

JOURNÉES
NATIONALES
APBG

ENSEIGNEMENT ET RECHERCHE
EN BIO-GÉOSCIENCES

21/22/23 NOVEMBRE 2014

PARIS-DESCARTES



ASSOCIATION DES PROFESSEURS
DE BIOLOGIE ET GÉOLOGIE



ÉCLAIRER



SOMMAIRE

03 Préface

04 Programme des conférences

06 Ouverture

08 Conférences
**LES MÉTÉORITES
ET LEURS CRATÈRES**
Dr Ludovic Ferrière

LES NOUVEAUX VIRUS
Pr Patrick Forterre

**TRAÇAGE ET DATATION DE LA
DIFFÉRENCIATION CONTINENTALE**
Pr Stéphanie Duchêne

**MONTAGNES : COLOSSES AU CŒUR
TENDRE**
Pr Olivier Vanderhaeghe

**LA BIODIVERSITÉ ET SES ENJEUX
STRATÉGIQUES**
Dr Jean-Christophe Guégen

**MORTS CELLULAIRES CHEZ NOUS
ET CHEZ DICTYOSTELIUM**
Dr Pierre Golstein

MICROBIOTE ET ALIMENTATION
Pr Gilles Mithieux

L'IMAGERIE MÉDICALE
Dr Sébastien Mériaux

**NOUVELLES APPROCHES
THÉRAPEUTIQUES DES MALADIES
MUSCULAIRES**
Pr Jean-Thomas Vilquin

**ORIGINE, ÉVOLUTION
ET DIVERSIFICATION
DES PHOTOSYNTHÈSES**
Pr Cyrille Prestianni

**PÉRIODE DE GLACIATION
GÉNÉRALISÉE
DE LA PLANÈTE TERRE**
Pr Guillaume Le Hir

30 CNRS

31 Inserm

32 APBG

Directeur de publication :

Jean-Marc Merriaux

Directrice de l'édition transmédia

et de la pédagogie : Michèle Briziou

Directeur artistique : Samuel Baluret

Coordination éditoriale : Julie Betton

Secrétariat d'édition : Julie Betton

Mise en pages : Geoffrey Salles

Conception graphique : DES SIGNES

studio Muchir et Desclouds

Image page 1 :

Météorite du Sahara. UMR6635-Centre européen de recherche et d'enseignement de géosciences de l'environnement [Cerege] © CNRS Photothèque/ Emmanuel Perrin

ISSN : en cours

ISBN : 978-2-240-03554-7

© Canopé-CNDP, 2014
[établissement public à caractère administratif]

Téléport 1 @ 4 - CS 80158
86961 Futuroscope Cedex

S E R G E
L A C A S S I E



Président de l'APBG

J E A N
U L Y S S E



Coordinateur des journées

P R É F A C E

Les Journées nationales de formation de l'APBG sont le rendez-vous d'automne des enseignants des sciences de la vie et de la Terre, puisqu'elles représentent près de 1 500 journées stagiaires.

Elles permettent une rencontre annuelle entre science en recherche, sciences appliquées et enseignement secondaire de la sixième à la terminale, en particulier pour les domaines liés à la santé et à l'environnement. Elles témoignent, d'une part, de l'engagement des professeurs qui viennent, à leur charge et en remplaçant leur enseignement et, d'autre part, de la dynamique des chercheurs, des grands organismes de recherche comme des grands secteurs économiques et de celle des universitaires qui interviennent.

C'est aussi le plus important rassemblement entre enseignants, éditeurs et producteurs de matériel scientifique et pédagogique.

Voilà la clé de la réussite de ces journées de plus en plus reconues nationalement avec la participation de Canopé, de la Dgescs, des rectorats, du Café pédagogique et de la presse spécialisée. Il faut y ajouter la présence d'enseignants du Luxembourg, pour lesquels ces journées ont une reconnaissance officielle. C'est aussi le cas pour de nombreux enseignants de SVT qui ont aujourd'hui un ordre de mission. Le bulletin *Biologie Géologie* qui est présent dans 28 pays étrangers à travers le monde et en est, pour une part, le prolongement.

Cette année 2014, grâce aux universitaires, au CNRS, à l'Insu, à l'Inserm, à l'institut Pasteur, nous allons découvrir des domaines de recherche qui ont des conséquences directes ou indirectes sur notre vie de tous les jours, mais aussi dans notre prise de responsabilité de citoyen par un enrichissement de culture scientifique. L'action des enseignants aura une répercussion, non seulement au niveau de l'application des programmes, mais aussi pour la prise en compte de ce que représentent les bio et géosciences comme potentiel économique et d'emplois.

Bonne session de formation au service de notre discipline et de la jeunesse dont nous avons, pour une part, le devoir d'en faire des citoyens responsables.

PROGRAMME DES CONFÉRENCES

Vendredi 21 novembre

9 h 00

OUVERTURE

9 h 30

LES MÉTÉORITES ET LEURS CRATÈRES : DEPUIS L'ORIGINE DU SYSTÈME SOLAIRE À NOS JOURS...

Dr Ludovic Ferrière, Muséum d'histoire naturelle
de Vienne (Autriche)

10 h 45

LES NOUVEAUX VIRUS : NOUVELLE APPROCHE, NOUVELLE CLASSIFICATION

Pr Patrick Forterre, université Paris-Sud
11, institut Pasteur, Paris

14 h 00

TRAÇAGE ET DATATION DE LA DIFFÉRENCIATION CONTINENTALE

Pr Stéphanie Duchêne, laboratoire Géosciences
Environnement Toulouse, université Toulouse 3

15 h 15

MONTAGES : COLOSSES AU CŒUR TENDRE LE CYCLE OROGÉNIQUE DANS LE CADRE DE LA TECTONIQUE DES PLAQUES

Pr Olivier Vanderhaeghe, département
Géosciences, université Toulouse 3

Pause de 30 minutes

17 h 00

LA BIODIVERSITÉ ET SES ENJEUX STRATÉGIQUES : « NOTRE ASSURANCE-VIE POUR L'AVENIR »

Dr Jean-Christophe Guéguen, docteur
en pharmacie, université Paris 5,
illustrateur-naturaliste

L'APBG vous invite, lors des Journées nationales, à la projection en avant-première du film *Nature*, en 3D, de Patrick Morris et Neil Nightingale, produit par BBC Hearth Films.

A V A N T - P R E M I È R E

NATURE

Vendredi 21 novembre

19 h 30

Documentaire extraordinaire, *Nature* fait découvrir tous les aspects de la nature, l'eau et les êtres vivants dans sept régions d'Afrique.

Un document pédagogique, distribué lors des Journées nationales, par courrier et téléchargeable sur le FTP de Metropolitan, vous permettra une approche en liaison avec les programmes.

*Inscription obligatoire réservée
aux participants aux Journées et dans
la limite des places disponibles.*

SORTIE EN SALLES :
24 décembre 2014

Samedi 22 novembre
9 h 00

MORTS CELLULAIRES CHEZ NOUS ET CHEZ DICTYOSTELIUM

Dr Pierre Golstein, centre d'immunologie
de Marseille-Luminy, Inserm/CNRS université
Méditerranée, Marseille

10 h 15

MICROBIOTE ET ALIMENTATION

Pr Gilles Mithieux, responsable de l'équipe
« Nutrition et cerveau », université Lyon 1, faculté
Lyon-Est-Laennec

13 h 45

L'IMAGERIE MÉDICALE : DE L'ANATOMIE À LA MOLÉCULE, DU DIAGNOSTIC À LA THÉORIE STRATIFIÉE

Dr Sébastien Mériaux, responsable de l'équipe
« Imagerie moléculaire et délivrance
de molécules actives », UNIRS, DSV/I2BM/
NeuroSpin, CEA Saclay, Gif-sur-Yvette

Pause de 1 h 30

16 h 30

NOUVELLES APPROCHES THÉRAPEUTIQUES DES MALADIES MUSCULAIRES

Pr Jean-Thomas VILQUIN, centre de recherche
en myologie, UMRS 974 UPMC, Inserm FRE 3617
CNRS, AIM, groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière,
Paris

Dimanche 23 novembre
9 h 15

ORIGINE, ÉVOLUTION ET DIVERSIFICATION DES PHOTOSYNTHÈSES

Pr Cyrille Prestianni, paléobotaniste, Institut
royal des sciences naturelles de Belgique,
Bruxelles

10 h 35

PÉRIODE DE GLACIATION GÉNÉRALISÉE DE LA PLANÈTE TERRE : OU « LA TERRE BOULE DE NEIGE »

Pr Guillaume Le Hir, maître de conférences,
Paris 7, institut de physique du globe de Paris

12 h 00

CLÔTURE DES JOURNÉES

Vendredi 21 novembre | 9h00

RECHERCHE BIOMÉDICALE ET ÉTHIQUE

HERVÉ
CHNEIWEISS



Neurobiologiste et neurologue, directeur du laboratoire Neurosciences Paris Seine-IBPS (Inserm/CNRS/université Pierre-et-Marie-Curie). Il est président du comité d'éthique de l'Inserm et rédacteur en chef de *Médecine/Sciences*.

Le développement de la recherche biomédicale entraîne un questionnement nécessaire sur le respect de la personne humaine, questionnement qui s'étend au champ de l'expérimentation animale associée à cette recherche. C'est la raison pour laquelle le comité d'éthique de l'Inserm a pour mission de conduire et développer la réflexion sur les aspects éthiques associés aux pratiques de la recherche; d'anticiper, par un travail de veille et de conseil, les conditions de mise en œuvre de recherches innovantes, ainsi que les modalités de leur accompagnement éthique, notamment du point de vue de leurs impacts et conséquences; de sensibiliser les personnels de recherche à l'importance de l'éthique, afin de

garantir un juste équilibre entre leur liberté intellectuelle et leurs devoirs vis-à-vis de l'institut et de la société; de formuler des recommandations concernant les règles relatives à l'éthique et à la déontologie de la recherche, en lien avec la responsabilité du chercheur devant l'institut et la société, en particulier dans ses activités d'évaluation, de valorisation de la recherche et d'expertise; d'associer les différents partenaires de l'Inserm à une réflexion partagée sur les grandes thématiques de la santé publique relevant de choix de société; de favoriser l'appropriation par tous des enjeux d'un questionnement éthique responsable, par des initiatives de proximité et des événements institutionnels significatifs, ainsi que par la diffusion des savoirs; de contribuer à l'organisation des débats publics, et si nécessaire les susciter, dans les domaines émergents de l'innovation biomédicale.

En tant que comité d'un organisme de recherche, il associe étroitement ses objectifs et ses modalités de fonctionnement à la vie pratique et quotidienne de l'Inserm: il apporte son soutien aux personnels de l'Institut pour identifier et intégrer les questions d'éthique dès la conception de leurs projets de recherche et pour penser leurs pratiques.

INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES DE L'UNIVERS

P
A
S
C
A
L
E

D
E
L
E
C
L
U
S
E



Directrice de l'Institut national des sciences de l'Univers du CNRS, océanographe et climatologue de renommée internationale par ses travaux sur : le phénomène El Niño; le rôle de l'océan sur le climat; la modélisation de l'océan global.

L'Institut national des sciences de l'Univers est l'un des dix instituts du CNRS. Il a pour mission de concevoir, d'animer et de coordonner des recherches d'ampleur nationale et internationale dans les domaines de l'astronomie, des sciences de la Terre solide, de l'océan, de l'atmosphère et de l'espace.

- Quelle est l'origine de l'Univers, de quoi est-il constitué et comment évolue-t-il ?
- Comment fonctionnent les systèmes planétaires, et abritent-ils des formes de vie ?
- Comment fonctionne le « système Terre », et comment la vie y est-elle apparue ?
- Par quels processus se forment les géoresources carbonées et métallogéniques ?
- Comment prévoir séismes, crises volcaniques et autres aléas telluriques ?
- Quelle sera l'évolution du climat aux échelles globale et régionale ?

- Quels impacts aura cette évolution sur le niveau de la mer, sur les événements météorologiques, sur les systèmes hydrologiques et la ressource en eau ?

Telles sont quelques-unes des grandes questions abordées par l'Insu.

En liaison avec les autres organismes et les universités partenaires, l'Insu conduit des exercices de prospective scientifique afin d'identifier des axes de recherche émergents à soutenir prioritairement; il finance des projets de recherche dans le cadre de programmes interorganismes qu'il coordonne et met en œuvre des grands équipements nationaux et internationaux. Par ailleurs, l'Insu contribue à la structuration de la recherche nationale dans son domaine, notamment en pilotant le réseau des Observatoires des sciences de l'Univers (Osu).

Les recherches coordonnées par l'Insu s'articulent autour de grands axes stratégiques :

- la formation et l'évolution de l'Univers, de ses constituants (notamment matière et énergie noires) et des objets qui le composent [galaxies, étoiles, systèmes planétaires];
- la genèse, l'histoire et la structure de la Terre, les interactions entre domaines internes et enveloppes externes, les ressources naturelles (métaux, énergie, eau, sols, etc.) et l'origine des catastrophes telluriques;
- l'évolution et la variabilité du climat, les cycles biogéochimiques (carbone, azote, etc.), les interactions atmosphère-cryosphère-océan, et la composition de l'atmosphère;
- les échanges des surfaces continentales avec l'atmosphère et l'océan, l'évolution des écosystèmes et les aléas météorologiques.

LES MÉTÉORITES ET LEURS CRATÈRES

Depuis l'origine du système solaire à nos jours...

Vendredi 21 novembre | 9h30

LUDOVIC
FERRIÈRE



Docteur en géologie, conservateur de collections au Muséum d'histoire naturelle de Vienne (Autriche) et expert des cratères d'impacts de météorites. Né en France, ses explorations l'ont mené aux quatre coins du monde, lui permettant, entre autres, de confirmer l'origine météoritique du Luizi, une structure circulaire de 17 kilomètres de diamètre, en République démocratique du Congo.

Les météorites fascinent le tout un chacun du fait de leur origine extraterrestre. Elles recèlent de précieuses informations sur les conditions de formation du système solaire, la genèse des planètes et leur composition interne. Ces «visiteuses extraterrestres», qui font généralement une entrée fracassante, sont des fragments de corps du système solaire, principalement d'astéroïdes, mais certaines, très rares, proviennent de la Lune et aussi de la planète Mars. Les météorites sont les roches les plus anciennes connues ; certaines contiennent même des grains présolaires, matière plus ancienne que le système solaire lui-même. D'autres renferment des molécules organiques, dont des acides aminés, ce qui laisse penser que les briques du vivant pourraient avoir été apportées sur Terre par les météorites. Inversement, lors de gros impacts, elles ont aussi contribué à l'extinction d'espèces.

Il s'agira, dans un premier temps, de faire le point sur ce que sont les météorites, et sur ce que leur étude nous apprend. Le cas de la chute récente de la météorite de Tcheliabinsk (tombée en Russie le 15 février 2013) et bien d'autres seront discutés, dont certaines découvertes inédites. Les cratères d'impacts météoritiques seront abordés dans un second temps, des plus petits

aux plus grands, des plus lointains [visibles sur les surfaces planétaires] aux plus proches, avec notamment une escale dans le Limousin, à l'astéroïde de Rochechouart-Chassenon, et en République démocratique du Congo. Ces deux escales seront l'occasion de comprendre comment la découverte et la confirmation d'un cratère d'impact météoritique s'effectuent et quel est l'intérêt d'étudier ces structures, qui, d'un point de vue géologique, sont uniques.

Le cas de la limite Crétacé-Tertiaire (à l'échelle de la planète) et du cratère du Chicxulub (au Mexique) seront exposés, afin d'illustrer non seulement que le bombardement météoritique et les cratères associés ont forgé «géologiquement» notre planète, mais qu'ils ont et continueront à jouer un rôle dans le développement et l'évolution du vivant.

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

- Avec Franz Brandstaetter, Christian Koeberl, *Meteorites: Witnesses of the Origin of the Solar System*, Vienne, Verlag des Naturhistorischen Museums, 2013.
- O. Richard Norton, *The Cambridge Encyclopedia of Meteorites*, Cambridge, Cambridge University Press, 2002.
- Matthieu Gounelle, *Les Météorites*, Paris, Presses universitaires de France, 2009.
- Brigitte Zanda, Monica Rotaru, *Les Météorites*, Bordas/Muséum national d'histoire naturelle, 1996.
- Charles Frankel, *The End of the Dinosaurs: Chicxulub Crater and Mass Extinctions*, Cambridge, Cambridge University Press, 1999. Traduction française : *La Mort des dinosaures*, Paris, Masson, 1999.
- Gordon R. Osinski, Elisabetta Pierazzo (éds.), *Impact Cratering: Processes and Products*, Chichester, Wiley-Blackwell, 2013.
- Bevan M. French, *Traces of Catastrophe: A Handbook of Shock-Metamorphic Effects in Terrestrial Meteorite Impact Structures*, Houston, Lunar and Planetary Institute, 1998. Téléchargeable gratuitement sur : www.lpi.usra.edu

LES NOUVEAUX VIRUS

Nouvelle approche, nouvelle classification

Vendredi 21 novembre | 10h45

PATRICK
FORTERRE



Professeur à l'université Paris-Sud et responsable du groupe de recherche «Biologie moléculaire du gène chez les extrêmophiles» à l'institut de génétique et microbiologie, Orsay (UPS) et à l'institut Pasteur. Récemment, il s'est intéressé à l'origine et au rôle des virus dans l'évolution des génomes et travaille sur les virus infectant les archées des sources chaudes.

Traditionnellement, les virus ont été considérés comme des sous-produits de l'évolution biologique qui ont joué un rôle passif dans l'histoire du monde vivant. Ces dernières années, le débat sur l'origine et la nature des virus (vivants ou non) a rebondi suite à une série de découvertes spectaculaires (virus géants, virus d'archées) qui les ont replacés au centre de la réflexion des évolutionnistes et ont conduit à remettre en question notre vision du monde viral.

L'analyse structurale des virions a montré que les virus sont très anciens et que l'on peut identifier un nombre limité de grandes lignées évolutives virales qui existaient déjà à l'époque du dernier ancêtre commun aux cellules modernes. De nouveaux concepts et de nouvelles hypothèses ont été proposés pour expliquer l'origine des virus, définir leur nature, et explorer le rôle qu'ils ont pu jouer dans l'évolution.

Je ferai le point sur ces débats en rappelant ce qu'est – concrètement – un virus, et quelles sont leurs relations évolutives, entre eux et avec leurs hôtes. Je présenterai mes conceptions personnelles sur la nature des virus et leur rôle dans l'évolution. J'expliquerai en particulier le concept de cellule virale (*virocell*) qui permet de mieux comprendre la créativité des virus et de les considérer comme vivants, sans avoir à remettre en cause la définition cellulaire du vivant.

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

- Patrick Forterre, *Microbes de l'enfer*, Paris, Belin, 2007.
- Patrick Forterre, “Three RNA Cells for Ribosomal Lineages and Three DNA Viruses to Replicate their Genomes: A Hypothesis for the Origin of Cellular Domain”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol.103, 2006, p. 3669-3374.
- Patrick Forterre, “In a World of Microbes, Where Should Microbiology Stand?”, *Research in Microbiology*, vol. 159, 2008, p. 74-80.
- Avec Agnès Bergerat, *et al.*, “An Atypical Type II DNA Topoisomerase from Archaea with Implication for Meiotic Recombination”, *Nature*, vol. 386, 1997, p. 414-417.
- Avec Hannu Myllykallio, *et al.*, “Bacterial Mode of Replication with an Eukaryotic-Like Machinery in a Hyperthermophilic Archaeon”, *Science*, vol. 288, 2000, p. 2212-2215.
- Avec Céline Brochier-Armanet, *et al.*, “Mesophilic Crenarchaea: Proposal for a Third Archaeal Phylum, the Thaumarchaeota”, *Nature Reviews Microbiology*, vol. 6, 2008, p. 245-252.
- Avec Didier Raoult, “Redefining Viruses: Lessons from Mimivirus”, *Nature Reviews Microbiology*, vol. 6, 2008, p. 315-319.

TRAÇAGE ET DATATION DE LA DIFFÉRENCIATION CONTINENTALE

Vendredi 21 novembre | 14h00

STÉPHANIE
DUCHÊNE



Professeur à l'université Toulouse 3, codirige le laboratoire Géosciences Environnement Toulouse. En recherche, elle s'intéresse à la caractérisation des vitesses des processus géologiques profonds, par une approche combinant pétrologie, caractérisation des pressions et températures des roches métamorphiques et la géochronologie.

Les plus anciens zircons connus sur Terre (Jack Hills, Australie) montrent que de la croûte continentale est apparue très tôt sur Terre, moins de 100 millions d'années après sa formation. L'histoire qui a suivi est encore pleine de mystères. Pour la tracer, les géologues se fondent en particulier sur les méthodes de la géochimie isotopique, en utilisant comme témoins privilégiés les zircons. Ces minéraux se forment essentiellement dans les granitoïdes, roches caractéristiques de la croûte continentale, formées, de manière plus ou moins indirecte, par la fusion partielle du manteau. Suite à l'érosion des granitoïdes, ils se trouvent incorporés dans les sédiments détritiques, qui offrent finalement le meilleur échantillonnage de la croûte continentale.

Qui plus est, les zircons sont résistants aux processus métamorphiques et d'altération. Au début des années 2000, le développement des analyses isotopiques *in situ* des systèmes radioactifs U-Pb et Lu-Hf dans les zircons a ouvert un champ d'investigation nouveau. Cela a permis non seulement de dater la formation de la croûte continentale, mais aussi d'estimer l'évolution de la quantité de croûte continentale au cours du temps. Ainsi, l'interprétation des données géochimiques suggère que l'extraction de la croûte continentale est épisodique, et qu'elle peut être

reliée aux grands cycles tectoniques. Si la vision classique de la formation de la croûte était celle d'une croissance massive à l'archéen, les modèles actuels proposent plutôt que cette extraction de croûte continentale a été progressive depuis le début de l'histoire de la Terre jusqu'à nos jours.

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

- Avec Julia de Sigoyer, *et al.*, “Generation and Emplacement of Triassic Granitoids within the Songpan Ganze Accretionary-Orogenic Wedge in a Context of Slab Retreat Accommodated by Tear Faulting, Eastern Tibetan Plateau, China”, *Journal of Asian Earth Sciences*, vol. 88, 2014, p. 192-216.
- Avec Annamaria Fornelli, Francesca Micheletti, “Sm-Nd Chronology of Porphyroblastic Garnets from Granulite Facies Metabasic Rocks in Calabria (Southern Italy): Inferences for Preserved Isotopic Memory and Resetting”, *Mineralogy and Petrology*, vol. 107, n° 4, 2013, p. 539-551.
- Avec Céline Martin, *et al.*, “REE and Hf Distribution Between Pyrope and NaCl-Bearing Water at Eclogitic-Facies Conditions”, *European Journal of Mineralogy*, vol. 23, 2011, p. 343-353.
- Avec Olivier Vanderhaeghe, “Crustal-Scale Mass Transfer, Geotherm and Topography at Convergent Plate Boundaries”, *Terra Nova*, vol. 22, n° 5, 2010, p. 315-323.
- Avec Céline Martin, *et al.*, “Behavior of Trace Elements, Lu-Hf and Sm-Nd Geochronometers during Metamorphic Dehydration-Hydration in the HP Domain of Vårdalsneset, Western Gneiss Region, Norway”, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, vol. 159, 2010, p. 437-458.

MONTAGNES : COLOSSES AU CŒUR TENDRE

Le cycle orogénique dans le cadre de la tectonique des plaques

Vendredi 21 novembre | 15h15

OLIVIER
VANDERHAEGHE



Professeur à l'université Toulouse 3. Il est tombé tout petit au cœur des chaînes de montagnes et réalise, en master puis en thèse, l'importance de la fusion partielle sur l'évolution des orogènes. Ces premiers amours l'ont conduit à s'intéresser à l'évolution des continents au cours des temps géologiques intégrant la genèse de ressources minérales.

De tout temps, les montagnes ont sans nul doute stimulé l'imagination de l'homme, car elles constituent un milieu inhospitalier, des remparts quasiment infranchissables et des sommets inaccessibles. La découverte de couches sédimentaires plissées et de coquilles marines au sommet des plus hautes chaînes a tout d'abord suscité l'étonnement, et dans un premier temps a trouvé une explication avec la dérive des continents, puis avec l'avènement de la tectonique des plaques, mettant en évidence de grands déplacements horizontaux accommodés par des déformations de la croûte et des soulèvements de la surface terrestre. Dans ce cadre, le paradigme actuel stipule que :

- la formation des chaînes de montagnes est une conséquence de la collision entre continents dans les zones de convergence qui conduit à l'épaississement de la croûte et au soulèvement de la surface par isostasie ;
- la destruction des reliefs ainsi formés est liée essentiellement à l'érosion sous l'effet des processus de surface (glaciers, rivières, vents...).

L'objectif de cet exposé sera de discuter la pertinence de ce paradigme à la lumière des données acquises au cours des vingt dernières années dans diverses chaînes de montagnes, et notamment de

proposer des réajustements pour rendre compte de :

- la présence au cœur des ceintures orogéniques, à la fois (i) de roches de ultra-haute pression, et (ii) de roches de haute température ayant subi de la fusion partielle ;
- l'extension de la croûte continentale et la formation de bassins d'effondrement dans des zones de convergence actives.

Ces observations impliquent (i) des gradients géothermiques contrastés et (ii) une déformation de la croûte continentale sous les effets conjugués des forces tectoniques et des forces gravitaires. À la lumière de cette analyse, un modèle d'évolution des chaînes de montagnes (ou cycle orogénique) est proposé dans le cadre de la tectonique des plaques et comprend les phases suivantes :

- la formation d'un prisme d'accrétion orogénique par épaissement de la croûte en réponse à la convergence des plaques ;
- la formation d'un plateau orogénique résultant du fluage latéral de la croûte partiellement fondue suite à la relaxation thermique de la croûte préalablement épaissie ;
- l'effondrement gravitaire de la croûte partiellement fondue jusqu'à l'ouverture d'un nouvel océan.

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

- Olivier Vanderhaeghe, «Les montagnes: des colosses au cœur tendre», *Pour la science*, vol. 375, 2009, p. 34-40.
- Olivier Vanderhaeghe, "Migmatites, Granites and Orogeny: Flow Modes of Partially Molten Rocks and Magmas Associated with Melt/Solid Segregation in Orogenic Belts", *Tectonophysics*, vol. 477, 2009, p. 119-134.
- Olivier Vanderhaeghe, "The Thermal-Mechanical Evolution of Crustal Orogenic Belts at Convergent Plate Boundaries: A Reappraisal of the Orogenic Cycle", *Journal of Geodynamics*, vol. 56-57, 2012, p. 124-145.
- Avec Christian Teyssier, "Partial Melting and Flow of Orogens", *Tectonophysics*, vol. 342, 2001, p. 451-472.
- Avec Patrice Rey, Christian Teyssier "Gravitational Collapse of Continental Crust: Definitions, Regimes, and Modes", *Tectonophysics*, vol. 342, 2001, p. 435-449.
- Avec Stéphanie Duchêne, "Crustal-Scale Mass Transfer, Geotherm and Topography at Convergent Plate Boundaries", *Terra Nova*, vol. 22, n° 5, 2010, p. 315-323.
- Avec Alexia Grabkowiak, "Tectonic Accretion and Recycling of the Continental Lithosphere during the Alpine Orogeny along the Pyrenees", *Bulletin de la Société Géologique de France*, vol. 185, n° 4, 2014, p. 257-277.

LA BIODIVERSITÉ ET SES ENJEUX STRATÉGIQUES

« Notre assurance-vie pour l'avenir »

Vendredi 21 novembre | 17h00

J E A N - C H R I S T O P H E
G U É G U E N



Docteur en pharmacie, de l'université Paris-Descartes, il a passé vingt-cinq ans dans l'industrie pharmaceutique dans la recherche de molécules thérapeutiques extraites de plantes. Il enseigne aujourd'hui en université la chimie des substances naturelles et l'écologie chimique. Illustrateur-naturaliste, il a réalisé les aquarelles et dessins de nombreux ouvrages.

La biodiversité recouvre toutes les formes de vies présentes sur Terre. À ce jour, 1,8 million d'espèces ont été décrites sur un total qui pourrait atteindre 30 à 50 millions. Mais comment faire l'inventaire du vivant de notre planète, alors que sa richesse biologique est menacée de toutes parts? Certains écosystèmes, comme les forêts tropicales et les milliers d'espèces végétales et animales qu'elles abritent, disparaissent à une vitesse vertigineuse. Nombre d'espèces s'éteignent avant même que l'on ait pu les décrire.

Notre connaissance du monde vivant est très récente et s'est forgée il y a cent cinquante ans avec la découverte que les espèces se sont transformées au cours des temps géologiques. La théorie de l'évolution énoncée par Charles Darwin (1809-1882) est concomitante de la révolution industrielle du XIX^e siècle, où rien ne semblait pouvoir arrêter l'expansion et les progrès de l'humanité. Depuis, nous avons pu constater que les activités humaines avaient déjà détruit de façon irrémédiable de nombreux écosystèmes sur tous les continents. Aucune espèce n'a jamais autant perturbé l'environnement dans laquelle elle vit.

Depuis que la vie s'est développée sur notre planète il y a 3,8 milliards d'années, la biosphère a connu cinq grands épisodes « d'extinction de masse » qui ont redistribué les cartes de l'évolution et de la biodiversité. Aujourd'hui, ce ne sont ni des épisodes volcaniques ni un astéroïde tueur qui sont à l'origine de ce que l'on nomme déjà « la sixième extinction » : le responsable est identifié et se nomme *Homo sapiens*. L'Homme, qui est le produit des hasards de l'évolution, est voué, comme toute espèce, à la disparition, mais il est la seule qui soit consciente de cette diversité des formes de vie sur Terre. Les espèces s'éteignent avec un rythme cent fois supérieur à celui enregistré au cours des cinq cents derniers millions d'années. Des chercheurs tirent le signal d'alarme en prédisant que les deux tiers des espèces vivantes auront disparu d'ici la fin du XXI^e siècle.

Cette prise de conscience d'une érosion massive et rapide des milieux naturels liée à l'emprise humaine suscite l'inquiétude de la communauté scientifique et des associations de conservation de la nature. Avec 9 milliards d'êtres humains à nourrir à l'horizon 2050, on comprend encore mieux l'inquiétude.

Les enjeux de la protection du monde vivant et de la biosphère sont en passe de devenir la clé de la survie de l'Homme, devenue l'espèce qui menace toutes les autres.

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

- Patrick Blandin, *Biodiversité : l'avenir du vivant*, Paris, Albin Michel, 2010.
- Éric Buffetaut, *La Fin des dinosaures : comment les grandes extinctions ont façonné le monde vivant*, Paris, Fayard, 2003.
- Jean Chaline, *Quoi de neuf depuis Darwin ? La théorie de l'évolution des espèces dans tous ses états*, Paris, Ellipses, 2006.
- Vincent Courtillot, *La Vie en catastrophes : du hasard dans l'évolution des espèces*, Paris, Fayard, 1995.
- Jared Diamond, *Effondrement*, Paris, Gallimard, 2006.
- Avec David Garon, Jean-Philippe Rioult, *Biodiversité et évolution du monde vivant*, Paris, EDP Sciences, 2013.
- Avec David Garon, *Biodiversité et évolution du monde végétal*, Paris, EDP Sciences, 2014.
- Emmanuelle Grundmann, *Demain, seuls au monde ? L'homme sans la biodiversité*, Paris Calmann-Lévy, 2010.
- Hervé Le Guyader [dir.], *L'Évolution*, Paris, Belin, 1998.
- Richard Leakey, Roger Lewin, *La Sixième Extinction : évolution et catastrophes*, Paris, Flammarion, 2011.
- Gilles Macagno, *Une histoire de la vie : quatre milliards d'années*, Paris, Ellipses, 1999.

MORTS CELLULAIRES CHEZ NOUS ET CHEZ DICTYOSTELIUM

Samedi 22 novembre | 9h00

PIERRE
GOLSTEIN



Docteur en médecine et docteur ès sciences, a travaillé au Karolinska Institute, à University College London, puis au centre d'immunologie de Marseille-Luminy, sur la cytotoxicité des lymphocytes T, puis sur les morts cellulaires. Ses recherches ont aussi conduit à la découverte de molécules d'intérêt immunothérapeutique.

Pourquoi et comment les morts cellulaires? Parmi les différents types de mort cellulaire, l'apoptose est le plus connu et le mieux étudié, mais d'autres existent aussi chez nous et sont prépondérants hors règne animal. On décrira les grands traits des morts cellulaires, et aussi certaines caractéristiques des types de mort cellulaire les plus étudiés.

Le protiste *Dictyostelium* constitue un modèle fascinant, très généralement sur un plan pédagogique, et plus particulièrement pour l'étude d'une de ces morts non apoptotiques. On exposera la position très favorable de *Dictyostelium* dans la phylogénèse, puis son cycle développemental alternant multiplication unicellulaire et développement multicellulaire par agrégation et morphogénèse. En effet, *Dictyostelium discoideum*, un eucaryote, un protiste, une moisissure, se multiplie à l'état unicellulaire quand les conditions sont bonnes, en milieu riche. En milieu pauvre, dans des conditions de carence, se déclenche un développement multicellulaire aboutissant à des sorocarpes hauts de 1 à 2 millimètres. Chacun de ces sorocarpes est constitué

d'une masse de spores au sommet d'une tige faite de cellules mourantes ou mortes. Cette mort cellulaire, développementale par définition, peut être mimée in vitro dans des cellules en monocouche, permettant des études morphologiques et des manipulations génétiques. Son génome petit et maintenant séquencé est haploïde, facilitant les analyses par mutagenèse.

On présentera Dictyostelium, sa vie, sa mort cellulaire. On décrira ce que les approches génétiques nous ont appris sur le mécanisme de la mort cellulaire développementale dans cet organisme modèle, et quel abord est actuellement utilisé pour tenter d'en savoir davantage.

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

- Avec Corinne Giusti, *et al.*, “Autophagic Cell Death in *Dictyostelium* Requires the Receptor Histidine Kinase DhkM”, *Molecular Biology of the Cell*, vol. 21, 2010, p. 1825-1835.
- Avec Laurence Aubry, *et al.*, “Cell-Death Alternative Model Organisms: Why and Which?”, *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, vol. 4, 2003, p. 798-807.
- Douglas R. Green, Beth Levine, “To Be or Not to Be? How Selective Autophagy and Cell Death Govern Cell Fate”, *Cell*, vol. 157, 2014, p. 65-75.
- Stephen Tait, *et al.*, “Die Another Way – Non-Apoptotic Mechanisms of Cell Death”, *Journal of Cell Science*, vol. 127, 2014, p. 2135-2144.
- Tom Vanden Berghe, *et al.*, “Regulated Necrosis: The Expanding Network of Non-Apoptotic Cell Death Pathways”, *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, vol. 15, 2014, p. 135-147.
- Vanessa Ginet, *et al.*, “Multiple Interacting Cell Death Mechanisms in the Mediation of Excitotoxicity and Ischemic Brain Damage: A Challenge for Neuroprotection”, *Puyal, Progress in Neurobiology*, vol. 105, 2013, p. 24-48.
- Corine Giusti, *et al.*, “Autophagic Cell Death: Analysis in *Dictyostelium*”, *Biochimica Biophysica Acta: Molecular Cell Biology*, vol. 1793, 2009, p. 1422-1431.
- M. Chautan, *et al.*, “Interdigital Cell Death Can Occur through a Necrotic and Caspase-Independent Pathway”, *Current Biology*, vol. 9, 1999, p. 967-970.

MICROBIOTE ET ALIMENTATION

Samedi 22 novembre | 10h15

GILLES MITHIEUX



Après une formation en biochimie et en endocrinologie, s'est investi dans l'étude de la régulation de la glycémie, dans le cadre du diabète et de l'obésité. Il a découvert le rôle de l'intestin comme organe producteur de glucose et de signalisation pour le cerveau initiant des effets bénéfiques anti-obésité et anti-diabète.

Le microbiote intestinal représente un organe à part entière du corps humain (10 fois plus de cellules bactériennes que de cellules humaines, 100 fois plus de gènes). Sa composition (200 espèces majoritaires et 1 000 moins communes) varie selon l'état métabolique des individus (chez les obèses par exemple), mais surtout elle varie très rapidement en fonction de l'alimentation lors du repas précédent. Une fonction cruciale du microbiote est la fermentation de nutriments qui ne sont pas digérables par les enzymes intestinales humaines, ce qui permet ainsi de récupérer de l'énergie qui aurait pu être perdue dans les selles. C'est le cas des fibres alimentaires fermentescibles, qui sont trouvées principalement dans les fruits et les légumes. Ces fibres sont fermentées par le microbiote intestinal en acides gras à courte chaîne (AGCC), tel que le propionate ou le butyrate, qui peuvent ensuite traverser la muqueuse intestinale et être assimilés par l'hôte. Les fibres alimentaires fermentescibles exercent des effets anti-obésité et anti-diabète, dont on pense qu'ils sont relayés par les AGCC. Mais les mécanismes sous-jacents étaient mal compris.

C'est dans ce cadre que nous avons récemment pu démontrer le rôle clé d'une fonction restée longtemps ignorée: la production intestinale de glucose (PIG), découverte par notre équipe voici une dizaine d'années. Cette fonction possède la propriété de libérer le glucose dans la veine porte, qui collecte le sang de tout l'intestin. Lorsqu'il est produit entre les repas, le glucose synthétisé par l'intestin est détecté par le système nerveux présent dans les parois de la veine porte, qui envoie un signal au cerveau par l'intermédiaire du système nerveux périphérique (nerf

vague et moelle épinière). Ceci se traduit par plusieurs effets bénéfiques (diminution de la sensation de faim, augmentation du brûlage des graisses, meilleure sensibilité à l'insuline et diminution de la glycémie). C'est en agissant sur la PIG que les fibres alimentaires exercent leurs effets anti-obésité et anti-diabète.

L'exposé présentera en détail les mécanismes mis en jeu, notamment les rôles respectifs du propionate et du butyrate dans l'activation de la PIG. Il fera également la part entre le rôle essentiel de la fonction fermentatrice du microbiote et le rôle moins important de sa composition dans ces processus.

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

- Gilles Mithieux, “Metabolic Effects of Portal Vein Sensing”, *Diabetes Obes Metab*, vol. 16 [Suppl 1], 2014, p. 55-60.
- Avec Filipe De Vadder, *et al.*, “Microbiota-Generated Metabolites Promote Metabolic Benefits via Gut-Brain Neural Circuits”, *Cell*, vol. 156, 2014, p. 84-96.
- Céline Druart, *et al.*, “Modulation of the Gut Microbiota by Nutrients with Prebiotic and Probiotic Properties”, *Advances in Nutrition*, vol. 5, 2014, p. 624S-633S.
- Herbert Tilg, Alexander R. Moschen, “Microbiota and Diabetes: An Evolving Relationship”, *Gut*, 2014, p. 1-9.
- Harry J. Flint, *et al.*, “The Role of the Gut Microbiota in Nutrition and Health”, *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol*, vol. 9, 2012, p. 577-589.
- Albert I. Mendeloff, “Dietary Fiber and Human Health”, *N. Engl. J. Med.*, vol. 297, 1977, p. 811-814.
- Priscila C. Sala, *et al.*, “Type 2 Diabetes Mellitus: A Possible Surgically Reversible Intestinal Dysfunction”, *Obes Surg*, vol. 22, 2012, p. 167-176.

L'IMAGERIE MÉDICALE

De l'anatomie à la molécule, du diagnostic à la thérapie stratifiée

Samedi 22 novembre | 13h45

SÉBASTIEN
MÉRIAUX



©CEA - L. Godart

Chercheur à NeuroSpin, plateforme du CEA Saclay dédiée à l'IRM haut champ du cerveau. Physicien de formation, diplômé de l'ESPCI et docteur de l'université Paris 11 en imagerie médicale, il dirige depuis 2012 l'équipe «Imagerie moléculaire et délivrance de molécules actives» qui développe des outils théranostiques appliqués aux pathologies cérébrales.

Depuis la toute première radiographie acquise en 1895, l'imagerie médicale a bénéficié d'une série de progrès technologiques qui ont transformé radicalement la façon d'aborder le diagnostic et la thérapie de nombreuses pathologies. Les différentes techniques développées (imagerie optique, radiographie, échographie, TDM, TEP, TEMP, IRM, EEG, MEG) permettent aujourd'hui de visualiser de manière non invasive la structure des organes avec une résolution spatiale sans cesse améliorée, mais également d'accéder à des paramètres fonctionnels, comme par exemple le débit sanguin cérébral ou la fraction d'éjection cardiaque.

Plus récemment, profitant de nombreuses avancées en biologie et en biochimie, est apparue l'imagerie moléculaire, qui propose de visualiser, sur des organismes vivants, des processus biologiques à l'échelle cellulaire et moléculaire, comme par exemple l'expression d'un gène, l'activité d'une enzyme ou la densité d'un récepteur membranaire. Cette nouvelle modalité d'imagerie constitue un enjeu scientifique et technologique majeur pour les biologistes et les médecins, car elle permet d'étudier la physiologie normale ou pathologique d'un organe directement au niveau de biomarqueurs caractéristiques des activités cellulaire et tissulaire. L'expression de ces biomarqueurs précédant généralement les anomalies structurelles et fonctionnelles des tissus, la possibilité de quantifier et de suivre l'évolution de cette

expression ouvre la voie à de nouveaux outils de diagnostic précoce et de suivi thérapeutique de nombreuses pathologies. De plus, l'imagerie moléculaire permet de suivre de manière très précise les mécanismes d'interaction entre une molécule thérapeutique et sa cible : c'est précisément l'évaluation in vivo de l'action des médicaments qui est la clé du développement de nouvelles thérapies ciblées et personnalisées aux patients.

Après avoir rappelé brièvement les bases physiques et les principales indications cliniques des différentes techniques d'imagerie, seront présentés les développements technologiques récents qui accompagnent l'évolution de l'imagerie médicale d'une fonction purement diagnostique à un rôle incontournable dans la prise en charge thérapeutique des patients.

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

- Ju H. Ryu, *et al.*, “Theranostic Nanoparticles for Future Personalized Medicine”, *Journal of Controlled Release*, vol. 190, 2014, p. 477-484.
- Gregory Lanza, *et al.*, “Assessing the Barriers to Image-Guided Drug Delivery”, *Wiley Interdiscip Rev Nanomed Nanobiotechnol*, vol. 6, n° 1, 2014, p. 1-14.
- Niall Crawley, Michael Thompson, “Theranostics in the Growing Field of Personalized Medicine: An Analytical Chemistry Perspective”, *Analytical Chemistry*, vol. 86, n° 1, 2014, p. 130-160.
- Paul Matthews, *et. al.*, “The Emerging Agenda of Stratified Medicine in Neurology”, *Nat. Rev. Neurol.*, vol. 10, n° 1, 2014, p. 15-26.
- Alain Seret, Maryse Hoebeke, *Imagerie médicale: bases physiques*, Liège, Presses universitaires de Liège, 2012.
- Markus Rudin, *Molecular Imaging: Basic Principles and Applications in Biomedical Research*, Imperial College Press, 2013.
- André Syrota, «Physique et médecine: l'imagerie médicale», conférence du 7 juillet 2005, [En ligne] Disponible sur : www.canalu.tv
- André Annosse, «Histoire de l'imagerie médicale: un voyage à l'intérieur du corps», [En ligne] Disponible sur : www.systemtv.fr
- Dossier «L'essentiel sur... l'imagerie médicale», avril 2014, [En ligne] Disponible sur : www.cea.fr

NOUVELLES APPROCHES THÉRAPEUTIQUES DES MALADIES MUSCULAIRES

Samedi 22 novembre | 16h30

J E A N - T H O M A S
V I L Q U I N



Directeur de recherches au CNRS, a développé des stratégies de thérapie cellulaire ciblant des maladies musculaires, en concernant particulièrement les problématiques de production cellulaire et de rejet immunologique. Il a participé aux premiers essais cliniques dédiés à l'insuffisance cardiaque postischémique.

L'insuffisance cardiaque représente l'une des principales causes de morbidité et mortalité dans les pays industrialisés. Elle peut être déclenchée par un accident ischémique coronarien, ou résulter de la progression de cardiopathies d'origines génétiques ou idiopathiques. De nombreuses maladies neuromusculaires sont associées à des dysfonctions cardiaques finalement fatales. En France, 500 000 personnes sont affectées; les coûts médicaux et sociaux représentent 1 à 2% des charges de la Sécurité sociale. Les traitements pharmacologiques ont amélioré les pronostics, mais restent symptomatiques. La transplantation cardiaque est limitée par la pénurie de donneurs et les dispositifs d'assistance sont en voie de développement. La thérapie cellulaire est donc explorée activement en vue de réparer la structure et la fonction du myocarde défaillant.

De nombreux types de cellules souches adultes ont été proposés, mais leur pertinence clinique a souvent rencontré des limitations [caractérisation, accessibilité, production, tolérance immunologique, intégration biologique]. Les essais cliniques de

phase I ont suggéré des améliorations de fonctions qui n'ont pas été confortées par les essais de phase II. Les cellules souches embryonnaires (ES) suscitent un grand intérêt, car elles réalisent une différenciation cardiaque et participent à la régénération fonctionnelle du myocarde dans certains modèles. Leur utilisation est limitée par leur rejet immunologique, leur faible survie, un risque de tumorigénicité et une différenciation parfois incomplète. Ces cellules sont à présent étudiées en association avec des biomatériaux exacerbant leur différenciation et limitant leur diffusion.

Les dystrophies musculaires font partie de la famille hétérogène des maladies rares ou orphelines. De la corne antérieure de la moelle à l'intimité du noyau des fibres musculaires, des mutations génétiques variées sont responsables d'un grand nombre de maladies présentant un large éventail de tableaux cliniques. L'une des plus fréquentes est la dystrophie musculaire de Duchenne, qui atteint un enfant mâle pour 3 500 naissances, et pour laquelle il n'existe aucun traitement. Les essais cliniques de greffes hétérologues de myoblastes dans cette indication ont produit des résultats encourageants, mais ils sont limités par le développement des réponses immunitaires, l'importance de la mort cellulaire et la faible migration tissulaire des cellules. Les approches de thérapie génique sont limitées par les capacités de vectorisation du gène, les modalités d'administration, la nature et l'étendue des réactions immunologiques. Les chirurgies génétiques post-transcriptionnelles sont les approches de biothérapie les plus avancées en termes cliniques.

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

- Avec Cyril Catelain, Karine Vauchez, “Cell Therapy for Muscular Dystrophies: Advances and Challenges”, *Current Opinion in Organ Transplantation*, vol. 16, 2011, p. 640-649.
- Serge Braun, “Gene-Based Therapies of Neuromuscular Disorders: An Update and the Pivotal Role of Patient Organizations in their Discovery and Implementation”, *The Journal of Gene Medicine*, vol. 15, 2013, p. 397-413.
- Philippe Charron, *et al.*, “Genetic Counselling and Testing in Cardiomyopathies: A Position Statement of the European Society of Cardiology Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases”, *European Heart Journal*, vol. 201, n° 31, p. 2715-2726.
- Rebecca J. Fairclough, *et al.*, “Therapy for Duchenne Muscular Dystrophy: Renewed Optimism from Genetic Approaches”, *Nature Reviews Genetics*, vol. 14, 2013, p. 373-378.
- Johannes M. Ghosh, *et al.*, “Cell Therapy, a Novel Remedy for Dilated Cardiomyopathy? A Systematic Review”, *Journal of Cardiac Failure*, vol. 19, 2013, p. 494-502.
- Philippe Menasché, *et al.*, “Towards a Clinical Use of Human Embryonic Stem Cell-Derived Cardiac Progenitors: A Translational Experience”, *European Heart Journal*, mai 2014, sous presse.
- Philippe Menasché, “Stem Cell Therapy for Chronic Heart Failure: Lessons from a 15-Year Experience”, *Comptes Rendus Biologies*, vol. 334, 2011, p. 489-496.
- Daniel Skuk, Jacques-P. Tremblay, “Intramuscular Cell Transplantation as a Potential Treatment of Myopathies: Clinical and Preclinical Relevant Data”, *Expert Opinion on Biological Therapy*, vol. 11, 2011, p. 359-374.

ORIGINE, ÉVOLUTION ET DIVERSIFICATION DES PHOTO- SYNTHÈSES

Dimanche 23 novembre | 9h15

CYRILLE
PRESTIANNI



Chercheur à l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique, sa thèse de doctorat était consacrée à l'étude des premières spermatophytes à la fin du Dévonien (-360 Ma). Actuellement son travail porte de manière plus générale sur la compréhension des grands bouleversements biologiques et géologiques liés à la conquête des continents par la vie.

La vie sur Terre est un système clos. L'énergie y circule au travers de nombreuses chaînes trophiques par un mécanisme complexe de recyclage jusqu'à son utilisation complète et sa dissipation. Tout ce système consomme une quantité énorme d'énergie et doit sans cesse être réalimenté.

Le processus biologique qui permet aux êtres vivants de former des liaisons chimiques par transformation de l'énergie électromagnétique s'appelle la photosynthèse. Elle est un des processus fondamentaux au développement de la vie sur terre. C'est grâce à lui que l'oxygène a pu s'accumuler à la surface de notre globe en changeant complètement sa balance redox et en permettant le développement des eucaryotes d'abord et d'organismes plus complexes ensuite.

Au cours de cet exposé, nous allons détailler ce processus et tenter d'en retracer les grandes étapes évolutives. Pour ce faire, nous aborderons et détaillerons la physiologie de certains groupes qui jouèrent un rôle clé dans son évolution (par exemple : les bactéries sulfureuses, les héliobactéries, les bactéries pourpres ou les cyanobactéries). Enfin, nous aborderons brièvement les nouvelles adaptations de la photosynthèse et leur origine évolutive.

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

- Cyrille Prestianni, «Du désert à la forêt: chronique du verdissement d'une planète», dans Gérard Cobut [dir.], *Comprendre l'évolution: 150 ans après Darwin*, De Boeck, 2009, p. 27-38.
- Jörg Overmann, Ferran Garcia-Pichel, *The Phototrophic Way of Life*, Prokaryotes, 2006, vol. 2, p. 32-85.
- Jin Xiong et Carl E. Bauer, "Complex Evolution of Photosynthesis", *Annual Review of Plant Biology*, vol. 53, 2002, p. 503-521.

PÉRIODE DE GLACIATION GÉNÉRALISÉE DE LA PLANÈTE TERRE

Ou «la Terre boule de neige»

Dimanche 23 novembre | 10h35

GUILLAUME
LEHIR



Agrégé de SVT, maître de conférences à l'université Denis-Diderot Paris 7 et rattaché à l'institut de physique du globe de Paris depuis 2009. Son domaine de recherche est la modélisation des climats anciens. Il s'intéresse tout particulièrement aux interactions entre tectonique et climat.

Le Néoprotérozoïque (1000-543 Ma) est une ère de transition d'un monde « ancien » essentiellement microbactérien vers un monde du vivant abritant des formes animales macroscopiques et complexes. En parallèle de cette évolution, se déroulent de nombreux bouleversements géologiques : l'assemblage puis la dislocation du supercontinent Rodinia, la réapparition des dépôts de fer rubanés après 1,5 milliard d'années d'absence, et surtout la survenue de glaciations extrêmes (théorie de la Terre boule de neige), fait unique dans l'histoire de la Terre.

L'idée d'une Terre entièrement gelée est assez ancienne. Ainsi, l'explorateur australien sir Douglas Mawson (1882-1958) fut le premier à proposer l'existence d'une glaciation globale. Son hypothèse, émise avant la tectonique des plaques, reposait sur l'observation de dépôts glaciaires au sud de l'Australie (environ 30° latitude), alors supposée immobile. Nous savons aujourd'hui que la paléolatitudes des dépôts glaciaires du Néoprotérozoïque, reconstituée par le paléomagnétisme, se limite à la zone

tropicale, voire équatoriale. Nos connaissances du système climatique, acquises dans les années 1960 par l'étude de l'hiver nucléaire (guerre froide), permettent d'affirmer que la présence de glaces aux tropiques implique une glaciation globale. Ce mécanisme (rétroaction de l'albédo de la glace), provoque un refroidissement irréversible de la Terre lorsque les glaces atteignent 30° de latitude. Dès ce seuil franchi, la quantité d'énergie réfléchie, donc perdue par la Terre, ne peut plus être compensée par l'effet de serre. Il s'ensuit un englacement global de la Terre.

Comment sortir d'un état glaciaire généralisé ? En 1998, Paul Hoffmann montra que les dépôts glaciaires étaient directement surmontés de dépôts de carbonates atypiques, sans discontinuité, suggérant une transition extraordinairement rapide à l'échelle géologique entre un climat très froid et un climat très chaud. Cette succession sédimentaire si particulière peut s'expliquer par l'arrêt quasi total du cycle hydrologique une fois la Terre entièrement englacée. Le climat froid et aride aurait stoppé l'altération, ce qui aurait permis l'accumulation de CO₂ atmosphérique issu du dégazage volcanique. Pour réchauffer une Terre devenue « blanche », et donc réfléchissant 60 % du rayonnement incident (albédo de la glace), plus de 0,3 bar de CO₂ (1 000 fois la valeur actuelle) aurait été nécessaire. Cette valeur atteinte, l'effet de serre serait devenu suffisamment intense pour déglacer brutalement la Terre boule de neige. Un climat caractérisé par un super-effet de serre succéderait donc à un climat très froid. L'arrivée massive d'alcalinité, issue de l'altération des continents, dans l'océan expliquerait la présence des dépôts de carbonates directement sur les dépôts glaciaires.

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

- Mikhail I. Budyko, "The Effect of Solar Radiation Variations on the Climate of the Earth", *Tellus*, vol. 21, 1969, p. 611-616.
- Ken Caldeira, James F. Kasting, "Susceptibility of the Early Earth to Irreversible Glaciation Caused by Carbon Dioxide Clouds", *Nature*, vol. 359, 1992, p. 226-228.
- Yves Goddérés, *et al.*, "The Sturtian 'Snowball' Glaciation: Fire and Ice", *Earth Planetary Sciences Letters*, vol. 211, 2003, p. 1-12.
- Paul Hoffman, *et al.*, "A Neoproterozoic Snowball Earth", *Science*, vol. 281, 1998, p. 1342-1346.
- Raymond T. Pierrehumbert, *et al.*, "Climate of the Neoproterozoic", *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, vol. 39, 2011, p. 417-460.
- Site Snowball Earth : www.snowballearth.org [site très complet construit par Paul Hoffmann].

CNRS

Le Centre national de la recherche scientifique est un établissement public dont l'activité couvre l'ensemble des disciplines suivantes: les sciences humaines et sociales, la biologie, la chimie, la physique nucléaire et des particules, les sciences de l'information, l'ingénierie et les systèmes, la physique, les mathématiques, les sciences de la Terre et de l'Univers, l'écologie et l'environnement. Trente-quatre mille chercheurs, ingénieurs et techniciens, dix instituts scientifiques et plus de mille laboratoires contribuent, aux côtés des universités, au rayonnement de la recherche française sur l'ensemble du territoire et à l'étranger.

En soixante-dix ans d'existence, le CNRS a révélé dix-neuf lauréats du prix Nobel et onze lauréats de la médaille Fields. Le CNRS est aussi une succession d'innovations et de recherches de pointe qui répondent aux besoins de la société. La recherche de base est à l'origine de nombreuses applications présentes dans notre quotidien: les téléphones portables, le micro-onde, l'imagerie médicale, etc.

CONTACT CNRS

ANNE DE REYNIÈS

Responsable de la communication

CNRS-Institut des sciences biologiques
3, rue Michel-Ange
75794 Paris Cedex 16
01 44 96 41 36

anne.de-reynies@cnrs-dir.fr

CONTACT CNRS - INSU

CHRISTIANE GRAPPIN

Responsable communication pour le domaine
« Terre solide »

CNRS-Institut national des sciences de l'Univers
3, rue Michel-Ange
75794 Paris Cedex 16
01 44 96 43 37

christiane.grappin@cnrs.fr

POUR EN SAVOIR PLUS

www.cnrs.fr
www.insu.cnrs.fr
www.insu.cnrs.fr/terre-solide



INSERM

L'Inserm est le seul établissement public français entièrement dédié à la recherche en sciences de la vie et de la santé humaine. Son action s'inscrit aujourd'hui dans le cadre d'Aviesan (Alliance nationale pour les sciences de la vie et de la santé), qui coordonne les stratégies des établissements publics de recherche, mais aussi des universités et des hôpitaux.

En 2014, l'Inserm fête ses 50 ans. Depuis toutes ces années, la recherche en sciences de la vie et de la santé a connu des bouleversements exceptionnels aux termes desquels la biologie et la médecine ont changé de visage. De grandes étapes ont été franchies, qu'il s'agisse du déchiffrement du génome ou des progrès de l'imagerie médicale, de la découverte des cellules souches, de l'apparition des interfaces cerveau-machine, de la robotique chirurgicale et de l'e-santé, etc.

Pour que l'aventure continue au-delà de son cœur de métier, l'Inserm se donne pour vocation d'informer le plus grand nombre des avancées scientifiques réalisées par ses équipes de recherche. L'institut développe à ce titre des dispositifs résolument ouverts sur les jeunes : le dispositif « Tous chercheurs », les antennes Inserm-Jeunes, l'accueil de collégiens et lycéens dans les laboratoires, ou encore une formation précoce à la recherche au sein de l'école de l'Inserm Liliane-Bettencourt (pour les étudiants en médecine et pharmacie).

Un travail sur le terrain, notamment en région, permet aussi des échanges permanents entre les laboratoires et les différents publics, en particulier les jeunes qu'il s'agit d'éveiller à la vocation scientifique.

L'Inserm explore également le registre art et science à travers de nombreux partenariats, que ce soit autour de la photographie (avec l'École nationale supérieure de la photographie d'Arles), du théâtre (autour du projet Binôme), de la musique, de la littérature ou du film. Un musée virtuel a ouvert en 2013, qui accueille les expositions « Amazing science » et « Science/Fiction : voyage au cœur du vivant » qu'il a conçues.

CONTACT

CATHERINE D'ASTIER

Directrice adjointe de la communication

Département de l'information scientifique
et de la communication
101, rue de Tolbiac
75654 Paris Cedex 13
01 44 23 62 40

catherine.dastier@inserm.fr

POUR EN SAVOIR PLUS

www.inserm.fr
www.musee.inserm.fr

Instituts
thématiques



Inserm

Institut national
de la santé et de la recherche médicale

APBG

L'Association des professeurs de biologie-géologie regroupe plus de six mille adhérents enseignants en lycée et en collège, et établissements. Elle organise depuis plus de vingt ans les Journées nationales de formation et a fêté ses 100 ans en 2011. Avec ses vingt-neuf régionales, elle assure une présence dans toutes les académies au plan national et international. Par sa représentativité, c'est une force propositionnelle, mais aussi de défense et de formation.

2014

L'APBG réagit en direct à l'évolution des enseignements en lycée et en collège en faisant des professeurs des acteurs. Elle a pu intervenir à tous les niveaux de l'établissement au ministère, à partir des enquêtes nationales auprès des enseignants tant à propos de la réforme du lycée que des réelles conditions d'enseignements.

L'APBG agit: elle a été reçue par le cabinet du ministre de l'Éducation nationale, et, à deux reprises, par les commissions de l'Assemblée nationale sur la culture et l'enseignement. Elle intervient auprès de l'inspection générale de STVST, et auprès des syndicats. Il s'agit de faire un bilan de la mise en œuvre de la réforme du lycée et des évolutions pour la liaison primaire-collège et de l'enseignement des SVT en collège.

L'APBG propose: elle a participé à une rencontre et à une table ronde de la Commission des affaires culturelles et de l'Éducation à l'Assemblée nationale. Elle est un relais des positions des enseignants en fournissant des contributions écrites au ministère et à l'Assemblée nationale.

L'APBG communique: sur son site internet et à travers quatre bulletins trimestriels (articles scientifiques, pédagogiques; information associative). Dans chaque régionale académique, des « lettres » sur leurs activités sont adressées aux collègues.

L'APBG forme « en continu »: les Journées nationales sont le plus important rassemblement de formation continue.

À cela s'ajoutent les congrès annuels et plus d'une centaine d'actions de formation annuelles dans les académies.

CONTACT

Blandine Zaragoza
Responsable manifestation

BP 8337
69356 Lyon Cedex 08
04 78 74 47 22

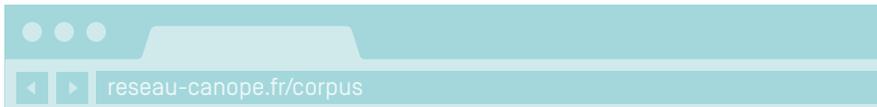
apbg@wanadoo.fr

POUR EN SAVOIR PLUS

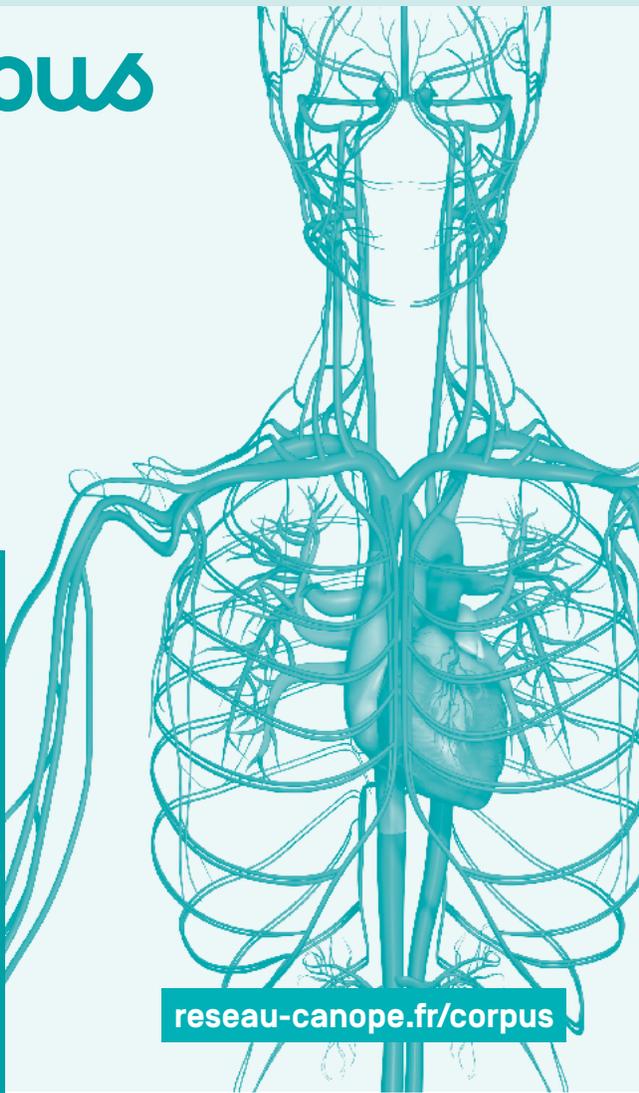
www.apbg.org

apbg

ASSOCIATION DES PROFESSEURS
DE BIOLOGIE ET GÉOLOGIE



corpus



reseau-canope.fr/corpus

NOUVEAUTÉ

CORPUS

Partez à la découverte
du corps humain

- Une interface 3D temps réel
- Plus de 100 vidéos téléchargeables
- Des pistes d'exploitation pédagogique
- Un serious game [janvier 2015]



ACCÈS GRATUIT
Canopé-CNDP, 2014



NOUVEAUTÉ

ANAGÈNE

Bientôt la nouvelle version en ligne !

- Visualisation des molécules en 3D
- Base de données enrichie et conforme aux nouveaux programmes
- Utilisable par les élèves en dehors de la classe
- Scénarios pédagogiques téléchargeables



39 €/an
Canopé-CNDP, 2014

ÉCLAIRER

Pour décrypter l'essentiel



ISSN en cours
ISBN 978-2-240-03554-7
Réf. 755A4336
Exemplaire gratuit
Ne peut être vendu