

J O U R N É E S

N A T I O N A L E S

A P B G

UN NOUVEAU REGARD
POUR UN ENSEIGNEMENT
DES BIO-GÉOSCIENCES

15, 16 ET 17 NOVEMBRE 2019

reseau-canope.fr/nouveaux-programmes

NOUVEAUX PROGRAMMES

À DÉCOUVRIR

Notre nouvel espace pour vous accompagner dans la compréhension et la mise en œuvre de la réforme du lycée :

- des informations pratiques sur la réforme ;
- des supports pédagogiques adaptés aux nouveaux programmes ;
- des formats innovants : ressources audiovisuelles, numériques...

Retrouvez dès maintenant tous les outils que nous avons conçus pour vous !

reseau-canope.fr/nouveaux-programmes



Lycée
Réseau Canopé, 2019
Accès gratuit

L'Association des professeurs de biologie et géologie

NOS ACTIONS

L'APBG est une association professionnelle pour le développement de l'enseignement de la biologie et de la géologie en France et en Europe.

L'APBG assure la promotion de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre (SVT) au service des jeunes collégiens, lycéens et étudiants. L'APBG apporte une aide pédagogique et technique aux enseignants de SVT grâce à ses différentes actions et productions.

L'APBG défend et propose en étant un interlocuteur représentatif auprès des autorités nationales.

NOS ACTIVITÉS

En 2019, l'APBG a assuré plus de 3 000 journées de formation des enseignants.

L'APBG organise un congrès annuel en juillet.

L'APBG met en place, en novembre à Paris, des Journées nationales de formation.

En région, l'APBG développe des activités importantes de formation.

L'APBG participe à des instances diverses.

L'APBG contribue à la promotion des ressources naturelles et scientifiques locales et nationales.

L'APBG, C'EST AUSSI :

- un bulletin trimestriel *BIOLOGIE GÉOLOGIE* ;
- des publications pédagogiques ;
- un site web et une présence sur les réseaux sociaux.

CONTACT

Blandine Zaragoza

Responsible manifestation

APBG

BP 8337

69356 Lyon Cedex 08

apbg@orange.fr

04 78 74 47 22

POUR EN SAVOIR
PLUS

www.apbg.org

apbg

ASSOCIATION DES PROFESSEURS
DE BIOLOGIE ET GÉOLOGIE

L'Académie des sciences

Créée par Colbert en 1666, l'Académie des sciences est une assemblée de scientifiques, choisis parmi les plus éminents spécialistes français et étrangers. Les réflexions et débats qu'elle conduit ont pour rôle de fournir à tous un cadre d'expertise, de conseil et d'alerte vis-à-vis des enjeux politiques, éthiques et sociétaux que pose la science. En vertu de cette mission, elle œuvre au partage de la science pour éclairer les choix des citoyens, et formule des recommandations, sur lesquelles peuvent s'appuyer les autorités gouvernementales. Elle soutient en outre la recherche, s'engage pour la qualité de l'enseignement des sciences et encourage la vie scientifique sur le plan international.

L'Académie des sciences indépendante et pérenne encourage la vie scientifique, contribue au progrès des sciences et de leurs applications, veille à la qualité de l'enseignement des sciences, et œuvre pour que les acquis du développement scientifique soient intégrés dans la culture des hommes de notre temps.

La délégation à l'éducation et à la formation a pour objectifs d'assurer le suivi de l'actualité des questions d'enseignement des sciences et de mener des opérations de promotion de la démarche scientifique. Le délégué à l'éducation et à la formation veille à la qualité de l'enseignement des sciences, à tous les niveaux du système éducatif, et y contribue par des actions spécifiques de la délégation.

Le délégué s'appuie sur le Comité sur l'enseignement des sciences composé de membres de l'Académie qui se réunissent une fois par mois. Ce comité mène une réflexion approfondie sur les grandes questions d'éducation aux sciences

dont l'Académie souhaite se saisir avec, le plus souvent, l'objectif d'une vision à long terme.

CONTACT

Sophie Lageat

Assistante du délégué Éric Westhof

Académie des sciences

23 quai de Conti
75006 Paris

sophie.lageat@academie-sciences.fr

01 44 41 43 83

POUR EN SAVOIR
PLUS

www.academie-sciences.fr/fr



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

Journées nationales de l'APBG

Paris, les 15, 16
et 17 novembre 2019

Après la pleine réussite de la dernière édition (avec plus de 450 participants), les Journées nationales 2019 de l'APBG auront pour thème : « **Un nouveau regard pour un enseignement des bio-géosciences** ».

Cette 29^e édition propose un programme axé sur plusieurs secteurs de recherche disciplinaire. Celui-ci intègre des connaissances scientifiques qui sont une réelle prise en compte de la recherche fondamentale et appliquée, mais aussi des connaissances et des savoir-faire en liaison avec les nouveaux programmes du collège et du lycée.

Voilà pourquoi ces journées se font, toujours en liaison avec des universitaires de renom, avec d'une part les grands organismes de recherche comme le CNRS, l'Inserm, le MNHN, l'Institut Pasteur, l'INRA, et d'autre part le monde économique qui assure la mise en œuvre des découvertes et permet leur transfert au niveau de l'enseignement. Depuis quelques années, les grandes institutions et académies participent aussi à nos journées de formation. Cette année, Pierre Corvol, président de l'Académie des sciences, administrateur honoraire du Collège de France, fera l'ouverture de nos Journées.

Si l'APBG, depuis de très nombreuses années, accorde de l'importance à l'évolution des pratiques pédagogiques, celles-ci ne doivent pas s'accompagner d'un abaissement du niveau de l'apport scientifique qui doit rester lié à la recherche et au monde économique créateur

d'emploi pour nos jeunes. Les Journées nationales sont un reflet de la volonté des enseignants de maintenir leur formation dans ce double axe pédagogique et scientifique.

Les journées de formation continue de l'APBG ont maintenant une reconnaissance nationale importante, avec un grand nombre de rectorats qui accordent un ordre de mission, et une diffusion officielle plus large au niveau des rectorats, de la Dgesco, du Café pédagogique, de la presse spécialisée.

Lors de l'édition 2019, les éditeurs et les producteurs de matériels scientifiques et pédagogiques seront présents le samedi avec toutes les nouveautés et les démonstrations de matériels en situation d'utilisation pratique.

Avec un programme de formation exceptionnel, les Journées nationales de formation des professeurs de sciences de la vie et de la Terre de l'APBG à Paris sont une véritable université d'automne à ne pas manquer.

Serge Lacassie
Président de l'APBG

Gilbert Faury
Coordinateur
des Journées

Programme des conférences

V E N D R E D I 1 5 N O V E M B R E

9 h 00

OUVERTURE DES JOURNÉES

Pierre Corvol, président de l'Académie des sciences, administrateur honoraire du Collège de France, et **Serge Lacassie**, président de l'APBG

9 h 30

BIOLOGIE ET ÉTHIQUE

Pierre Corvol, président de l'Académie des sciences, administrateur honoraire du Collège de France

11 h 00

L'ARN ET NOS GÉNOMES

Éric Westhof, membre de l'Académie des sciences, délégué à l'éducation et à la formation

14 h 00

LE CRISTAL ET LE VIVANT

Karim Benzerara, Institut de minéralogie, de physique des matériaux, et de cosmochimie, Sorbonne Université

15 h 15

LES RESSOURCES MINÉRALES

Alexandra Courtin-Nomade, GEOPS, université Paris-Sud

16 h 15

PAUSE

16 h 30

CYCLONES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Caroline Muller, École normale supérieure de Paris

S A M E D I 1 6 N O V E M B R E

9 h 00

MÉTABOLISME DU FER ET HÉMOCHROMATOSES

Jean-Dominique de Korwin, CHRU de Nancy, université de Lorraine – faculté de médecine

10 h 00

PAUSE

11 h 00

LE DIABÈTE. DE LA PANDÉMIE À LA RÉVERSION

Michel Pinget, président fondateur du Centre européen d'étude du diabète, université de Strasbourg

14 h 00

DÉPOLLUTION PAR LES PLANTES. LA BIO-INSPIRATION COMME SOLUTION ÉCOLOGIQUE

Claude Grison, laboratoire ChimEco,
CNRS – université de Montpellier

15 h 15

PAUSE

16 h 30

PALÉOFLORES ET CLIMAT

Anaïs Boura, Centre de recherche en paléontologie – Paris, CNRS – MNHN – Sorbonne Université

10 h 00 – 17 h 00

PRÉSENTATION DES MATÉRIELS, DES PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES ET PÉDAGOGIQUES PAR LES ÉDITEURS ET LES FABRICANTS

D I M A N C H E 17 N O V E M B R E

9 h 15

LA COMMUNICATION ENTRE LES ARBRES. MYTHE OU RÉALITÉ ?

Catherine Lenne, laboratoire PIAF, INRA
– université Clermont Auvergne

10 h 30

NEUROPLASTICITÉ ET MUSIQUE. DES BÉNÉFICES TOUT AU LONG DE LA VIE ?

Hervé Platel, UMR-S, Inserm
– université de Caen Normandie

12 h 00

CONCLUSION DES JOURNÉES

*Programme susceptible
de modifications en cas de force
majeure.*

Biologie et éthique

Vendredi 15 novembre | 9 h 30

PIERRE CORVOL



Pierre Corvol, médecin et scientifique, président de l'Académie des sciences, a été administrateur honoraire du Collège de France et a dirigé l'unité de recherche Inserm « Pathologie vasculaire et endocrinologie rénale ». Ses travaux ont porté sur la biochimie et la biologie moléculaire du système rénine-angiotensine-aldostérone ayant un rôle clé dans la fonction cardiaque et rénale. Il a participé au développement de médicaments actuellement utilisés dans le traitement de l'hypertension artérielle, des maladies cardiovasculaires et rénales. Il est à l'origine des premières études sur la génétique de l'hypertension artérielle humaine. Il est l'auteur d'un rapport sur l'intégrité scientifique en 2016.

Les cellules souches embryonnaires ou adultes peuvent être reprogrammées en cellules différenciées et transplantées dans un but thérapeutique. Le séquençage complet du génome humain est devenu routinier ; de très nombreux génomes végétaux, animaux et d'hominidés sont connus. Ces génomes peuvent être modifiés en utilisant la technologie CRISPR-Cas9 ou apparentée pour comprendre la fonction des gènes et produire des espèces nouvelles. Les applications potentielles de ce type de méthodologie sont nombreuses : amélioration des espèces végétales et animales, éradication d'insectes nuisibles, utilisation chez l'homme pour corriger des mutations délétères ou induire des mutations qui pourraient avoir un effet thérapeutique ou protecteur. Ces progrès soulèvent autant de questions éthiques. Elles ne sont pas nouvelles, mais leur actualité est brûlante, compte tenu de la rapidité avec laquelle ces techniques se déploient. Acquérir correctement ces nouvelles données de biologie est un préalable aux questionnements éthiques qu'elles soulèvent : que peut-on raisonnablement attendre de la lecture de son génome ? Que peut-on espérer de la thérapie cellulaire ? Que peut-on craindre ou espérer de la modification des génomes chez les végétaux et chez les animaux ? Quelles recherches et quelles modifications du génome chez l'homme et chez l'embryon sont envisageables et éthiquement acceptables ? Plus que jamais biologie et éthique se côtoient et nous interpellent.

BIBLIOGRAPHIE

SÉLECTIVE

- Cossart Pascale, *La Nouvelle Microbiologie. Des microbiotes aux CRISPR*, Paris, Odile Jacob, 2016.
- Knott Gavin J., Doudna Jennifer A., « CRISPR-Cas guides the future of genetic engineering », *Science*, vol. 361, issue 6405, août 2018, p. 866-869.
- Komor Alexis C., Badran Ahmed H., Liu David R., « CRISPR-Based technologies for the manipulation of eukaryotic genomes », *Cell*, vol. 168, issue 1, janvier 2017, p. 20-36.
- Académie des sciences, « Ciseaux génétiques et Éthique. Les problèmes éthiques associés à la modification des organismes par la technologie CRISPR-Cas9 », *Actualités scientifiques*, séance de l'Académie des sciences n° 1, 27 juin 2017 : academie-sciences.fr/fr/Actualites-scientifiques/ciseaux-genetiques-et-ethique.html
- Académie nationale de médecine, « CRISPR-Cas9. Position officielle de l'Académie nationale de médecine sur les modifications du génome des cellules germinales et de l'embryon humains », 2016 : iatranshumanisme.com/2016/04/29/crispr-cas9-position-officielle-de-lacademie-nationale-de-medecine-sur-les-modifications-du-genome-des-cellules-germinales-et-de-lembrion-humains
- Comité consultatif national d'éthique, « Avis 129. Contribution du Comité consultatif national d'éthique à la révision de la loi de bioéthique », 2018 : ccne-ethique.fr/sites/default/files/avis_129_vf.pdf
- Inserm, « Édition génomique. Des ciseaux moléculaires pour modifier les génomes avec précision », dossier en ligne réalisé en collaboration avec Carine Giovannangeli, Anne Galy et Hervé Chneiweiss, 2018 : inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/edition-genomique

L'ARN et nos génomes

Vendredi 15 novembre | 11 h 00

ÉRIC WESTHOF



Éric Westhof est professeur émérite de biochimie structurale à l'université de Strasbourg. Il a été directeur de l'unité architecture et réactivité de l'ARN et de l'institut de biologie moléculaire et cellulaire du CNRS à Strasbourg (2005-2016) et vice-président à la recherche et aux études doctorales de l'université de Strasbourg (2007-2012). Il est délégué à l'enseignement et à la formation à l'Académie des sciences. Ses activités de recherche sont centrées sur les relations entre les séquences, les structures spatiales, l'évolution et les fonctions des molécules d'ARN. Il est membre de l'EMBO (1998), de l'Académie allemande des sciences Leopoldina (2000), de l'Academia Europaea (2001) et de l'Académie des sciences (2011).

Parmi les biopolymères, deux grandes familles d'acides nucléiques existent dans le monde du vivant : les acides désoxyribonucléiques (A.D.N./ADN) et les acides ribonucléiques (A.R.N./ARN). Chimiquement, la différence est minime, un groupe hydroxyle (-OH) sur un carbone du sucre dans l'ARN au lieu d'un atome d'hydrogène dans l'ADN. Par contre, leurs propriétés chimiques structurales et leurs fonctions biologiques sont profondément différentes. L'ADN est chimiquement fort stable (on peut séquencer de l'ADN vieux de 30 à 40 000 ans, ce qui a bouleversé notre compréhension de l'évolution humaine). Grâce à cette inertie chimique, l'ADN est un remarquable support de la mémoire chimique du vivant. Par contre, la présence du groupe hydroxyle dans l'ARN le fragilise chimiquement, mais surtout cette labilité chimique le rend capable de catalyse chimique, et donc d'agir sur lui-même comme sur d'autres molécules. Cette propriété, unique à toutes les molécules du vivant, d'être à la fois mémoire et catalyseur chimique, est à la base de notre compréhension actuelle de l'origine et de l'évolution de la vie. Cette capacité duale, mémoire et catalyse, brise le paradoxe de l'œuf et de la poule. L'ARN ou une molécule similaire est de nos jours considéré être aux origines du monde vivant. L'ARN est donc plus ancien que l'ADN, et encore de nos jours dans nos cellules et dans toutes les cellules du vivant, les constituants de l'ADN sont biochimiquement élaborés à partir des constituants de l'ARN.

BIBLIOGRAPHIE

SÉLECTIVE

- Danchin Antoine, *Une aurore de pierres. Aux origines de la vie*, Paris, Éditions du Seuil, 1990.
- Danchin Antoine, *La Barque de Delphes. Ce que révèle le texte des génomes*, Paris, Odile Jacob, 1998.
- Dujon Bernard, *Comment évoluent nos gènes ?*, Paris, Le Pommier/Cité des sciences et de l'industrie, 2005.
- Maurel Marie-Christine, *Les Origines de la vie*, Paris, Le Pommier, 2017.
- Académie des sciences, Douce Roland, Postaire Éric [dir.], *Les Origines du vivant. Une équation à plusieurs inconnues*, Paris, Gallimard, 2016.

Le cristal et le vivant

Vendredi 15 novembre | 14 h 00

KARIM
BENZERARA



© IMPMC – Cécile Dufflot

Karim Benzerara est directeur de recherche au CNRS et travaille à l'Institut de minéralogie, de physique des matériaux et de cosmochimie (IMPMC). Il s'intéresse aux interactions entre le vivant et le minéral, notamment aux mécanismes moléculaires de formation des minéraux, aux stromatolites ou encore à la recherche de traces de vie. Il a reçu une formation en SVT, notamment à l'ENS Paris, et a été admis à l'agrégation. Docteur de l'université Paris-Diderot en géochimie, il a effectué un postdoctorat à l'université de Stanford. Il a été vice-président du jury de l'agrégation, a reçu la médaille de bronze du CNRS et des prix de la Société minéralogique d'Amérique et de l'Association européenne de géochimie.

On sépare encore souvent vivant et minéral dans le monde académique, où biologie et géologie, en dehors de l'enseignement secondaire, restent vues comme des disciplines à part. Et pourtant... Depuis les origines de la vie à l'utilisation de micro-organismes pour dépolluer, en passant par des cas de calcifications pathologiques ou encore par la formation de gigantesques dépôts et/ou plateformes sédimentaires, il existe de très nombreux sujets où vivant et cristal interagissent intimement.

Ici, je détaillerai quelques exemples de formation par le vivant de cristaux, nommés biominéraux. Une grande diversité d'organismes peut former une grande diversité de cristaux. Je préciserai les motivations conduisant à l'étude de ces interactions, ce qui illustrera la variété des implications scientifiques concernées. Puis, j'expliquerai comment on détermine les propriétés structurales, morphologiques, chimiques et physiques des biominéraux. Certaines de ces propriétés peuvent être relativement uniques et servir ainsi de traceurs de l'activité biologique, notamment dans le registre géologique ancien et/ou extraterrestre. Enfin, je montrerai que la biominéralisation peut être contrôlée par l'activité de protéines spécifiques sélectionnées par l'évolution. Il en découlera que la connaissance de l'histoire géologique de ces interactions ou leur utilisation à des fins technologiques nécessite de coupler biochimie, biologie moléculaire et génétique pour étudier les organismes impliqués.

BIBLIOGRAPHIE

SÉLECTIVE

- Benzerara Karim, « Un piège bactérien à strontium et baryum », rubrique « Zoom Science », site de l'IMPMC, juin 2018 : impmc.upmc.fr/fr/zoom-science/zoom-science-2018/zoom-science-un-piege-baterien-a-strontium-et-baryum-juin-2018.html
- De Wever Patrick, Benzerara Karim, *Quand la vie fabrique les roches*, [Les Ulis], EDP sciences, 2016.
- Benzerara Karim, « Mécanismes de formation de phosphate de calcium par des bactéries », conférence filmée, site du Collège de France, février 2016 : college-de-france.fr/site/clement-sanchez/symposium-2016-02-18-14h30.htm
- Benzerara Karim, Miot Jennyfer, Morin Guillaume, « Comment certaines bactéries oxydent le fer en l'absence de dioxygène : implication pour l'environnement et la recherche de traces de vie ancienne », *L'actualité chimique*, n^{os} 356-357, octobre-novembre 2011, p. 102-104.
- Benzerara Karim, Miot Jennyfer, Morin Guillaume *et al.*, « Significance, mechanisms and environmental implications of microbial biomineralization », *Comptes rendus Géoscience*, vol. 343, issues 2-3, février-mars 2011, p. 160-167.
- Benzerara Karim, « Mécanismes de biominéralisation et biosignatures minéralogiques », site de la Société française d'exobiologie, juin 2006 : exobiologie.fr/blog/2006/06/28/mecanismes-de-biomineralisation-et-biosignatures-mineralogiques

Les ressources minérales

Vendredi 15 novembre | 15 h 15

ALEXANDRA
COURTIN-NOMADE



©Thierry Laporte

Alexandra Courtin-Nomade est professeur à l'université Paris-Sud (laboratoire GEOPS, UMR 8148). Elle est spécialisée en minéralogie environnementale en contextes miniers et industriels. Son travail s'attache à l'étude du continuum au sein de la zone critique entre les sources naturelles ou anthropiques de métaux et métalloïdes et les réceptacles de l'environnement (e.g., déchets, sédiments, lacs de barrages). Son travail s'intéresse particulièrement aux (oxy-)(hydr-)oxydes de fer, phases parmi les plus réactives vis-à-vis des métaux et métalloïdes, et à la dynamique de ces éléments au cours des processus d'altération supergène.

Depuis la maîtrise du feu, l'homme n'a eu de cesse d'exploiter des minerais pour améliorer son quotidien. De nos jours, notre société est très dépendante des ressources minérales qui sont par essence finies et non-renouvelables. Elles présentent de plus une grande versatilité dans leurs usages : aimants, batteries, agents ignifuges, engrais... Parmi ces matières premières, et les nombreuses classifications existantes, on peut distinguer deux groupes de ressources minérales : celles dites précieuses (e.g., or, argent, diamant) et celles dites critiques (e.g., terres rares, groupe des platinoïdes, lithium). Ces deux catégories traduisent de multiples facteurs comme la rareté de la ressource, l'épuisement des gisements, le taux de recyclage, mais aussi la vulnérabilité de l'approvisionnement ; autant de paramètres difficiles à maîtriser et qui impactent directement notre mode de vie et nos économies. Néanmoins, l'accessibilité des ressources dépend de paramètres qui sont au premier ordre autres que de nature géologique (pressions sociétale, économique, politique, environnementale). Après une présentation générale des principaux contextes géologiques des gisements, des exemples de ressources minérales, leurs utilisations ainsi que différents modèles de prédiction de la disponibilité des ressources seront exposés. Les évolutions dans la redéfinition des stocks, les voies alternatives existantes ou envisagées aux gisements actuels... seront également abordées.

BIBLIOGRAPHIE

SÉLECTIVE

- Arndt Nicholas T., Ganino Clément, Kesler Stephen, *Ressources minérales. Origine, nature et exploitation*, Paris, Dunod, 2010.
- De Marsily Ghislain, Tardieu Bernard, *Stratégie d'utilisation des ressources du sous-sol pour la transition énergétique française. Les métaux rares*, Paris, Académie des sciences/Académie des technologies, 2018.
- Gray Theodore, *Atomes. Une exploration visuelle de tous les éléments connus dans l'Univers*, Paris, Éditions Place des victoires, 2010.
- Vidal Olivier, Goffé Bruno, Arndt Nicholas, « Metals for a low-carbon society », *Nature Géoscience*, vol. 6, issue 11, octobre 2013, p. 894-896.
- « Ressources minérales et énergie », rapport du groupe « Sol et sous-sol » de l'Alliance Ancre, juin 2015.
- Site Minéral info, le portail français des ressources minérales non énergétiques : mineral.info.fr

Cyclones et changement climatique

Vendredi 15 novembre | 16 h 30

CAROLINE
MULLER



Caroline Muller est chargée de recherche au CNRS, et maître de conférences attachée à l'ENS Paris. Elle est une spécialiste de la dynamique des fluides géophysiques et de la science du climat. Elle est ingénieure Supaéro. Après un doctorat au Courant Institute of Mathematical Sciences à l'université de New York, elle a été postdoctorante au MIT, puis *associate research scholar* à l'université de Princeton. Elle a rejoint le CNRS en 2012 pour travailler au laboratoire d'hydrodynamique de l'École polytechnique. Depuis 2016, elle effectue ses recherches au laboratoire de météorologie dynamique à l'ENS Paris, où elle est également enseignante dans le département de géosciences.

La saison des ouragans a été particulièrement violente en 2019. Mais que sait-on exactement de ces événements climatiques spectaculaires ? Qu'est-ce qui a favorisé leur formation et leur intensification cette année, et quels sont les processus physiques en jeu ? Y a-t-il un lien avec le réchauffement climatique ? Peut-on détourner ou affaiblir un cyclone qui menace les côtes ?

Dans cet exposé, nous présenterons les processus physiques importants dans la cyclogénèse et l'intensification des cyclones tropicaux. Nous verrons l'influence des conditions environnementales dans lesquelles évolue le cyclone (températures, vent...), les avancées récentes sur la dynamique interne des cyclones, ainsi que les différentes méthodes qui ont été proposées pour observer et pour intervenir sur les cyclones tropicaux.

BIBLIOGRAPHIE

SÉLECTIVE

- Kerry Emanuel, « Tropical cyclones », *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, vol. 31, 2003, p. 75-104.
- Knutson Thomas, Camargo Suzana J., Chan Johnny C. L. *et al.*, « Tropical cyclones and climate change assessment. Part II. Projected response to anthropogenic warming », version 7, 29 juillet 2019 (la première version a été publiée dans le *Bulletin of the American Meteorological Society*).

Métabolisme du fer et hémochromatoses

Samedi 16 novembre | 9 h 00

J E A N - D O M I N I Q U E
D E K O R W I N



Jean-Dominique de Korwin est spécialiste de médecine interne et des maladies de l'appareil digestif. Il est professeur de médecine interne à la faculté de médecine de l'université de Lorraine, et praticien hospitalier au département de médecine interne et d'immunologie clinique du CHRU de Nancy. Il est également vice-président de la Fédération des spécialités médicales (FSM), membre de plusieurs comités et commissions (commission recommandations, pertinence, parcours et indicateurs, HAS ; comité d'information sur les produits de santé, ANSM ; comité scientifique, AHF ; comité exécutif, Euromene), et administrateur du Groupe d'études français des *Helicobacter* et de l'Académie lorraine des sciences.

Par ses propriétés d'oxydoréduction, le fer de l'organisme est essentiel pour le transport de l'oxygène par l'hémoglobine et des activités enzymatiques. D'origine alimentaire et faiblement absorbé, il est transporté dans le sang par la transferrine et stocké dans les cellules liées à la ferritine. Son élimination est minime avec un recyclage du fer à partir de la dégradation des globules rouges par les macrophages. Les mécanismes de régulation agissent uniquement sur l'absorption et la distribution, avec un rôle essentiel de l'hepcidine, qui diminue le fer circulant par blocage de la ferroportine empêchant l'export du fer des entérocytes et des macrophages.

Les dosages sanguins de la saturation de la transferrine et de la ferritine permettent d'évaluer les stocks de fer et servent au dépistage des carences comme des surcharges. La prise en compte des facteurs physiologiques et pathologiques modifiant ces marqueurs permet d'interpréter leurs valeurs et d'orienter le diagnostic vers une surcharge en fer.

Les hémochromatoses, secondaires aux mutations des gènes de régulation du fer, entraînent une surcharge en fer progressive. L'hémochromatose HFE (autosomique récessive) est la plus fréquente. Son dépistage précoce est possible. La démarche diagnostique (surcharge en fer et atteinte des organes) et le traitement (saignées, chélateurs du fer) sont bien codifiés avec des perspectives d'amélioration en raison des progrès dans la connaissance du métabolisme du fer.

BIBLIOGRAPHIE

SÉLECTIVE

- Chifman Julia, Laubenbacher Reinhard C., Torti Suzy, « A systems biology approach to iron metabolism », *Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol. 844, décembre 2014, p. 201-225.
- Hamaï Ahmed, Mehrpour Maryam, « Homéostasie du fer et autophagie », *Médecine/sciences*, vol. 33, n° 3, mars 2017, p. 260-267.
- Powell Lawrie W., Seckington Rebecca C., Deugnier Yves, « Haemochromatosis », *The Lancet*, vol. 388, issue 10045, août 2016, p. 706-716.
- Triqueneaux Marc, Michel Henri, de Korwin Jean-Dominique, « Vivre avec une hémochromatose », *La revue du praticien*, vol. 67, juin 2017, p. 645-646.
- VanWagner Lisa B., Green Richard M., « Elevated serum ferritin », *JAMA*, vol. 312(7), 2014, p. 743-744.
- Haute autorité de santé [HAS], « Prise en charge de l'hémochromatose liée au gène HFE [hémochromatose de type 1]. Synthèse des recommandations », juillet 2005 : [has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/fiche_de_synth_350se_hfe-1_finale.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/fiche_de_synth_350se_hfe-1_finale.pdf)
- Inserm, « Hémochromatose génétique », dossier en ligne réalisé en collaboration avec Olivier Loréal, 2016 : [inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/hemochromatose-genetique](https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/hemochromatose-genetique)
- Site de l'Association hémochromatose France [AHF] : [hemochromatose.fr](https://www.hemochromatose.fr)

Le diabète

De la pandémie à la réversion

Samedi 16 novembre | 11 h 00

PR MICHEL
PINGET



Professeur émérite à l'Université de Strasbourg depuis 2016, il a dirigé de 1984 à 2013 le département endocrinologie-diabétologie aux Hôpitaux Universitaires de Strasbourg. Il est également le président-fondateur du Centre européen d'étude du Diabète (CeeD), structure créée en 1991 et localisée en Alsace. La mission de ce centre est de combattre la progression du diabète en réunissant en son sein la recherche et sa valorisation, l'organisation du soin, mais aussi des programmes de prévention et de dépistage. Avec une carrière centrée autour du patient, le Professeur Pinget a toujours cherché à développer des solutions innovantes pouvant aider à prévenir le diabète et à améliorer la qualité de vie des patients.

Au début de ce siècle, le diabète se positionne comme le modèle de toutes les maladies chroniques qui deviennent l'enjeu médical des cinquante prochaines années. C'est à partir de 1990 que le diabète connaît une forte progression épidémique devenant la première pandémie de maladies non contagieuses, et en en faisant aujourd'hui la maladie la plus fréquente et la plus coûteuse en soins.

Les études épidémiologiques ont approché les facteurs qui sous-tendent cette évolution qui concerne avant tout le diabète de type 2, le plus souvent associé à l'obésité, mais aussi le diabète de type 1 qui se déclare de plus en plus tôt. Ces deux maladies ont en commun le fait que l'hyperglycémie qui les définit est la conséquence de la diminution du nombre de cellules bêta fonctionnelles conséquences d'agressions des îlots de Langerhans.

Une meilleure connaissance de l'effet de ces facteurs environnementaux sur le fonctionnement des îlots a révélé l'existence d'un *cross-talk* entre les différents organes. Ils sont tous capables d'envoyer dans le sang des signaux susceptibles d'induire des modifications fonctionnelles au sein d'autres organes, ce qui peut améliorer ou détériorer les performances des organes ciblés. L'isolement de certains signaux, notamment ceux du muscle, va conduire à la production de principes thérapeutiques nouveaux qui peuvent devenir la base du traitement et de la prévention des diabètes et signer le début de leur réversion.

BIBLIOGRAPHIE

SÉLECTIVE

- Andreelli Fabrizio, Amouyal Chloé, *Diabètes, vrais espoirs ? De la recherche aux soins*, Paris, Vigot, 2017.
- Gerson Michel, *Mieux comprendre le diabète de type 2*, Paris, Ellipses, 2012.
- Grimaldi André [coord.], *Traité de diabétologie*, Paris, Flammarion médecine-sciences, 2009.
- Grimaldi André, Caillé Yvanie, Pierru Frédéric et al., *Les Maladies chroniques. Vers la troisième médecine*, Paris, Odile Jacob, 2017.
- Guillon-Metz Françoise, *Les Grands Diabétiques de l'histoire. Essai*, Montigny-le-Bretonneux, Éditions Zinedi, 2017.
- Hartemann-Heurtier Agnès, Grimaldi André, *Guide pratique du diabète*, Issy-les-Moulineaux, Elsevier-Masson, 2013.

Dépollution par les plantes

La bio-inspiration comme solution écologique

Samedi 16 novembre | 14 h 00

CLAUDE GRISON



Claude Grison, directrice de recherche au CNRS et directrice du laboratoire de chimie bio-inspirée et d'innovations écologiques, est à l'origine du concept de l'écocatalyse. Ses travaux ont fait émerger un nouvel axe de recherche à l'interface de la chimie bio-inspirée et de l'écologie scientifique avec une approche globale du développement durable débouchant sur l'élaboration d'une nouvelle filière verte s'appuyant sur la réhabilitation écologique de sites pollués ou dégradés et une valorisation chimique et économique inédite des phytotechnologies développées. Auteur de 191 publications, 43 brevets, elle a reçu 9 prix dont le prix Alexandre-Joannidès (Académie des sciences, 2016), la médaille de l'Innovation (CNRS, 2014).

Dans une société en profonde mutation, la chimie doit intégrer les dimensions sociales et économiques de ses procédés, et la notion d'écoresponsabilité et de bio-inspiration. Le laboratoire ChimEco (UMR 5021, CNRS-UM) développe une nouvelle filière verte, qui s'appuie sur une innovation de rupture en chimie, appelée écocatalyse ou catalyse écologique. Son originalité repose sur la combinaison inhabituelle des domaines de l'environnement, de l'écologie et d'une chimie innovante.

La présentation sera axée sur un des défis des années à venir : celui de préserver la ressource en eau, première ressource concernée par le dérèglement climatique. Tous les indicateurs sont au rouge. Il est temps d'agir d'une façon nouvelle et écoresponsable.

Une nouvelle technologie inspirée de la nature sera exposée : le développement d'un filtre végétal capable de dépolluer les eaux contaminées par des métaux, perturbateurs endocriniens, néonicotinoïdes et filtres solaires.

Ce filtre est totalement naturel et ne génère aucun déchet, car il est valorisable grâce à un procédé innovant de recyclage écologique. Tirant parti de la capacité adaptative remarquable des végétaux utilisés à bioconcentrer des métaux primaires ou stratégiques, le concept repose sur l'utilisation directe des espèces métalliques d'origine végétale comme réactifs et catalyseurs

de réactions chimiques. Cette approche originale offre la première perspective de valorisation de cette biomasse unique et initie une nouvelle branche de la chimie verte : l'écocatalyse.

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

- Deyris Pierre-alexandre, Grison Claude, « Nature, ecology and chemistry: an unusual combination for a new green catalysis, ecocatalysis », *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, vol. 10, avril 2018, p. 6-10.
- Grison Claude [propos recueillis par Vandeginste Pierre], « Nous dépolluons des sols grâce aux plantes », *La Recherche*, Hors-série, n° 29, 2019, p. 35-40.
- Site du laboratoire Chim-Eco : chimeco-lab.com

Paléoflores et climat

Samedi 16 novembre | 16 h 30

ANAÏS BOURA



© MNHN – Agnès Latzoura

Anaïs Boura est maîtresse de conférences à Sorbonne Université. Elle est paléobotaniste au sein du Centre de recherche en paléontologie – Paris (CR2P). Xylogue de formation, elle s'intéresse principalement à la reconstitution de la végétation forestière méso- et cénozoïque européenne à partir de bois et de feuilles fossiles et à l'utilisation de ces restes pour reconstruire les paléoenvironnements et paléoclimats. Elle enseigne la biologie végétale et la paléobotanique à Sorbonne Université et au Muséum national d'Histoire naturelle à différents niveaux (de la licence à la prépa Agreg).

Les premiers restes de plantes terrestres sont aujourd'hui retrouvés dans des sédiments datant de l'Ordovicien moyen. Depuis cette période, la végétation terrestre n'a cessé de se développer et de se diversifier. Pourtant, en parallèle de cette évolution, cinq grandes crises d'extinctions des espèces ont pu être mises en évidence à partir des courbes de diversité marine. Une des questions qui passionne les paléobotanistes depuis longtemps est de savoir comment la végétation réagit à ces crises souvent liées à des changements brutaux et durables de l'environnement. La paléoflore est, en effet, comme la végétation actuelle, intimement liée à l'environnement et plus particulièrement au climat. L'étude des plantes fossiles constitue d'ailleurs un excellent indicateur des conditions climatiques (et plus généralement des conditions environnementales) sous lesquelles elles se sont développées. Deux approches ont été proposées par les paléobotanistes. Un premier groupe de méthode consiste en une approche systématique et permet d'inférer des conditions climatiques passées à partir des analogues modernes des groupes fossiles rencontrés dans un gisement. Le deuxième groupe consiste en une approche physiologique. Elle ne nécessite pas d'identification. C'est l'observation et l'analyse de la morphologie et/ou de l'anatomie de certaines parties (feuilles et bois) des organismes qui permettent d'arriver à la reconstitution de paramètres environnementaux.

BIBLIOGRAPHIE

SÉLECTIVE

- Boura Anaïs, « Des plantes à la dérive des continents », in *Les plantes en voyage !*, actes du colloque scientifique de la Société nationale d'horticulture de France, Paris, 1^{er} juin 2018, p. 16-21.
- Boura Anaïs, Thomas Romain, De Franceschi Dario, « Paléoflores et climat », *Géochronique*, n° 134, juin 2015, p. 21-24.
- Boura Anaïs, Thomas Romain, « Les plantes et les grandes extinctions », *Géochronique*, n° 134, juin 2015, p. 45-48.
- Decombeix Anne-Laure, Boura Anaïs, Tomescu Alexandru M. F., « Plant hydraulic architecture through time: lessons and questions on the evolution of vascular systems », *IWA Journal*, vol. 40, issue 3, juillet 2019, p. 387-420.
- Thomas Romain, Boura Anaïs, « Palm stem anatomy: phylogenetic or climatic signal? », *Botanical Journal of the Linnean Society*, vol. 178, issue 3, juillet 2015, p. 467-488.

La communication entre les arbres

Mythe ou réalité ?

Dimanche 17 novembre | 9 h 15

CATHERINE
LENNE



Catherine Lenne est docteure en physiologie végétale et agrégée de SVT. Enseignante-chercheuse à l'université Clermont Auvergne, elle mène des recherches sur les arbres au laboratoire PIAF avec pour question centrale : « Comment les arbres tiennent-ils debout longtemps dans un environnement fluctuant ? » Elle enseigne la botanique aux étudiants de licence et aux professeurs des écoles et de collège en formation continue à la Maison pour la science en Auvergne – un service de l'université qu'elle dirige depuis septembre 2016. Elle s'investit aussi dans la diffusion de la culture scientifique au grand public : articles et ouvrages de vulgarisation, conférences, expositions photographiques, radios...

Depuis l'Antiquité et jusqu'à très récemment, on a réservé les notions de sensibilité et de communication au monde animal, en particulier à l'homme, les plantes étant jugées dépourvues de toute vie de relation. Cependant, depuis peu, de nombreux écrits ou documentaires sont venus bouleverser cette vision uniquement végétative des plantes. La sensibilité des plantes et leurs capacités à communiquer est un domaine que la recherche scientifique a largement investi depuis les trente dernières années, jusqu'à diffuser largement vers le grand public, suscitant même dernièrement un emballement médiatique planétaire.

Pour communiquer, un émetteur et un récepteur doivent établir une relation par un échange de messages. Si la communication nécessite non seulement la capacité à émettre/percevoir un message et à y répondre de manière adaptée [la sensibilité], elle impose également le partage d'un langage commun, décodable par les deux parties, ainsi que des voies de communication privilégiées. Depuis les années 1980, de nombreux exemples de communication dans le monde vivant ont été découverts et étudiés.

Nous présenterons la sensibilité et les capacités de communication entre les arbres, en faisant le point sur les recherches actuelles et les connaissances scientifiques acquises. Nous discuterons également des interprétations et approximations trop souvent lues dans les médias, ouvrages ou communications destinées au grand public, en exerçant notre esprit critique.

BIBLIOGRAPHIE

SÉLECTIVE

- Daugey Fleur, *L'Intelligence des plantes. Les découvertes qui révolutionnent notre compréhension du monde végétal*, Paris, Ulmer, 2018.
- Lenne Catherine, « Une communication pleine de sens », *Pour la science*, hors-série « La révolution végétale », n° 101, novembre-décembre 2018, p. 30-35.
- Lenne Catherine, *Dans la peau d'une plante. 70 questions impertinentes sur la vie cachée des plantes*, Paris, Belin, 2014.
- Martin Francis Michel, *Sous la forêt. Pour survivre il faut des alliés*, Paris, humenSciences, 2019.
- « La communication chez les végétaux : mythe ou réalité ? », séance publique de l'Académie de l'agriculture, 29 mai 2019 : academie-agriculture.fr/actualites/academie/seance/academie/la-communication-chez-les-vegetaux-mythe-ou-realite?290519
- « Sentir, bouger, communiquer, les plantes aussi ! », dossier scientifique de l'INRA : inra.fr/Chercheurs-etudiants/Biologie-vegetale/Tous-les-dossiers/Sentir-bouger-communiquer-les-plantes-aussi/Sensibilite-et-motricite-coordonnee

Neuroplasticité et musique

Des bénéfices tout au long de la vie ?

Dimanche 17 novembre | 10 h 30

HERVÉ PLATEL



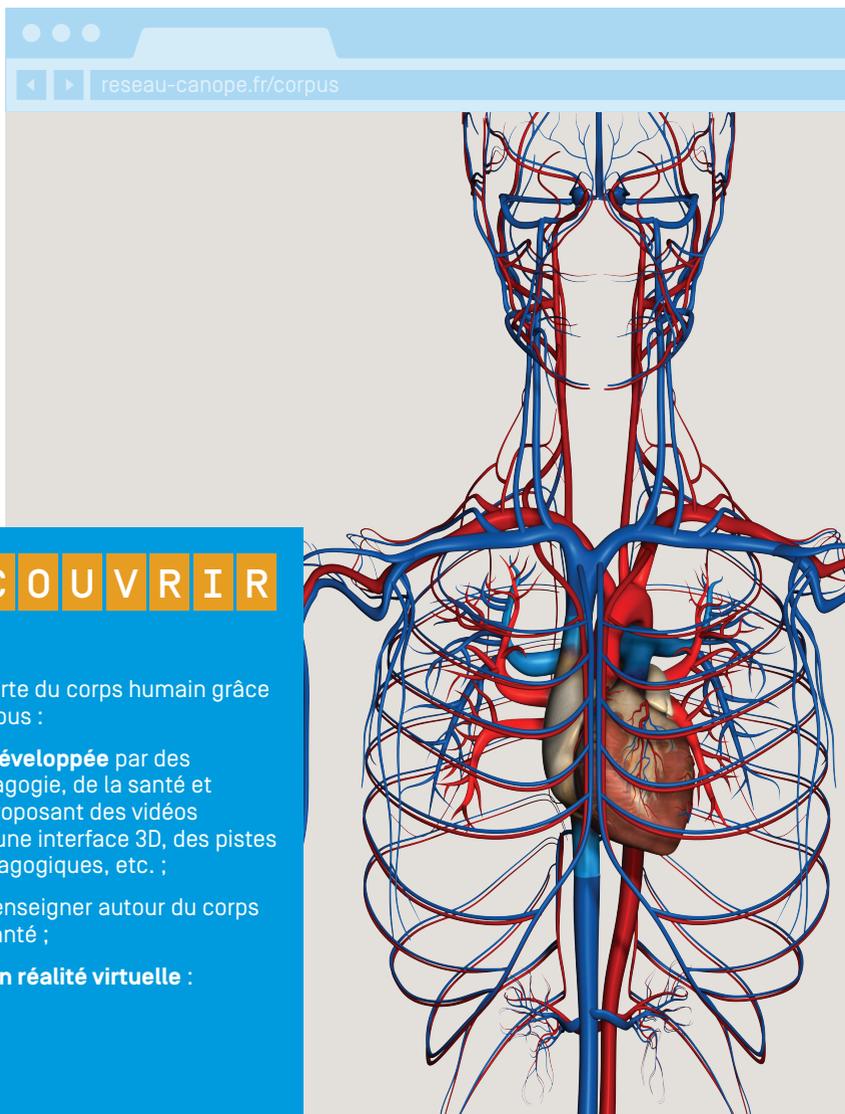
Hervé Platel a été au milieu des années 1990 parmi les premiers chercheurs à utiliser les techniques de neuro-imagerie afin de visualiser l'activité du cerveau durant l'analyse des différentes composantes perceptives de la musique. Depuis le début des années 2000, il a réalisé des travaux permettant la « cartographie » cérébrale de la mémoire musicale chez des sujets non-musiciens et musiciens. Plus largement, ses travaux fondamentaux et cliniques posent la question de la place des pratiques artistiques dans la compréhension des phénomènes de plasticité cérébrale et de leur utilisation dans la prise en charge de patients cérébrolésés.

L'apprentissage d'un instrument de musique est maintenant bien connu pour produire des effets de neuroplasticité tels que la reconfiguration des régions auditives et surtout motrices, la représentation de certaines parties du corps dans le cortex moteur étant modifiée. Les travaux chez l'enfant rapportent également un effet de la pratique sur diverses fonctions cognitives, telles que la mémoire, l'attention ou l'empathie. Ainsi, l'entraînement musical est devenu un domaine d'étude privilégié des neurosciences cognitives afin de mieux comprendre comment l'acquisition d'une expertise dans un domaine comme la musique change profondément ce que nous sommes, cognitivement et biologiquement. En revanche, il est plus intrigant d'observer que la simple écoute de musique peut produire (chez l'animal comme chez l'homme) des effets de neuromodulations. Quelles sont les conséquences à long terme de ces effets de neuroplasticité ? Dans le domaine du vieillissement normal et pathologique, la musique est aujourd'hui connue pour être un intéressant média dans la régulation de l'humeur, mais surtout un stimulateur cognitif qui nous a permis de révéler chez des patients souffrant de la maladie d'Alzheimer à un stade avancé des capacités d'apprentissage insoupçonnées. L'hypothèse d'un effet protecteur de la pratique musicale vis-à-vis des maladies associées au vieillissement est souvent avancée, mais la démonstration claire de la spécificité de l'effet musical dans ce contexte reste largement à faire.

BIBLIOGRAPHIE

SÉLECTIVE

- Chardon Fabrice, Platel Hervé, « Quand l'Art répare le cerveau », *Cerveau & Psycho*, n° 98, mars 2018, p. 18-25.
- Groussard Mathilde, Platel Hervé, « Neuroplasticité et musique : des bénéfices tout au long de la vie ? », in Froger J., Laffont I., Dupeyron A. et al. [coord.], *La Plasticité cérébrale*, Montpellier, Sauramps médical, 2017, p. 99-108.
- Lechevalier Bernard, Platel Hervé, Eustache Francis, *Le Cerveau musicien. Neuropsychologie et psychologie cognitive de la perception musicale*, Bruxelles/Paris, De Boeck, 2010.
- Platel Hervé, Bohler Sébastien, « Pourquoi la musique nous fait vibrer ? », *Cerveau & Psycho*, n° 67, janvier 2015, p. 60-64.
- Platel Hervé, Thomas-Antérion Catherine, *Neuropsychologie et Art. Théories et applications cliniques*, Paris, De Boeck/Solal, 2014.
- Platel Hervé, « Musique et neurodéveloppement, l'apport des neurosciences cognitives », *Soins pédiatrie/puériculture*, vol. 40, n° 307, mars 2019, p. 8-11.
- Platel Hervé, « L'étude du cerveau nous aide-t-elle à mieux comprendre l'impact de l'art sur nos vies ? », *Nectart*, n° 4, 2017, p. 145-151.



À DÉCOUVRIR

CORPUS

Partez à la découverte du corps humain grâce aux ressources Corpus :

- une **plateforme développée** par des acteurs de la pédagogie, de la santé et de la recherche proposant des vidéos téléchargeables, une interface 3D, des pistes d'exploitation pédagogiques, etc. ;
- un **ouvrage** pour enseigner autour du corps humain et de la santé ;
- une **application en réalité virtuelle** : Corpus 360.

**Cible : enseignants du 2nd degré en SVT,
personnel de santé du 2nd degré**

Phylogénie moléculaire et évolution



Le kit correspond à la phase expérimentale d'un TP à placer dans une problématique de phylogénie moléculaire réelle : « Distance génétique et phylogénie chez des primates ».

Le kit comprend de l'ADN Humain, de Chimpanzé, de Gorille, d'Orang-Outan, un marqueur de taille et une notice explicative. .

Les 4 ADN utilisés ont été hydrolysés par une enzyme de restriction, ainsi le kit permet de réaliser la séparation des fragments par électrophorèse. On travaille sur un gène BRCA qui existe chez tous les mammifères. L'analyse du polymorphisme de la longueur des fragments de restriction permet de positionner les 4 espèces dans un arbre phylogénétique.

Tous les réactifs sont directement prêts à l'emploi.

Le kit permet de réaliser 20 tests(*) ou 80 avec le FlashGel Système.

Attention : les gels d'agarose et le colorant pour ADN, nécessaires à l'électrophorèse (sauf pour le système FlashGel), ne sont pas fournis.

Prévoir 3 à 4 semaines entre la réception de la commande et la livraison.

(*) : 1 test correspond à 1 dépôt pour chaque échantillon, soit 4 dépôts d'ADN



BON DE COMMANDE à retourner à : **APBG - BP 8337 - 69356 LYON CEDEX 08**

Nom : Prénom :

N° APBG :

Adresse complète :

Je commandeexemplaire(s) du document « *Phylogénie moléculaire et évolution* » au prix de **73 €** le kit, TTC, plus 11 € de port - Réf. : **K12PHY**.

Je joins : un chèque bancaire à l'ordre de : APBG ou
 un bon de commande de l'établissement (envoi par mail à apbg@orange.fr)

Date :

Signature :

NOUVEAUTÉ

Les fémurs et la bipédie chez les hominidés fossiles

Cette valise pédagogique est composée de quatre fémurs gauches appartenant à un chimpanzé, un Homme, un australopithèque (Lucy, *Australopithecus africanus*) et un représentant des tous premiers *Homo* (*Homo habilis*).



Objectif :

Identifier le mode ou répertoire locomoteur des Hommes fossiles (*Australopithecus afarensis*, *Homo habilis*) à l'aide des caractéristiques morphologiques des fémurs de chimpanzé et de l'Homme actuel, espèces pour lesquelles nous connaissons les modes de déplacements. L'analyse comparative des ces 4 fémurs permettra de mettre en évidence l'émergence des premiers *Homo* avec leur déplacement bipède permanent il y a au moins 1,9 millions d'années (ancienneté du fémur d'*Homo habilis* utilisé ici) et de souligner les dissemblances et ressemblances avec le fémur d'un australopithèque âgé de 3,2 millions d'années, également bipède au sol mais adapté au déplacement dans les arbres.

Bon de commande à retourner à
APBG - BP 8337 - 69356 Lyon cedex 08

Nom : Prénom :

N° Apg :

Adresse complète :
.....

Je commandeexemplaire(s) du document « les fémurs » au prix de 250 € l'exemplaire (prix HT, port non compris - merci de contacter le secrétariat pour connaître le montant du port en fonction de l'adresse de livraison) - Réf. : M19FEM.

Je joins : un chèque bancaire à l'ordre de : APBG ou
 un bon de commande de l'établissement (envoi par mail à apbg@orange.fr)

Date :

Signature :

Créativité, expertise et innovation pédagogiques

Réseau Canopé, opérateur public du ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse, est un acteur de référence dans l'innovation pédagogique, en particulier dans le domaine du numérique éducatif.

Il conçoit et édite des ressources et des services pédagogiques pour accompagner la communauté éducative, et propose notamment une offre complète de formations.

Fort de son maillage territorial, Réseau Canopé diffuse son offre dans ses 101 Ateliers Canopé. Ces espaces pédagogiques de proximité (1 par département) organisent des formations, des ateliers pédagogiques transdisciplinaires, des animations de prise en main de ressources numériques, des conférences, des projections. Les équipes se déplacent également au sein des établissements scolaires, avec des ateliers « Hors les murs ».

L'innovation pédagogique est au cœur des missions de Réseau Canopé afin de comprendre, d'anticiper et d'accompagner la forme scolaire de demain. Chaque produit et chaque service de Réseau Canopé sont conçus par une équipe d'enseignants et d'experts métiers [éditeurs, concepteurs, médiateurs] avec un objectif commun : proposer des outils de qualité aux enseignants.

Réseau Canopé, partenaire historique de l'association, soutient cette année encore les Journées de l'APBG en apportant son savoir-faire

aux enseignants de SVT et de biotechnologies à travers de nombreuses ressources qui leur sont dédiées : mise à disposition gratuite de vidéos autour du corps humain sur la plateforme Corpus, production d'un outil de comparaison de séquences en ligne pour la génétique, Anagène, édition de numéros dédiés de la revue *TDC*, ou encore parution d'ouvrages imprimés pour accompagner les programmes scolaires.

CONTACT

Jean-Marie Panazol
Directeur général

Téléport 1 bâtiment @4
1 avenue du Futuroscope
CS 80158
86961 Futuroscope Cedex
contact@reseau-canope.fr
05 49 49 78 78

POUR EN SAVOIR PLUS

www.reseau-canope.fr



CAMPUS SAINT-GERMAIN-DES-PRÉS
UNIVERSITÉ PARIS-DESCARTES

45, rue des Saints-Pères
75006 Paris