships for excellence to master students. This scheme for Hong Kong and Macau residents provides €12,500 per year, composed of an allowance of €660 per month, social welfare, public liability and repatriation insurance, accommodation help, a social and cultural activities guide, and intensive French class at Alliance Française before their departure.

FOR THIS EDITION, THE DEADLINE FOR APPLICATIONS IS IN  
April 2018

BONJOUR TALENTS  
2018

The French Chamber of Commerce in Hong Kong is organizing a new edition of "Bonjour Talents", a career fair dedicated to French companies. The French Chamber is joining forces with Hong Kong University, HKUST, Chinese University and Baptist University to bring over 600 students, from a broad range of profiles, MBA, undergraduates and postgraduates. Bonjour Talents will be a unique opportunity to gather future graduates and French companies, enlightening attractive career paths.

THIS CAREER FAIR WILL BE OPEN TO 19 COMPANIES AND WILL TAKE PLACE ON  
9 February from 12.00pm to 6.00pm, at HKUST Business School Central  
(Hong Kong Club Building, 3A Chater Road, Central)

FSMP  
THE FONDATION  
SCIENCES MATHÉMATIQUES DE PARIS

The Fondation Sciences Mathématiques de Paris offers to students, selected through an online application process, some scholarships of 1 or 2 years in one of the universities of its network. The laureates will be able to register to the universities of the FSMP network. They will benefit from a range of courses based on the skills of the whole Parisian laboratories in mathematical sciences research.

<https://www.sciencesmaths-paris.fr/en/masters-250.htm>

## EVENTS

## PAST EVENTS

- FEBRUARY 20<sup>th</sup>** . Visit of Pr. C. LE HÉNAFF, Institut Polytechnique de Bordeaux
- MARCH 24<sup>th</sup>** . Inauguration French-HKUST Innovation Hub  
. Conference of J-P. BOURGUIGNON, President of the European Research Council, at the Institute for Advanced Study
- APRIL 28<sup>th</sup>** . Conference of L. BOUTILLON, VINCI Construction  
. Visit of the *So French So Innovative* show, organized by the French foreign trade advisers
- SEPTEMBER 1<sup>st</sup>** . Visit of A. MYNARD, French National Center for Scientific Research Director in China
- SEPTEMBER 6<sup>th</sup>** . Visit from a delegation of the École Spéciale des Travaux Publics (ESTP) with the French company Dragages
- OCTOBER 20<sup>th</sup>** . Visit and lectures from the 12 executives of the Orange Fab scheme
- NOVEMBER 13<sup>th</sup>** . Signing of an exchange agreement between Paris Descartes University Center for Research and Interdisciplinarity (CRI) and HKUST/Interdisciplinary Programs Office (IPO)
- DECEMBER 7<sup>th</sup>** . Visit from Jacques BIOT, President of École Polytechnique

## 8.3 Lettre #3 - Mars 2018



# 3 MARCH 2018

# FRANCE - HKUST INNOVATION HUB

SUMMARY

- 1 FRENCH CAREER FAIR**  
"Bonjour Talent" at HKUST
- 2 CEA TECH**  
Speeding up innovation for industry
- 3 PORTRAIT**  
**ANTOINE TRILLER**  
INSERM
- 5 PROCORE**  
Serving Science & Diplomacy
- 6 SPOTLIGHTS ON**
  - Alexandre Yersin Scholarship
  - Hubert Curien Partnership - The Procore Program
  - ESTP - Summer School of Applied Sciences
  - Post-Doc - Make our Planet Great Again






## FRENCH CAREER FAIR "BONJOUR TALENT" AT HKUST

The **French Chamber of Commerce** organized the 2nd edition of the **Bonjour Talents** Career fair on the 9th of February 2018 with the support of French Foreign Trade Advisors and Campus France Hong Kong. Bonjour Talents aims to help **French Companies** source local talents and induce collaborations with Hong Kong universities. This new edition of the career fair brought together 15 major French companies in various fields, such as banking, consulting and engineering, and university students from Hong Kong at the **HKUST Business School** in Central.

The fair was an excellent opportunity for students to meet with potential employers before the busy period of Chinese New Year. **400 registered students** mingled with **professionals** to explore their future career paths. While traditional sectors in Hong Kong still attract new talent in areas such as marketing or supply chain management, other sectors were also gaining more interest (**innovative software, environmental engineering, multimedia, etc.**). By presenting their companies, exhibitors demonstrated that French presence in Hong Kong is not only focused on the service industry, but also has a presence in civil engineering, waste management and transportation technology, with exhibitors such as Dragages and BYME engineering, Suez NWS and Alstom respectively.

The great turnout at this event showed the interest French companies get year after year in Hong Kong. Although French **luxury and cosmetic** consumer good sellers (LVMH Fashion Group, Hermes, l'Oréal, Pierre Fabre) remain the most well-known amongst Hong Kong students, the recent development of the startup ecosystem in Hong Kong is progressively changing the reputation of French corporations towards **innovation and excellence**. Also represented were banks (BNP PARIBAS, Natixis), logistics (Bollere), product design (Baseline), innovation (PALO-IT), Marketing (IPSOS), and F&B (Pernod-Ricard).

Hong Kong is a place **full of opportunities** to develop global projects. The students from the School of Engineering were very impressed by the showcase at the fair. In particular, the opening of the **South Island Line** built by Alstom in December 2016 was one of the French achievements in technology that students found most memorable.

Some of our students came to the fair to find out more about **working overseas**. Edward from HKUST, for example, went to France through an **exchange student program** last year. Although speaking French is an **asset** to French companies, the adaptive capabilities of Hong Kong students combined with their skills in English, Cantonese and Mandarin are highly valued by companies. Recently, these multilingual skills have become even more valued with the **economic and infrastructure development** of the Guangdong area like the Hong Kong-Zhuhai-Macau Bridge, metro extensions, tunnels and underground excavations to connect mainland to Hong Kong.





#3 MARCH 2018

FRANCE-HKUST  
INNOVATION  
HUB

**CEA TECH,  
THE CEA'S TECHNOLOGY  
RESEARCH UNIT**

€ Annual operating budget  
of €650 million

600 priority patent  
applications per year

4,500 researchers

**Our industrial partners**

80% listed on the  
CAC 40

500 SMBs

145 international  
partners



CEA TECH

SPEEDING UP INNOVATION  
FOR INDUSTRY

#### A UNIQUE MODEL: PLAYING A KEY ROLE IN FRANCE'S INDUSTRIAL COMPETITIVENESS STRATEGY

CEA Tech is the technology research unit of the French Atomic Energy and Alternative Energy Commission (CEA), which has been established for over 50 years. On behalf of the French government, the CEA is rolling out its unique CEA Tech concept across the country in order to make French manufacturers the go-to organizations for technological innovation and for France to become the industrial economy's leading growth driver.

What makes CEA Tech unique in France is a strategic focus on its four key pillars:

##### 1. Bridging the gap between academic and industrial R&D

CEA Tech operates at Technology Readiness Levels (TRLs) 3 to 7, serving as a catalyst for innovation and an accelerator for businesses.

##### 2. Patent-oriented with a focus on KETs

CEA Tech develops Key Enabling Technologies for all industries and all businesses, from major multinational corporations to SMBs and start-ups. These technologies are protected by patents held by the CEA, the world's leading filer of international patents.

##### 3. Bringing top-level technology platforms to our partners' advantage

CEA Tech boasts international-caliber technology platforms available to partner businesses at competitive costs.

##### 4. Creating value by transferring patents to the industry

CEA Tech has built a results-oriented organizational culture based on a long history of cooperation between research and industry. Our experienced researchers and staff deliver in transferring new technologies to industrial-scale manufacturing facilities.

CEA Tech has 4,500 researchers and administrative staff dedicated to bringing manufacturers a broad range of Key Enabling Technologies and 600 priority patent applications per year. CEA Tech works with 80% of the CAC 40 companies, 500 SMBs, and 145 international clients and has a €650 million annual turnover.

**In 2017, CEA Tech was ranked first for most innovative research institution in Europe and second in the world by Reuters**

#### CEA TECH'S TOP-LEVEL RESEARCH AT INNOVATIVE LABORATORIES

CEA Tech is composed of three labs :

- LETI, specializing in micro- and nanotechnologies and their integration into systems.
- LIST, in charge of smart digital systems.
- LITEN, dedicated to new energy technologies and nanomaterials.

Together, they develop a broad portfolio of technologies for ICT, energy, and healthcare.

#### ICT

When it comes to information and communication technologies, the market is demanding smaller and smaller systems while still requiring enough processing power to handle exponential growth in data volumes without increasing costs. To overcome these challenges, LETI brings its knowledge of SOI that has already helped make embedded systems more energy efficient; LITEN is innovating better energy solutions; and LIST is investigating ways to improve system architectures and the code that drives software.

#### RENEWABLE ENERGY AND ENERGY EFFICIENCY

CEA Tech is helping drive the development of renewable energy through research on production—PV and bio-based energy in particular—and is looking at ways to store renewable energy and convert it into electricity. The goal is to give renewables a larger share of France's energy mix. Batteries are the main focus of CEA Tech's energy storage research. CEA Tech is also tackling ways to reduce overall energy consumption in two energy-hungry sectors: building and industry.

#### HEALTHCARE

CEA Tech offers a broad range of solutions for healthcare: biomaterials, drug delivery systems, miniaturized medical systems, connected objects and sensors for diagnostics and monitoring, and knowledge of data collection, processing, and analysis, including Big Data. CEA Tech is also driving advances in medical imaging and, with its leading R&D in robotics and cobotics, robotically-assisted surgery.



## PORTRAIT

### ANTOINE TRILLER

INSERM



Prof. Antoine Triller (French National Institute of Health and Medical Research) and Prof. Hyekeun Park (HKUST) are two scientists working on neurotransmitter release and receptor diffusion dynamics during inhibitory synaptic transmission. Their project is funded by the French National Agency for Research (ANR) and the Research Grant Council (RGC). As their project is starting soon, Prof. Antoine Triller is eager to share about this collaboration.

#### WHO ARE YOU, PROF. ANTOINE TRILLER?

I was born in Paris, France. In January 1995, I joined the **Ecole Normale Supérieure (ENS)**. I was the chairman of the biology department at ENS from 2004 to 2006, and in 2006, I created and became the director of the Institute of Biology of ENS (IBENS). My research interest has always been in the field of cell biology of synapses and the consequences of their dysfunction in so-called **synaptopathies** including epilepsy, neuropathic pain and **neurodegenerative diseases**. In 1985, visualizing the receptors in the Central Nervous system for the first time, I found that they were accumulated at synapses. In 2003, I developed the use of the **Quantum Dot to label single receptors** and follow them in living neurons. A new paradigm for the synapse has since emerged, abandoning the notion of a relatively stable structure in favor of a **highly dynamic metastable complex**, with membrane components continuously diffusing in the plane of the membrane and recycling between internal and surface compartments. This innovative view of the synapse stability and plasticity is the result of the ingenious applications of powerful single molecule super-resolution microscopy combined with state-of-the-art computational analyses. I was then able to derive the functional implications of these discoveries and unravel unsuspected patho-physiological processes in Alzheimer and Parkinson neurodegenerative diseases.

#### HOW DID THE COLLABORATION WITH PROF. HYOKEUN PARK START?

I had the chance to meet Prof. Hyekeun Park when he was giving a seminar at Ecole Normale Supérieure and came to visit my lab. I knew his former post-doc mentor well, and when I heard Hyekeun's presentation, I immediately understood that the combination of our respective knowledge and technology would allow us to solve difficult problems in understanding the stability and plasticity of synapses.

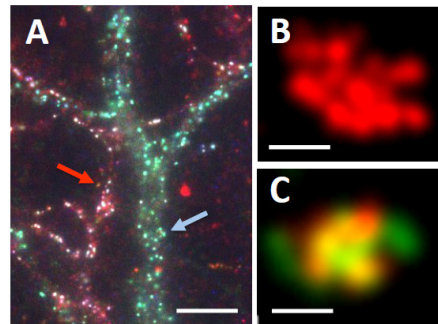
#### WHAT ARE YOU WORKING ON?

The aim of this project is to understand the **relationship between neurotransmitter release and receptor dynamics during synaptic transmission** at the microscopic and molecular level. To this aim we will make use of **real-time super-resolutive microscopy**. Transfer of information requires the precise alignment between the releasing sites of neurotransmitters in presynaptic terminals and the locations of activated receptors in postsynaptic differentiations. Recently, super-resolution microscopy has allowed to define the "nano-columns" at excitatory synapses, which are substructures allowing the apposition of presynaptic release sites and postsynaptic receptors-enriched nano-domain. Although inhibitory synapses regulate the excitability in the network accurately and rapidly, the functional alignment between releasing sites of inhibitory synaptic vesicles and inhibitory receptors has not been studied yet. One reason for this is the difficulties of real-time imaging of individual vesicles and receptors whose sizes are smaller than the optical resolution of classical fluorescence microscopes. **Our objective is to investigate simultaneously exocytosing presynaptic vesicles and the diffusion and stabilization dynamics of apposing receptors in living neurons**, thus providing a functional counterpart to nano-columns. This project will be possible thanks to recent progress in single-molecule fluorescence technique.



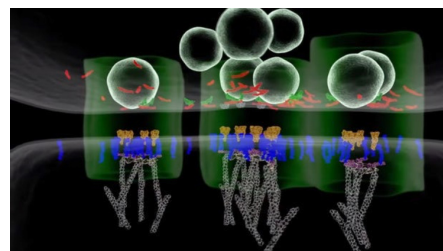
PORTRAIT

Prof. Hyekeun Park at HKUST built a state-of-the art **real-time nanometer-accuracy three-dimensional (3D) tracking microscopy setup**, which enables us to track an individual synaptic vesicle (40 nm in diameter) with better accuracy than its diameter. I tracked individual postsynaptic receptors in live neurons for the first time and found dynamics of receptors in postsynaptic compartments. I recently developed single particle tracking (20 nm pointing accuracy) using super-resolution PALM (Photo-Activated Localization Microscopy). I showed an activity dependent stabilization of both gamma-Aminobutyric acid (GABA) and glycine receptors (GlyR) by the scaffolding protein (Gephyrin) at synapses. The combination of our skills will allow us to study the specific properties of GABAergic and glycinergic nano-columns in cultured striatal and spinal cord neurons respectively. To this aim, we will first **develop microscopic and molecular tools to simultaneously access the release of neurotransmitters** and the diffusion behavior of receptors. We will then be able to investigate **how neuronal activity controls exocytosis** and its consequences on apposed receptors. This will lead us to propose a framework for the molecular control of functional nano-column at inhibitory synapses.



GABAAR/GlyR/Gephyrin

GABAAR and GlyR form nanoclusters both on neurons connected via purely GABAergic (red arrow) or mixed GABA-Glycinergic (blue arrow) transmission. Data from cultured spinal cord neurons. Calibration bars: 5- $\mu$ m and 0.1- $\mu$ m in A and B-C respectively



Neurotransmitters cross the synaptic cleft - the gap between synapse and neuron - via a protein nanocolumn that spans the two cells

HOW WILL SOCIETY BENEFIT FROM YOUR RESEARCH?

We expect to understand, at the molecular level, the dynamic events taking place during synaptic transmission in real time and how to modulate them. This will provide a new framework for **understanding the action and developing new pharmacological agents that are able to tune synaptic transmission**. Ultimately, the objective of this fundamental research is in the field of so-called synaptopathies. This word denominates pathologies in which synaptic transmission is affected and includes diseases such as epilepsy, neuropathic pain and also neurodegenerative diseases such as Alzheimer and Parkinson. as the fabrication of advanced materials via self-assembly.





# PROCORE

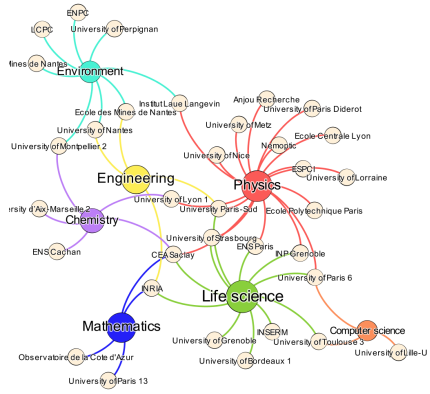
SERVING SCIENCE & DIPLOMACY

Through its **advocacy of universality and sharing**, scientific cooperation has quite obviously a potential for generating extremely positive images which States can take advantage of by drawing on the **networks forged by the scientists** and encouraging them.

The importance France has attached, for over fifty years, to **develop major physics research facilities** and, very recently, data bases, libraries and shared scientific **computing networks**, like GANIL (National Large Heavy Ion Accelerator) and the Soleil synchrotron at the national level, or the European Organisation for Nuclear Research (CERN) and European Southern Observatory (ESO) at the European level, or the International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) at the global level, is an essential asset for maintaining the high quality and competitiveness of our research and our economy. Indeed, the hosting of a major research instrument in France creates a **hub for international scientific elites** and provides opportunities to boost academic cooperation.

**The Hubert Curien Partnerships (PHC)**, are bilateral programs which support the mobility of researchers and constitute a privileged instrument of French scientific cooperation with its partners. The PHC are financed and managed in France by the Ministry of Foreign Affairs in liaison with the **Ministry of Higher Education and Research (MESR)**, and one or more partner institutions abroad such as the **Research Grant Council** in Hong Kong. 67 PHC or similar programs are implemented with foreign partners. They represent more than **2,000 projects every year**, and generate around **10,000 mobilities** of French and foreign researchers. **80% of the projects result in the publication** of one or more articles in a referenced journal.

French research, ranked fifth in 2015 in the world in terms of spending (**2.27% of GDP**, i.e €49.8 billion) and 6<sup>th</sup> for publications (with 3,6% of publications worldwide). On his side, **China** is incredibly rising from the 5<sup>th</sup> six years ago to the **second place just behind the US** with 17% of the scientific publications. China and France cooperate since many decades, and the collaborations at a high level between researchers are deepening day after day. Today, **Hong Kong universities** represent **11.6%** of all the co-publications produced by **the CNRS in China**.



Thematic and institutional links of previous procore with HKUST

**Called PROCORE in the HKSAR**, the objective of the Hubert Curien Partnerships is to develop excellent collaborations in science and technology between France and Hong Kong in all areas, including social sciences. This program covers the costs of transportation, the stay of researchers, and the organization fees of bilateral workshops. Projects or workshops must be jointly proposed by a French researcher and a Hong Kong researcher, designated as co-leaders. The active participation and mobility of **young researchers**, in particular doctoral or post-doctoral students, is **one of the first criteria** for the selection.

Since the creation of the PROCORE funding scheme in 1999, 233 projects have been supported jointly by RGC and the French governments, among them, **63 with HKUST's teams**. Collaborative projects mostly involve universities in Paris area (24 projects) and Lyon (4 projects) in chemistry, mathematics, information technologies, life sciences, physics and environmental sciences.


This year, the applications will be opened from the middle of March to the end of June 2018.



#3 MARCH 2018

# FRANCE-HKUST INNOVATION HUB

SCAN THE CODE  
TO GET  
THE LATEST NEWS





**DIRECTORS**  
Dr. Frédéric BRETAR  
Pr. King Lun YEUNG

**EDITORS**  
Vincent de BRIX  
Margaret S C CHAU  
Anna C H CHAN  
Justine ONG  
Simon MULLER

**ART DIRECTION**  
Calamansi Designs

**PHOTOGRAPHY**  
Frédéric BRETAR  
CEA

**CONTACT**  
sciences@diplomatie.gouv.fr

## SPOTLIGHTS ON



### ALEXANDRE YERSIN SCHOLARSHIP

For the 19<sup>th</sup> consecutive year, the Consulate General of France in Hong Kong and Macau offers scholarships for excellence to master students. This scheme for Hong Kong and Macau residents provides €12,500 per year, composed of an allowance of €660 per month, social welfare, public liability and repatriation insurance, accommodation help, a social and cultural activities guide, and intensive French class at Alliance Française before their departure.

**FOR THIS EDITION, THE DEADLINE FOR APPLICATIONS IS APRIL 30<sup>TH</sup>, 2018**

### HUBERT CURIEN PARTNERSHIP THE PROCORE SCHEME

The Hubert Curien program (PHC), "Procore", has been developed by the French Ministry of Foreign affairs, with the support of the French Ministry of National Education, Higher Education and Research as well as the Hong Kong Research Grant Council (RGC). Its objective is to foster collaborations in science and technology between France and Hong Kong in all areas including the social sciences. This program covers the costs of transportation and accommodation for researchers, the organization fees of bilateral workshops.

**FOR THIS EDITION, THE DEADLINE FOR APPLICATIONS IS JUNE 15<sup>TH</sup>, 2018**



### ESTP SUMMER SCHOOL OF APPLIED SCIENCES

EPF-ESTP Paris Summer Programme on Smart Cities & Engineering for Sustainable Architecture offers an in-depth study on topics such as engineering for eco-cities and smart cities, green issues, city planning and architecture for the future. Mainly designed for Undergraduate and Master students with a major in Engineering or Architecture, the program is composed of 2 modules:

- The module in Paris (Cachan) focuses on topics such as eco-cities and smart cities, city planning, spatial planning and economic issues for sustainable development
- The module in Troyes focuses on practical application using innovative teaching methods and modern technology

The program fee of €2,500 covers: Tuition and documentation, welcome and farewell events, access to EPF and ESTP Paris facilities, free internet access, official program certificate, cultural and social events transfers from Cachan Campus to Troyes Campus, lodging expenses for 3 weeks.

**FOR THIS EDITION, THE DEADLINE FOR APPLICATIONS IS MAY 1<sup>ST</sup>, 2018**

### POST-DOC

### MAKE OUR PLANET GREAT AGAIN



France's ministries of Europe and foreign affairs and of higher education, research, and innovation have implemented a program of support for foreign postdoctoral researchers wishing to conduct further research in France on a topic related to **earth systems, climate change and sustainability, or the energy transition**.

Under the program, approximately 20 postdoctoral researchers will receive co-financing of up to €50,000 for research beginning after September 2018. Foreign researchers holding a doctoral degree are encouraged to respond to this call for proposals.

Candidates must include with their application a letter from a French host institution agreeing to co-finance the candidate's research.

Institutions hosting the selected researchers will receive co-financing in the amount of €2,083 per month to support the candidates' research over a period of 12 to 24 months.

<https://www.campusfrance.org/en/make-our-planet-great-again-funding-programs>

[mopqa@campusfrance.org](mailto:mopqa@campusfrance.org)

## 8.4 Lettre #4 - Juin 2018