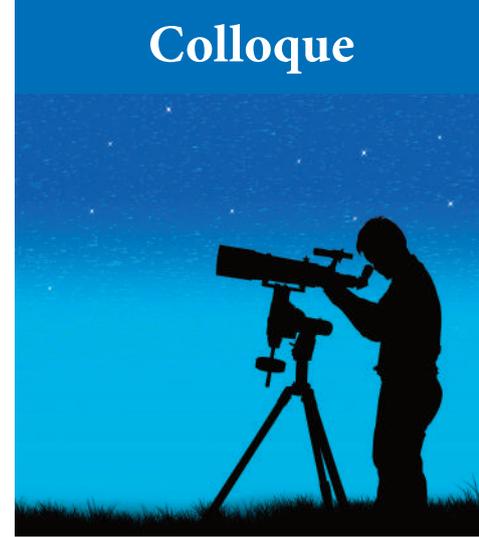




INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences



La science hors murs au 21^e siècle

Jeudi 29 novembre 2018 de 9h00 à 18h00
Fondation Simone et Cino Del Duca

10 rue Alfred de Vigny, 75008 Paris

Ce colloque est consacré à la place grandissante que prend en ce début de 21^e siècle la recherche scientifique se déroulant hors des murs traditionnels des laboratoires.

Le colloque fera d'abord l'état du développement, à l'heure d'Internet, de la « recherche participative » qui implique depuis longtemps déjà, dans de nombreuses disciplines, des « citoyens » engagés, non chercheurs professionnels, en lien plus ou moins étroit avec des équipes universitaires.

La seconde partie du colloque s'intéressera à l'enseignement, dans son rôle de formation des futurs citoyens à la recherche, un rôle particulièrement important pour ceux qui la pratiqueront en dehors de l'environnement d'un laboratoire.

La troisième partie du colloque sera consacrée à une forme récente de recherches hors murs notamment dans les domaines de l'informatique. Elle implique des contributeurs disposant d'une technicité avancée et travaillant de façon collaborative à des projets importants, avec ou sans lien avec des équipes universitaires.

Les règles et usages de la recherche scientifique, en termes d'évaluation de la qualité des recherches, de diffusion des résultats, du respect des règles d'éthique scientifiques ont été construits dans un monde où la recherche se faisait à l'intérieur des murs de laboratoires. Le colloque vise à réfléchir à leur adéquation aux spécificités de la recherche « hors murs ».

Organisateur : Alain-Jacques Valleron

Comité scientifique : Catherine Bréchnignac, Isabelle Guyon, Philippe Ravaud et François Taddéi



Organisateur du colloque



Alain-Jacques VALLERON

Membre de l'Académie des sciences, professeur émérite à Sorbonne Université

Alain-Jacques Valleron a été professeur de biomathématiques à l'université Denis Diderot, puis professeur de biostatistique et informatique médicale à l'université Pierre et Marie Curie et praticien hospitalier à l'Hôpital Saint-Antoine. Les unités de recherche qu'il a dirigées à l'INSERM ont particulièrement travaillé au développement de méthodes de surveillance et de prévision épidémiologiques qu'elles ont appliquées notamment aux pandémies de grippe, de VIH et à diverses épidémies, dont celles de l'hépatite C et du nouveau variant de Creutzfeldt-Jakob.

Présidents de séance



Jacques BLAMONT

Membre de l'Académie des sciences, professeur émérite à l'université Pierre-et-Marie Curie

L'œuvre de Jacques Blamont, consacrée à l'astronautique et à l'astrophysique, est remarquable par des travaux sur l'atmosphère terrestre, le Soleil et les planètes. Après sa découverte en 1959 de la turbopause, puis en 1971 du vent interstellaire et du nuage d'hydrogène des comètes, Jacques Blamont a participé à la plupart des missions planétaires internationales et a joué un rôle de premier plan dans le développement de la coopération en ce domaine. Responsable de la mise au point des satellites artificiels lancés par la France, il a conçu l'idée dès 1962 de construire un champ de tir spatial à Kourou en Guyane française.



Sébastien CANDEL

Président de l'Académie des sciences,

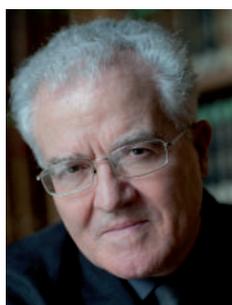
Sébastien Candé est professeur des universités émérite à CentraleSupélec (université Paris-Saclay) et membre honoraire de l'Institut universitaire de France. Ses recherches concernent la dynamique de la combustion, la structure, la modélisation et la simulation des flammes turbulentes et la combustion cryotechnique avec comme applications la propulsion aéronautique et spatiale et la production d'énergie. Sébastien Candé est membre de l'Académie des technologies, de l'Académie de l'Air et de l'Espace et membre étranger de la *National Academy of Engineering* des États-Unis.



Pierre CORVOL

Vice-président de l'Académie des sciences

Pierre Corvol, médecin et scientifique, est professeur émérite au Collège de France et administrateur honoraire du Collège de France. Il a consacré ses travaux à l'étude des mécanismes hormonaux de régulation de la pression artérielle. Il a établi le rôle crucial du système rénine-angiotensine-aldostérone dans le contrôle de la fonction rénale et cardiaque. Les travaux de son équipe ont contribué au développement des traitements couramment utilisés dans l'hypertension artérielle et les maladies cardiovasculaires. Il a mené les premières études sur la génétique de l'hypertension artérielle humaine et a récemment travaillé sur le rôle des peptides vasoactifs dans les mécanismes de l'angiogénèse.



Éric WESTHOF

Membre de l'Académie des sciences, délégué à l'éducation et à la formation

Professeur émérite à l'université de Strasbourg, Éric Westhof est rattaché à l'unité « Architecture et réactivité de l'ARN » de l'Institut de biologie moléculaire et cellulaire (IBMC). Avec ses collègues et doctorants, il a élaboré des modèles architecturaux de plusieurs ARN catalytiques ou non pour en comprendre les fondements moléculaires, évolutifs et cellulaires.

P rogramme

- 09:00** **Accueil et présentation du colloque**
Catherine BRÉCHIGNAC, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences
Alain-Jacques VALLERON, membre de l'Académie des sciences, professeur émérite à Sorbonne Université

SESSION 1 : La recherche participative

Président de séance : Jacques BLAMONT, membre de l'Académie des sciences, professeur émérite à l'université Pierre et Marie Curie

- 09:30** **Les sciences participatives en France : état des lieux, enjeux et perspectives**
François HOULLIER, président-directeur général d'Ifremer
- 10:00** **La recherche participative en sciences de l'environnement**
Denis COUVET, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle
- 10:20** **Recherche participative en astronomie : à la recherche des étoiles filantes et variables, des noyaux cométaires et gerbes cosmiques**
Pierre ENCRENAZ, astronome émérite à l'Observatoire de Paris, membre de l'Académie des sciences
- 10:40** **Le projet « Fédération » : ouvrir le monde du spatial au plus grand nombre**
Fabio MAINOLFI, responsable de l'accompagnement des projets de rupture à la direction de l'Innovation des Applications et de la Science du CNES
- 11:00** **La recherche participative en médecine**
Philippe RAVAUD, professeur à l'université Paris Descartes, directeur du Centre de recherche épidémiologique et statistique de la Sorbonne Paris-Cité
- 11:20** **Collective intelligence and the future of science**
Geoff MULGAN, directeur général du *National Endowment for Science Technology, London*
- 11:40** Discussion générale
- 12:30** *Déjeuner sur place*

SESSION 2 : Les nouvelles formes d'enseignement et de recherche hors murs à l'heure d'Internet

Président de séance : Éric WESTHOFF, membre de l'Académie des sciences, délégué à l'éducation et à la formation

II-1 L'enseignement à la recherche hors murs

- 14:00** **Le numérique au service de la formation du citoyen à la recherche**
Mathieu CISEL, post doctorant à l'université Paris-Descartes

- 14:15 **Comment penser collectivement la coévolution des intelligences ?**
François TADDÉL, directeur du centre de recherche interdisciplinaires (CRI)
- 14:30 **Formation scientifique du futur : du pourquoi au comment**
Yves QUÉRÉ, membre de l'Académie des sciences, cofondateur de "La main à la pâte"
- 14:45 *Table ronde animée par Didier Roux, membre de l'Académie des sciences, délégué à l'information scientifique et à la communication, président d'Unitec et vice-président de «La main à la pâte»*
Dès l'école et le lycée, l'apprentissage par la recherche et l'apprentissage de la recherche
François TADDÉL, directeur du centre de recherche interdisciplinaires (CRI)
Yves QUÉRÉ, membre de l'Académie des sciences, cofondateur de "La main à la pâte"
Ange ANSOUR, directrice de « Savanturiers-Ecole de la Recherche » au Centre de Recherches Interdisciplinaires
- 15:15 *Pause café*

II-2 Recherches hors murs

Président de session : Sébastien CANDEL, président de l'Académie des sciences

- 15:30 **Synthetic biology: promises and perils of DIY(Do It Yourself) biology in re-writing the text of life**
Rees KASSEN, Professor at University of Ottawa
- 15:50 **Développement collaboratif d'un échographe portable "low cost"**
Mehdi BENCHOUFI, chef de clinique assistant au département d'Epidémiologie clinique de l'Hôpital Hôtel-Dieu
- 16:10 **Les approches coopératives de recherche en modélisation moléculaire**
Jérôme WALDISPÜHL, professeur à l'université McGill de Montréal
- 16:30 **Challenges de données**
Stéphane MALLAT, professeur au Collège de France, membre de l'Académie des sciences
John ZARKA, chercheur à l'Ecole normale supérieure de Paris
- 16:50 **« Contests of contests » : quels challenges, pour qui, pour quoi ?**
Isabelle GUYON, professeur à l'Université Paris Sud et présidente de ChaLearn

Discussion générale et conclusion

- 17:10 **Discussion générale - Les questions posées par la science « hors murs » : éthique, validation, publication et dissémination des résultats**
Pierre CORVOL, vice-président de l'Académie des sciences
- 18:00 **Conclusion générale**
Pascale COSSART, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences

Résumés et biographies

François HOULLIER

Président-directeur général d'Ifremer



Membre de l'Académie des technologies et de l'Académie d'Agriculture de France François Houllier est président-directeur-général de l'Institut français de recherches pour l'exploration de la mer (Ifremer) depuis le 19 septembre 2018. Il a antérieurement présidé l'Université Sorbonne Paris Cité (USPC), l'Institut national de la recherche agronomique (Inra) et le conseil d'AllEnvi, l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement. Ses recherches personnelles ont porté sur la modélisation des forêts et des plantes. Il a remis trois rapports au gouvernement : sur les sciences participatives (2016) ; sur l'innovation en agriculture (2015) et sur la filière forêt-bois (2016).

Les sciences participatives en France : état des lieux, enjeux et perspectives

Le développement des sciences participatives s'inscrit dans un contexte de politique de recherche favorisant la science et l'innovation ouvertes. Le rapport « Les sciences participatives en France » de février 2016 en propose un état des lieux et en caractérise la diversité, répertorie des bonnes pratiques et formule des recommandations de portée plus générale.

La participation des citoyens aux activités de recherche répond à des motivations variées : leur curiosité ou leur volonté de résoudre des problèmes qui les touchent directement ; réciproquement, l'intérêt des chercheurs pour accéder à des données originales ou pour comprendre les attentes des citoyens ; à un niveau plus politique, l'entretien des « interactions entre sciences et société » inscrites dans la Loi du 22 juillet 2013. Elle est en outre soutenue par la révolution numérique qui joue un rôle clé dans la mise en relation des différents acteurs et dans l'ensemble du cycle de gestion des données.

Les questions méthodologiques, déontologiques, éthiques ou organisationnelles posées par les sciences participatives ont donné lieu, en mars 2017, à l'élaboration et à la signature d'une charte.

Denis COUVET

Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle



Denis Couvet est ingénieur agronome, écologue, professeur au Muséum, membre de l'Académie d'Agriculture de France, auteur de plus de 200 publications.

Ses recherches actuelles portent sur les relations biodiversité-sociétés, trois thèmes étant approfondis. 1) Concept de biodiversité ordinaire. 2) Mobilisation par les politiques publiques des notions de capital naturel, services écosystémiques, agroécologie et compensation écologique. 3) Dialectique des rationalités « modernes » et « écologistes », place des savoirs et représentations, indicateurs et scénarios de biodiversité, des processus participatifs.

La recherche participative en sciences de l'environnement

Les processus participatifs en sciences de l'environnement répondent à trois nécessités :

1. Développer des systèmes d'observation adéquats, face à la multiplicité des variables environnementales, notamment en biodiversité. Ces observatoires participatifs s'accompagnent de développement scientifiques significatifs, méthodes d'observation, analyses statistiques. Ils répondent à une demande sociale ; l'indicateur « oiseaux communs » est un des douze indicateurs de développement durable de l'Union européenne.
2. Innover dans les pratiques, associant producteurs et consommateurs, chercheurs; plateformes d'innovation participative, pouvant impliquer le « nudging », ou (re)- construction de l'architecture des choix individuels, au-delà de la rationalité de *homo economicus* ou *homo sociologicus*.
3. Contribuer à la démocratie délibérative, en améliorant l'interaction entre parties prenantes antagonistes, réduisant la tension avec le temps et la nécessité de la décision ; ceci inclut les modèles multi-agents de gestion des biens communs (par exemple modélisation d'accompagnement, comods), l'identification des entités, processus, qui importent dans les socio-écosystèmes (par exemple « Ecopotential de Geo-Bon »).



Pierre ENCRENAZ

Astronome émérite à l'Observatoire de Paris, membre de l'Académie des sciences

Après son entrée à l'École normale supérieure Ulm en 1965, Pierre Encrenaz a participé aux développements de l'astronomie millimétrique au sol (découverte de nouvelles molécules interstellaires) puis dans l'espace : ballons stratosphériques avec le CNES, avion KAO de la NASA, satellites ODIN, HERSCHEL (Mission Scientist), CASSINI (membre de l'équipe radar) et ROSETTA (membre de l'équipe MIRO). Il a été élu correspondant (1981), puis membre (2000) de l'Académie des sciences dans la section des sciences de l'univers.

La recherche participative en astronomie : à la recherche des étoiles filantes et variables, des noyaux cométaires et gerbes cosmiques

La connexion entre les différents intervenants en temps réel permet l'observation et le suivi d'événements astronomiques rares par les astronomes amateurs et professionnels : le suivi d'étoiles filantes observées depuis plusieurs télescopes permet de déterminer la trajectoire du météore et son point d'impact. Une recherche *in situ* devient alors possible. Le passage de l'astéroïde Oumuamua a été suivi par des milliers d'amateurs et de professionnels, et son orbite laisse supposer qu'il s'agit d'un objet extrasolaire ayant un faible dégazage de type cométaire. Le réseau de détecteurs de gerbes cosmiques de muons permet de localiser la région de la sphère céleste d'où est issue la particule cosmique génératrice de la gerbe cosmique. L'accès aux archives permet de trouver des coïncidences entre événements détectés par des instruments très différents : sursauts X et Gamma et arrivées d'ondes gravitationnelles.



Fabio MAINOLFI

Responsable de l'accompagnement des projets de rupture à la direction de l'Innovation des Applications et de la Science du CNES

Ingénieur, diplômé de l'INSA Lyon, il rejoint la direction des Lanceurs du CNES en 2003 en tant que spécialiste en dynamique des structures sur les programmes ARIANE 5, VEGA. En 2010, il est diplômé d'un *Master of Business Administration* à l'Institut d'administration des entreprises de Paris. Il occupe ensuite les postes de contrôleur projet puis d'expert en *Design to Cost*. En 2017, il intègre la direction de l'innovation, des applications et de la science (DIA) du CNES à Toulouse en tant que responsable de l'accompagnement des projets de rupture. A ce titre, il est en charge du projet Fédération.

Le projet « Fédération » : ouvrir le monde du spatial au plus grand nombre

Le projet Fédération vise à ouvrir le monde du spatial au plus grand nombre en mettant à profit la puissance de l'intelligence collective et le souci de chaque citoyen d'ancrer son action dans une démarche de création d'un monde futur. Cela devrait permettre le développement d'*open hardware* au niveau national et l'émergence de nouveaux concepts spatiaux susceptibles d'être développés de manière collaborative. Fédération vise ainsi à mettre en place et animer un écosystème spatial de rupture en fédérant différentes composantes de la société civile.

Le CNES a choisi de donner la possibilité au projet de naître et grandir avec une dynamique de type *bottom-up*, tout en fédérant l'ensemble des composantes de la société autour du spatial et favorisant l'adhésion à Fédération. Le projet a été lancé officiellement au salon du Bourget le 22 juin 2017. La dynamique impulsée par le CNES a conduit à la création de l'association de bénévoles *Open Space Makers*. La présentation porte sur le récit des actions mises en œuvre depuis l'idée d'une initiative collaborative jusqu'à sa mise en place opérationnelle.

Philippe RAVAUD

Professeur à l'université Paris Descartes,
président du comité scientifique de la collaboration Cochrane

Philippe Ravaud est professeur d'épidémiologie (Université Paris Descartes et *Columbia University*, New York) et membre du comité exécutif d'EQUATOR (*Enhancing the Quality and transparency of Research*). Ses travaux portent sur la « recherche sur la recherche » et sur les méthodes d'évaluation des traitements pharmacologiques et non pharmacologiques chez les malades atteints de maladies chroniques, y compris à l'ère des nouvelles technologies.



La recherche participative en médecine

De nouvelles formes de recherche et d'intelligence collective sont nécessaires pour relever les défis auxquels la recherche médicale est confrontée et pour améliorer la participation du public à la recherche (en recherche clinique, ne pas impliquer de malades dans la conception de la recherche est devenu politiquement incorrect). Je présenterai les méthodes utilisées en recherche médicale pour générer de nouvelles idées de recherche, évaluer ces idées, résoudre collectivement des problèmes et créer des produits intellectuels en mobilisant des malades, des professionnels de santé ou des chercheurs non habituellement impliqués dans le processus de recherche. Je décrirai l'apport des participants (compétences analytiques, connaissances techniques, créativité), les modalités de contribution utilisées (contribution individuelle, modalités d'agrégation des contributions et de prise de décision, compétitions ou challenges, jeux, collaborations) et les difficultés rencontrées lors de la mise en œuvre à partir d'exemples. J'évoquerai en particulier les plateformes pour médecins (CrowdMed et DocCHIRP) ou pour le grand public (Cochrane Crowd : identification d'essais randomisés pour les revues systématiques), les challenges DREAM (utilisant des données d'essais cliniques en accès libre) et Malariaspot (jeu en ligne pour améliorer les tests diagnostiques dans le paludisme).

Geoff MULGAN

Directeur général du *National Endowment for Science Technology, London*

Geoff Mulgan CBE is Chief Executive of NESTA, the UK's innovation foundation. Between 1997 and 2004, he had roles in the UK government including director of the Government's Strategy Unit and head of policy in the Prime Minister's office. He has been a visiting professor at London School of Economics, University College London and Melbourne University and is currently a senior visiting scholar at Harvard University. He is a regular lecturer at the China Executive Leadership Academy. He has helped set up many organisations including Demos, the Young Foundation, His most recent book is 'Big Mind: how collective intelligence can change our world' (Princeton University Press). His books have been translated into many languages.



Collective intelligence and the future of science

My talk will address how new tools for collective intelligence will influence the future practice of science. Science is in many ways the best expression of collective intelligence in the past, combining global communities, highly structured orchestration of knowledge creation and distribution, and a combination of multiple cultures – hierarchical, egalitarian and individualistic.

Science practice is now varied and will become more varied in the future. I will highlight four different routes for evolution:

- new uses of data to map emergent fields. I will share examples such as NESTA's mapping of deep learning and AI, or of global health innovations using web-scraping and multiple data tools. These make activity visible in novel ways.*
- recent experiments in citizen science such as Galaxy Zoo, and I will give an overview of how these tools could change in particular around issues where individual behaviour is involved as opposed to solely the generation of data.*
- how these link to the broader evolution of the collective intelligence field, using our recent mappings of both research and practice.*
- how these methods can help to answer the missing habits in R&D: listening (and public engagement); harvesting (and the use of open innovation methods); and experiment in R&D itself (drawing on our recent work in IGL). Together these point to a different ethos of scientific activity that is more deliberately embedded in collective intelligence.*



Mathieu CISEL

Post doctorant à l'université Paris-Descartes

Après des études de biologie à l'École normale supérieure de Cachan, Matthieu Cisel a réalisé dans son établissement d'origine un doctorat en sciences de l'éducation sur les *Massive Open Online Courses*, des cours gratuits et ouverts à tous, sous l'angle des indicateurs de performance. Depuis sa soutenance de thèse, en 2016, il réalise un post-doctorat sur l'enseignement des sciences avec le numérique à l'université Paris-Descartes, au laboratoire Education discours apprentissages, en collaboration avec *les Savanturiers*. Il s'intéresse à la démocratisation et à la massification de l'acquisition du raisonnement scientifique, à travers la conception d'une application dédiée.

Le numérique au service de la formation du citoyen à la recherche

Au cours de cette présentation, nous nous intéresserons à la problématique de la formation du grand public à la démarche scientifique par le numérique. Nous sommes dans une situation où les personnes impliquées dans les projets de sciences citoyennes sont le plus souvent engagées dans la collecte de données, et n'interviennent que peu ou pas dans les étapes antérieures - formulation des questions de recherche et conception de protocoles - ou postérieures, comme la communication des résultats scientifiques. Cet état de fait résulte notamment de la complexité des tâches correspondantes, qui demandent, dans le milieu universitaire, des années de formation. Pourtant, de petites formations courtes dispensées sur Internet, avec certaines technologies dédiées, autorisent l'acquisition de suffisamment des rudiments de la démarche scientifique pour permettre au citoyen *lambda* de se poser des questions simples, et de se donner les moyens d'y répondre. Nous reviendrons dans cette présentation sur les stratégies que l'on pourrait employer pour progresser dans la diffusion de l'esprit scientifique par le numérique et enrichir ainsi les potentialités offertes.



@Didier Goupy

François TADDÉI

Directeur du centre de recherche interdisciplinaires (CRI)

Docteur en génétique moléculaire et cellulaire, François Taddéi est directeur du département « frontières du vivant et de l'apprendre » de l'université Paris Descartes. Il est le fondateur et directeur du Centre de Recherches Interdisciplinaires (CRI). Il a reçu divers prix nationaux (Prix de la recherche fondamentale à l'Inserm, Prix Liliane Bettencourt pour les Sciences du Vivant et prix Mongolfier) et internationaux (*European Young Investigator Award*, *Human Frontier Science Program*). En 2018, il a remis aux ministres du Travail, de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation un rapport sur la société apprenante et a publié « apprendre au 21^e siècle » chez Calmann Lévy.

Comment penser collectivement la coévolution des intelligences ?

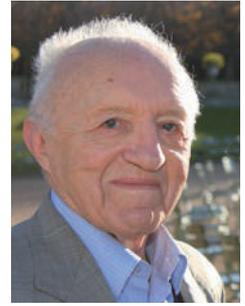
A l'heure où les machines apprennent, il nous faut apprendre différemment. Puisque toutes les générations seront impactées, il faut repenser les apprentissages à tous les âges de la vie. Il nous faut à la fois penser la manière dont l'intelligence artificielle peut nous aider à apprendre, par exemple via des parcours d'apprentissage personnalisés, mais aussi apprendre à les programmer, à les éduquer et à comprendre les possibilités offertes par les machines ainsi que les synergies entre les intelligences humaines et artificielles. Puisque les humains ne sauraient lutter sur les capacités à mémoriser et à calculer, il nous faudra penser un système éducatif qui ne se contente pas de se centrer sur ces qualités. Il nous faut collectivement penser des sciences participatives de l'apprendre capables de contribuer à penser la coévolution des intelligences. Plutôt que de mettre les élèves en compétition, il importe de les inviter à coopérer et à apprendre à relever les défis de notre temps. L'intelligence collective, si nous savons la catalyser et la canaliser, peut nous permettre de relever ensemble ces défis que les Nations Unies ont réunis sous l'égide des objectifs du développement durable.

Yves QUÉRÉ

Membre de l'Académie des sciences, cofondateur de "*La main à la pâte*"

Physicien des interactions particules/matière, Yves Quéré a travaillé au CEA puis à l'École polytechnique comme professeur de physique, président du Sénat des professeurs puis directeur de l'enseignement.

À l'Académie des sciences, il a été délégué aux relations internationales ; puis élu à la présidence de l'IAP, Assemblée des Académies des sciences de par le monde. En 1995, il a lancé, avec Georges Charpak et Pierre Léna, une rénovation de l'enseignement des sciences à l'école (*La main à la pâte*). Cette initiative donne lieu désormais à une intense activité internationale.



Formation scientifique du futur : du pourquoi au comment

Avant tout convient-t-il de définir l'intention d'une formation aux sciences qui devienne massive (le mot inaugure celui de MOOC).

Visera-t-elle à fournir un corpus de connaissances déclarées nécessaires (qu'est-ce qu'un génome ? une galaxie ?...) ? À établir une défense et illustration de l'aventure scientifique et à élever un barrage contre l'antiscience ? À familiariser le public avec son environnement (d'où vient le bois des arbres ? comment marche mon GPS ?...) ? À faire naître, chez les jeunes, des vocations pour la recherche scientifique des décennies à venir ? À les préparer aux emplois du futur qui, des mathématiques aux batteries électriques... seront de plus en plus adossés à la science ? À leur donner, en lien avec la philosophie, une solide capacité au raisonnement ? Plus simplement à les ouvrir à cette mobilité (peut-on dire cette légèreté ?) de l'esprit qui, par la grâce de la curiosité et de l'émerveillement, feront d'eux des êtres de culture, leur redonnant cette âme d'enfant, la seule, selon Novalis, qui permette de comprendre la Nature et de s'entendre avec elle ?

Quels choix faire, quelles justifications leur donner, et quelles pédagogies du futur en déduire ?





Didier ROUX

Membre de l'Académie des sciences, délégué à l'information scientifique et à la communication, président d'Unitec et vice-président de la Fondation "La main à la pâte"

Président d'Unitec, Didier Roux a été directeur de recherche au CNRS entre 1990 et 2005. Il a dirigé le centre de recherche Paul-Pascal de 1997 à 2001. En 2016, il a été élu à la chaire annuelle d'Innovation Technologique du Collège de France

Intéressés par les applications de la recherche, il participe à la création de deux start-up en 1994 et 1998, il est directeur scientifique adjoint de Rhône Poulenc puis participe au conseil scientifique et technologique de Rhodia entre 1997 et 2005. Il a été entre 2005 et 2017 directeur de R&D et de l'Innovation du groupe Saint-Gobain.



Ange ANSOUR

Directrice de « Savanturiers-Ecole de la Recherche » au Centre de Recherches Interdisciplinaires

Traductrice au Ministère des Affaires étrangères, Ange Ansour a ensuite exercé comme professeur des écoles à Bagneux (92). En septembre 2013, elle co-fonde avec François Taddei « Savanturiers - École de la Recherche ». Ce dispositif pédagogique mobilise et fédère les communautés éducatives et scientifiques qui co-crée et innove au service de l'école et développe le modèle de l'éducation par la recherche à travers trois actions :

- Projets Savanturiers de la maternelle jusqu'au lycée
- Formation et développement professionnel des acteurs éducatifs
- Recherche et développement

© Julie Phan Quang

Table ronde : Dès l'école et le lycée, l'apprentissage par la recherche et l'apprentissage de la recherche



Rees KASSEN

Professor at University of Ottawa

Rees Kassen is Professor in evolutionary biology and Cystic Fibrosis Canada Researcher at the University of Ottawa. He also works at the interface between science, society, and policy in various capacities and is currently leading the establishment of a North American chapter of the International Network for Government Science Advice (www.ingsa.org).

He was a founder and past Co-Chair of the Global Young Academy (www.globalyoungacademy.net), a Leopold Leadership Fellow (2013), and a World Economic Forum Young Scientist (2010, 2011).

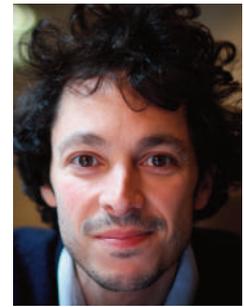
Synthetic biology: promises and perils of DIY(Do It Yourself) biology in re-writing the text of life

Synthetic biology applies engineering principles to the design of biological systems. The key technological advance is the ability to edit and write – not just read – the genetic code. Despite significant conceptual and economic hurdles to doing synthetic biology at scale, the barriers to entry are rapidly falling. It is now possible to order genetic parts online and, in principle, assemble them at home or in a community lab for as little as a few hundred dollars. Consequently, synthetic biology has attracted the attention of those – especially entrepreneurs and young people – with a mindset disposed towards open-source innovation, disruption, and a Do-It-Yourself attitude. The promise of synthetic biology is not just what can be produced but also where and by whom. How to manage, support, and regulate synthetic biology thus demands that we recognize this new geography and demography of knowledge creation and innovation. We must engage directly with this new generation of practitioners – who may have little formal training – developing new biological products in kitchens, garages, high schools, and community centers around the world.

Mehdi BENCHOUFI

Chef de clinique assistant au département d'Epidémiologie clinique de l'Hôpital Hôtel-Dieu

Mehdi Benchoufi est médecin de santé publique à l'Hôpital Hôtel Dieu, où il a initié et développe actuellement un domaine nouveau, l'application de technologies de type « *Blockchain* » à l'amélioration des méthodes de la recherche clinique. Il est aussi agrégé de mathématiques. *L'open science* est au coeur de ses activités, il travaille à la mise au point de technologies médicales de pointe en *open source*, en vue d'en améliorer l'accessibilité et d'en assurer le co-développement par des communautés engagés. Il est cofondateur d'*EchOpen*, le premier échographie *low cost open source*, développé par une communauté globale et coordinateur d'*epidemium*, un programme de recherche ouverte et collaborative autour des données massives et du cancer.



Développement collaboratif d'un échographe portable "low cost"

EchOpen est une sonde « *low-cost* » d'échographie ultra-portable, branchée à un « *smartphone* », développée par une communauté comptant plus de 500 membres dans le monde. Ce projet participe d'un mouvement profond de transformation des modèles d'innovation, assis sur l'ouverture et la culture du partage. *EchOpen* s'adresse aux professionnels de la santé aussi bien en zone médicalisée que dans les déserts médicaux. L'objectif de prix est de 500€, soit 15 à 20 fois moins cher que les dispositifs du marché. L'impact potentiel du projet est majeur, car il se propose d'universaliser l'accès à l'orientation diagnostique et transforme la démarche clinique en complétant décisivement le stéthoscope.

En septembre 2017, après un an d'itérations communautaires, un prototype de qualité médicale est obtenu. C'est une première mondiale de réalisation d'un dispositif d'imagerie médicale, *open source*, accessible en *DIY (Do It Yourself)*. *EchOpen* est par ailleurs utilisé dans de nombreuses universités et écoles d'ingénieurs à des fins pédagogiques.

EchOpen travaille aujourd'hui à l'industrialisation du dispositif et a réuni un consortium de dimension européenne de plus de dix structures industrielles et académiques.

Jérôme WALDISPÜHL

Professeur à l'université McGill

Jérôme Waldispühl dirige un groupe de recherche en bio-informatique à l'université McGill. Il est l'un des premiers chercheurs à avoir popularisé l'utilisation de jeux vidéo permettant aux internautes de participer la résolution de tâches scientifiques complexes. Depuis 2010, il développe le jeu *Phylo* (<http://phylo.cs.mcgill.ca>) qui a permis à ses utilisateurs (>300 000) de contribuer à l'analyse de 700 gènes humains. Il est titulaire d'un doctorat en informatique de l'École Polytechnique, et fût instructeur en mathématiques appliquées au MIT.



Les approches coopératives de recherche en modélisation moléculaire

Avec plus de 2 milliards d'utilisateurs sur la planète passant en moyenne près de 6 heures par semaine à jouer, les jeux vidéo attirent une quantité significative de l'activité humaine et forment un formidable réservoir de productivité. Le développement de jeux permettant à leurs utilisateurs de contribuer à la résolution de tâches difficilement réalisables par des ordinateurs a ainsi le potentiel de révolutionner la capacité mais aussi la compréhension du public du processus de la recherche scientifique.

Je présenterai au cours de cet exposé les différentes réalisations de mon groupe de recherche dans ce domaine et leçons que nous avons tirées de ces expériences. En particulier, je présenterai « *Phylo* » un puzzle en ligne qui, depuis 2010, a permis à plus de 300 000 internautes de contribuer à la recherche en génomique en analysant plus de 700 gènes de manière ludique. Je discuterai ensuite des projets plus récents tels que « *Colony B* », un jeu mobile permettant de contribuer à l'analyse des données du microbiome, mais aussi « *Ribo* », une extension de « *Phylo* » dédiée à l'analyse comparative de séquences d'ARNs.



Stéphane MALLAT

Professeur au Collège de France, membre de l'Académie des sciences

Stéphane Mallat est professeur au Collège de France sur la chaire de « Sciences des Données ». Il est membre de l'Académie des sciences et de la *National Academy of Engineering* aux Etats-Unis. Ses travaux portent sur les mathématiques appliquées au traitement de données et à l'apprentissage statistique.



John ZARKA

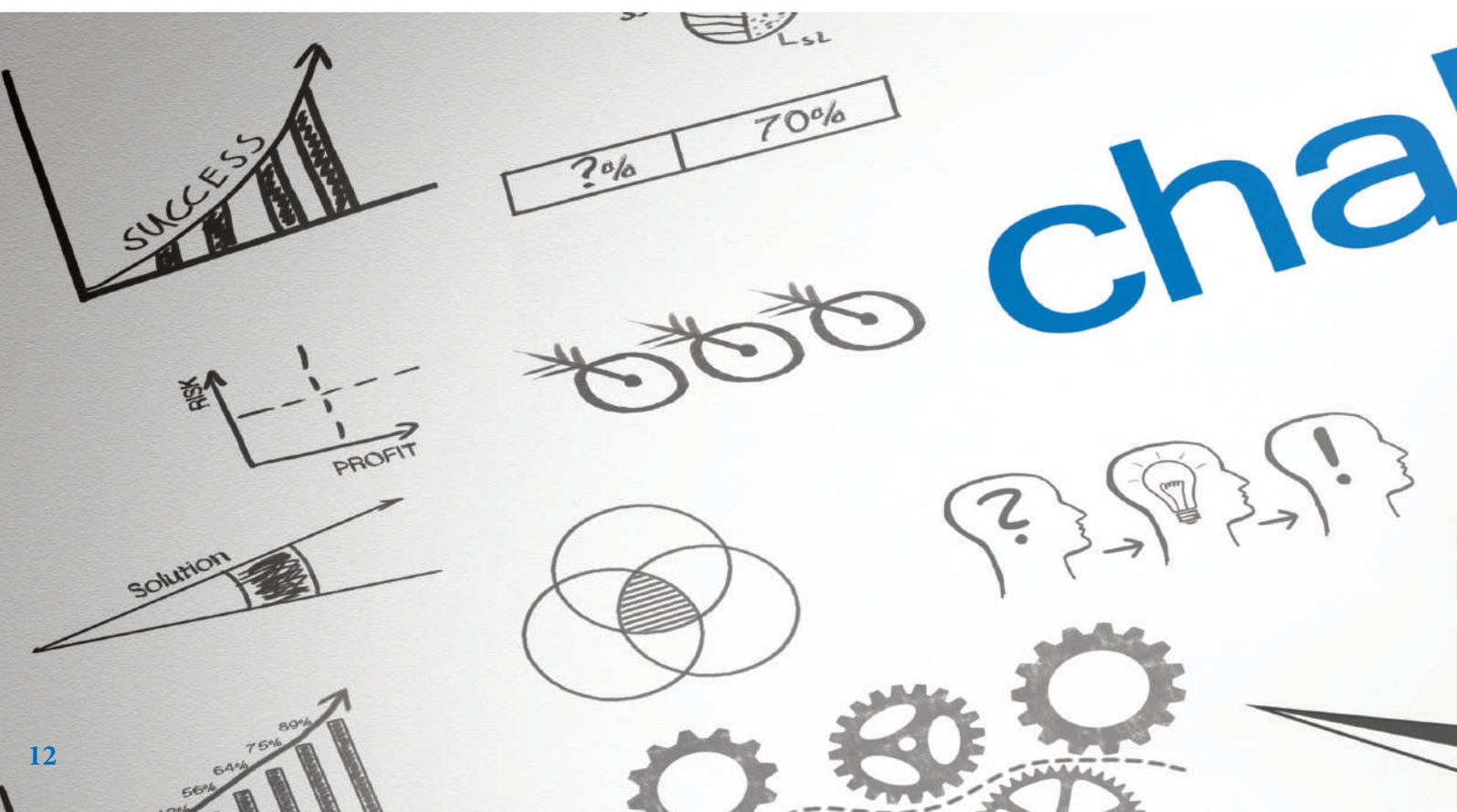
chercheur à l'Ecole normale supérieure de Paris

John Zarka, polytechnicien, travaillait comme analyste quantitatif en finance aux Etats-Unis jusqu'en 2016. Il fait actuellement sa recherche au sein de l'équipe Data de l'Ecole normale supérieure où il étudie les propriétés mathématiques des réseaux de neurones profonds.

Challenges de données

Les challenges de données effacent les frontières entre enseignement et recherche, entre monde académique et industriel. Ils proposent à des élèves de licence ou de master aussi bien qu'à des chercheurs ou des ingénieurs, de confronter leurs algorithmes pour résoudre des problèmes de traitement de données. Depuis 2015, l'équipe Data de l'ENS organise ces challenges sur le site www.challengedata.ens, avec plus de 4000 participants sur toute la France. En 2018, les treize challenges concernent la médecine, la finance, l'énergie, les transports, des paris sportifs et la physique.

Les problèmes et les données sont mis à disposition par des entreprises, des institutions publiques comme des hôpitaux, ou des scientifiques. Des solutions sont soumises par les participants au site web qui évalue leur score, et affiche un classement en temps réel. Les solutions algorithmiques sont publiées par le site sous forme de rapports à l'issue de la compétition. Cette initiative a pour but de promouvoir un échange libre de données et de connaissances algorithmiques, de rapprocher l'enseignement, la recherche et l'industrie, et faire ainsi avancer la science dans ce domaine.



Isabelle GUYON

Professeur à l'Université Paris Sud et présidente de *ChaLearn*

Isabelle Guyon est spécialisée en analyse statistique des données, reconnaissance des formes et apprentissage automatique. Elle conduit son enseignement et ses recherches via l'organisation de défis. Avant de rejoindre Paris-Saclay, elle a travaillé en tant qu'ingénieur conseil et a été chercheuse aux laboratoires Bell, où elle a lancé des applications de réseaux neuronaux avec des collaborateurs tels que Yann Le Cun et Yoshua Bengio. Elle a présidé la conférence NIPS 2017.



« *Contests of contests* » : quels challenges, pour qui, pour quoi?

Une des façons de diriger des recherches sans quitter son domicile, et sans avoir de laboratoire ni d'étudiants, c'est d'organiser des défis scientifiques. C'est l'expérience que j'ai faite tandis que je travaillais (à distance) comme ingénieur conseil et que j'élevais trois enfants. Les défis en sciences des données se sont avérés très efficaces pour résoudre divers problèmes à peu de frais. Notre modèle de défis académiques a été imité avec succès par des entreprises commerciales comme Kaggle pour servir des besoins industriels. Continuant de servir le domaine académique, la recherche et l'enseignement, nous avons poussé dans la direction d'élever le standard des défis au niveau d'expériences scientifiques. Nous avons démarré des programmes de défis dans plusieurs conférences de « *machine learning* » et « *computer vision* », faisant appel à un système ouvert de propositions et relectures par des pairs. Nous mettons donc la communauté scientifique au défi d'organiser des défis de qualité.





INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

