



**Journées nationales**

**APBG**

**Génétique et évolution**

**Ressources et énergie**

**18, 19 et 20 novembre 2016**  
**Université Paris-Descartes**  
**45, rue des Saints-Pères, Paris VI<sup>e</sup>**

**Organisées par l'APBG,**  
**en collaboration avec**  
**le CNRS et l'Inserm**



### **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](http://www.apbg.org)

# *Journées nationales de l'APBG*

## *Génétique et évolution - Ressources et énergie*

**Paris, les 18, 19 et 20 novembre 2016**

Ces deux domaines des bio-géosciences sont en lien avec les problèmes d'actualité tant en ce qui concerne la recherche que les programmes. Les Journées nationales remplissent un rôle de formation continue et de liaison entre l'enseignement secondaire et la Recherche.

Les journées de formation de l'APBG ont 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.

Les Journées nationales de l'APBG représentent pour les enseignants de SVT un temps fort de rencontres entre les praticiens que nous sommes dans l'enseignement secondaire et d'une part la recherche fondamentale et appliquée, les grands organismes de recherche comme le CNRS, l'Inserm..., les Universitaires et d'autre part le monde économique qui assure la mise en œuvre des découvertes et permet leur transfert au niveau de l'enseignement.

Dans le contexte d'évolution de la formation continue officielle, deux éléments sont à souligner, d'une part la diminution drastique de la formation disciplinaire et d'autre part la suppression de certains aspects scientifiques qui font la grandeur et l'honneur de la science française dans les contenus de notre enseignement.

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.

La présence de collègues qui enseignent à l'étranger ou des collègues de l'UE est à souligner. Il est certain que ces rencontres d'automne seront en 2016 de nouveau une réussite pour notre discipline, pour les enseignants de SVT et par eux un apport positif pour nos jeunes lycéens et collégiens.

*Jean Ulysse*  
*coordinateur des Journées*

*Serge Lacassie*  
*Président de l'APBG*

# *Programme des conférences*

*Vendredi 18 novembre*

**9 h - Ouverture des journées**

**Serge Lacassie**, président de l'APBG  
**Frédéric Boccard**, DAS CNRS  
**Jean-Luc Teillaud**, Inserm

**9 h 45 - Une brève histoire de l'Univers**

*Bruno Guiderdoni, astrophysicien (p. 7)*

**11 h - 15 h 15 - Trois implications des sciences météorologiques**

*Catherine Freydier et David Pollack,  
ingénieurs des Travaux de la Météorologie (p. 8)*

**11 h - L'atmosphère, sa composition et ses mouvements**

**14 h - Prévisions météorologiques et projections climatiques**

**15 h 15 - Projections climatiques globales et régionalisation**

**16 h 30 - Évolution : convergence adaptative et vision**

*Guillaume Lecoindre, MNHN (p. 9)*

## ***Samedi 19 novembre***

**9 h - Les micro-algues : évolution et biodiversité, photosynthèse et métabolisme carboné, potentiel pour un futur algo-sourcé**

*Éric Maréchal, Institut Biosciences et biotechnologiques de Grenoble (p. 10)*

**10 h 15 - Pause**

**11 h - Les nouveaux gisements d'hydrogène**

*Bruno Goffé, Centre européen de recherche et d'enseignement en géosciences et en environnement, Aix-en-Provence (p. 12)*

**14 h - Épigénétique**

*Christoph Grunau, enseignant chercheur en épigénétique au laboratoire Écologie et Évolution des Interactions (CNRS, Perpignan) (p. 14)*

**15 h 15 - Pause**

**16 h - Médecine prédictive et génétique**

*Catherine Bourgain, docteure en génétique épidémiologique (p. 16)*

***10 h - 17 h : présentation des matériels, des productions scientifiques et pédagogiques par les éditeurs et les fabricants***

## ***Dimanche 20 novembre***

**9 h - Des différences de sexe en mathématiques, raisonnement et capacités visuo-spatiales ? Étude expérimentale de trois stéréotypes**

*Pascal Huguet, directeur de recherche CNRS (p. 18)*

**10 h 30 - La révolution CRISPR/Cas9 : histoire et applications de la modification ciblée des génomes**

*Érika Brunet, chercheuse en génomique (p. 19)*

**12 h - Conclusion des journées**

*Programme susceptible de modifications*

**Journées nationales apbg 2016**

**Frédéric Boccard**



Frédéric Boccard est Directeur Adjoint Scientifique de l'Institut des Sciences Biologiques du CNRS. Il est spécialiste en Microbiologie Moléculaire. Son travail sur la structuration à grande échelle des chromosomes chez différentes bactéries a révélé de nouvelles facettes des mécanismes utilisés par ces organismes pour organiser et assurer une transmission efficace de leur patrimoine génétique.

**Jean-Luc Teillaud**



Le Docteur Jean-Luc Teillaud est Directeur de Recherche à Inserm. Ses recherches actuelles se concentrent sur l'effet « vaccinal » d'anticorps monoclonaux thérapeutiques tant dans des modèles animaux que pour des patients atteint de cancer aussi bien que sur l'optimisation fonctionnelle d'anticorps thérapeutiques. Notamment il a contribué aux études d'avant-garde sur l'impact de la glycosylation d'anticorps thérapeutiques sur leur activité cytotoxique et sur leur utilisation pour des patients.

### Bruno Guiderdoni



*Bruno Guiderdoni, directeur de recherche au CNRS, est un spécialiste de la formation des galaxies. Il a dirigé l'Observatoire de Lyon de 2005 à 2015, et il est responsable scientifique du Laboratoire d'excellence LIO (Institut Lyonnais des Origines, « Programme Investissements d'Avenir »).*

Depuis sa fondation il y a un siècle, avec la découverte de la relativité générale puis l'observation de l'expansion cosmique, la cosmologie moderne a permis de comprendre que les grandes structures de l'univers, galaxies, étoiles et planètes, étaient le résultat d'une longue évolution cosmique. Dans la théorie standard actuelle, le Big Bang a donné naissance à un espace en expansion, où la matière a pu refroidir et se diluer en moyenne. Toutefois les petites inhomogénéités présentes à l'origine ont été amplifiées par la force gravitationnelle, pour former les galaxies, ces zones de l'univers où le gaz primordial, composé d'hydrogène et d'hélium, se transforme en étoiles qui tirent leur énergie de réactions thermonucléaires forgeant des éléments plus lourds (comme le carbone, l'oxygène, l'azote, le silicium ou le fer). Ce scénario est actuellement testé par les observations des galaxies lointaines qui nous permettent de remonter dans le passé de l'univers (étant donné que la lumière voyage à une vitesse finie).

Toutefois, les astrophysiciens se heurtent à différentes énigmes : quel était l'état de la matière avant le Big Bang ? Quelle est la nature de la matière noire et de l'énergie noire, qui constituent une fraction très importante de l'univers ? D'où viennent les inhomogénéités primordiales qui donneront naissance aux galaxies ? Y a-t-il d'autres « univers » ? Enfin, notre vision de l'univers est désormais révolutionnée par la découverte de nombreuses exoplanètes autour des étoiles proches. Certaines de ces planètes ont la masse de la Terre, et se situent dans la « zone habitable », à la distance de leur étoile permettant l'existence d'eau à l'état liquide. Différents projets sont en cours de conception pour essayer de détecter d'éventuels « biomarqueurs » signalant la présence de vie (élémentaire) sur ces planètes.

### Courte bibliographie

Combes Françoise (sous la direction de), Galaxies et cosmologie, Editions Ellipses, 2009

Barrau Aurélien, Des univers multiples, à l'aube d'une nouvelle cosmologie, Dunod, 2014

Reeves Hubert, Dernières nouvelles du cosmos, Points Sciences, 2014

Encrenaz Thérèse et Lequeux James, Les planètes, la nôtre et les autres, de la Terre aux exoplanètes, EDP, 2010

## L'atmosphère, sa composition et ses mouvements Prévisions météorologiques et projections climatiques

### Projections climatiques globales et régionalisation

Catherine Freydier



- Ingénieur Divisionnaire des Travaux de la Météorologie
- Enseignante à l'Ecole Nationale de la Météorologie, département thématique « Météorologie, Climat et Statistique »

Diplômes :

- Ingénieur des Travaux de la Météorologie, 1990
- DEA Océanographie et Météorologie, Université Paris VI, 1991

David Pollack



- Ingénieur des Travaux de la Météorologie
- Responsable du département thématique « Météorologie, Climat et Statistique » à l'Ecole Nationale de la Météorologie

Diplôme :

- Ingénieur des Travaux de la Météorologie, 1998

La conférence, d'une durée totale de trois heures, abordera des sujets divers organisés en trois grandes thématiques.

Nous commencerons par une description de l'atmosphère terrestre : les différents gaz qui la composent (et l'accent sera mis sur les gaz à effet de serre, l'ozone d'altitude, et la vapeur d'eau), et les champs moyens de température, pression, vent et précipitations. Nous tenterons d'apporter une réponse aussi simple que possible à cette question importante : « pourquoi du vent ? ».

Nous aborderons ensuite une thématique complexe et fascinante, en introduisant simplement (sans équations) la notion de chaos, familière auprès du grand public sous le nom « d'effet papillon » : en effet, l'évolution de l'atmosphère est d'une sensibilité extrême envers les conditions initiales. Nous verrons aussi que derrière le chaos, un ordre se dessine.

La conférence se terminera par une thématique cruciale pour notre planète, celle de l'évolution du climat. Avant de nous tourner vers l'avenir, nous commencerons par décrire les évolutions passées du climat, sur les 800 000 dernières années. Puis nous présenterons le résultat des projections climatiques, en nous basant sur les derniers scénarios du GIEC 2013-2014.



## Évolution : convergence adaptative et vision

### Guillaume Lecointre



*Guillaume Lecointre est enseignant-chercheur (UMR 7205), zoologiste, systématicien, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle où il dirige le département de recherche « Systématique et évolution ». En 2015 il avait publié 113 publications professionnelles (indice h 34) et 16 livres. Ses recherches portent sur la phylogénie et la systématique des poissons téléostéens, tant à partir de données moléculaires qu'anatomiques. Son terrain de zoologiste est le plateau continental antarctique. Ses activités de diffusion des connaissances sont très significatives ; il a notamment tenu durant dix ans la rubrique scientifique hebdomadaire de Charlie Hebdo. Il est double Lauréat de la Société Zoologique de France (1996, 2006), Prix national 2009 du Comité Laïcité République, Prix 2012 de l'Union Rationaliste, chevalier de la légion d'honneur.*

La convergence évolutive est souvent qualifiée de « processus ». Nous montrerons que la convergence n'est nullement un processus original de l'évolution, mais qu'elle a davantage rapport au concept d'homologie. Du point de vue plus matériel que conceptuel, elle est le fruit de l'adaptation tout à fait compréhensible en mobilisant les notions de sélection naturelle et de fonction, notions qui seront mises en lien. Enfin, contrairement à ce qui se dit chez certains publics, la convergence n'est nullement antinomique de la notion de hasard.

### Courte bibliographie

Lecointre, G. Les embrouilles de l'évolution. p. 72-73, espèces n°18, décembre 2015

Lecointre, G. (dir). Guide Critique de l'évolution. Belin, 2009

Hems, T., Huneman, P., Lecointre, G. & Silberstein, M. (Dir.) Les Mondes Darwiniens. Tomes I & II. Materiologiques.com, Seconde édition, 2011

## Les micro-algues : évolution et biodiversité, photosynthèse et métabolisme carboné, potentiel pour un futur algo-sourcé

Éric Maréchal



*Directeur de recherche au CNRS, agrégé de Sciences naturelles, responsable d'équipe au Laboratoire de physiologie cellulaire végétale à Grenoble, et président de la section Biologie végétale intégrative du Comité national de la recherche scientifique. Il s'intéresse au métabolisme des lipides chez les organismes photosynthétiques, microalgues et plantes terrestres, articulant recherches fondamentale et appliquée.*

Un défi pour les prochaines décennies est de réussir à proposer une alternative économiquement viable aux énergies fossiles (en particulier le pétrole). Le diagnostic n'est pas nouveau et des espoirs sont nourris sur les biocarburants dérivés des algues. Celles-ci semblent en effet idéales : à la différence des plantes oléagineuses, leur culture n'entre pas en concurrence avec des surfaces agricoles dédiées à l'alimentation. Elles sont abondantes dans les écosystèmes marins et ont une diversité biologique qui permet d'envisager une sélection variétale. Elles sont cultivables dans l'eau et fixent le CO<sub>2</sub> par la photosynthèse, intégrant le carbone dans des molécules organiques riches en énergie. De ce fait, alors que la combustion de pétrole émet dans l'atmosphère du CO<sub>2</sub> piégé il y a plusieurs millions d'années, ce qui enrichit l'atmosphère en carbone, la combustion d'un biocarburant d'origine algale n'émet en théorie pas plus de CO<sub>2</sub> que ce qui a été capturé par la photosynthèse. Ce CO<sub>2</sub> peut provenir d'industries émettrices, ce qui permet d'envisager des procédés de recapture du gaz carbonique. Produire en masse des micro-algues, riches en molécules qui puissent se substituer aux hydrocarbures fossiles, nous doterait d'une solution durable, sans les impacts néfastes liés à l'usage du pétrole.

Une limite est notre connaissance très pauvre de ces micro-algues. Elles correspondent au phytoplancton, terme commun pour désigner les organismes unicellulaires effectuant la photosynthèse oxygénée et vivant dans la zone photique des océans, avec certains groupes également présents dans les eaux douces et les écosystèmes terrestres. On estime que le phytoplancton comprend des dizaines de milliers d'espèces, allant des procaryotes photosynthétiques (cyanobactéries), aux algues stricto sensu (c'est-à-dire les « endosymbiontes primaires » contenant un chloroplaste limité par deux membranes) et enfin les protistes photosynthétiques (toutes sortes d'« endosymbiontes secondaires », contenant un plaste secondaire). Ces organismes se caractérisent par une extraordinaire complexification et sophistication, en restant unicellulaires. La présentation donnera une vision de cette évolution de la compartimentation cellulaire, et ce que cela implique au niveau des glycérolipides qui composent la matrice des membranes biologiques et constituent aussi les huiles. Nous garderons à l'esprit que le potentiel des microalgues ne se cantonne pas à servir de ressource pour les énergies renouvelables. Les microalgues peuvent en effet être exploitées pour des applications

allant de la nutrition aux applications en santé humaine et à la chimie verte. Les algo-technologies et algo-industries sont à mettre en place avec le niveau d'intégration que nous connaissons pour l'agriculture et les industries qui en dépendent. Cette diversité d'applications a motivé le lancement de nombreux programmes de R&D qui nous oblige à avoir une vision d'ensemble. La constitution de filières industrielles, intégrant énergies et autres domaines applicatifs sera donc aussi abordée.

### **Courte bibliographie**

Petroutsos D, Amiar S, Abida H, Dolch LJ, Bastien O, Rébeillé F, Jouhet J, Falconet D, Block MA, McFadden GI, Bowler C, Botté C and Maréchal E (2014) Evolution of galactoglycerolipid biosynthetic pathways. From cyanobacteria to primary plastids and from primary to secondary plastids. *Progress in Lipid Research*, 2014, 54C: 68-85

Maréchal E (2015) Carburants à base d'algues oléagineuses - Principes, filières, verrous. In *Techniques de l'Ingénieur*. IN 186, 2015, 1-19

Site du laboratoire : <http://big.cea.fr/drf/big/PCV/LiPMB>

## Hydrogène natif, une curiosité scientifique ou un enjeu pour l'énergie ?

**Bruno Goffé**



*Bruno Goffé, Directeur de recherche émérite au CNRS, Aix-Marseille Université, géologue minéralogiste, est auteur de plus de 230 publications avec plusieurs brevets.*

Dans de nombreux documents ou rapports de prospective sur l'énergie, il est encore souvent écrit que l'hydrogène n'existe pas à l'état naturel. Ces affirmations sous-entendent qu'il n'existe pas de source concentrée en hydrogène libre sur Terre (la teneur en H<sub>2</sub> libre est de 0,55 ppm dans l'atmosphère). En fait, il existe bien des émanations naturelles focalisées de di-hydrogène, soit à la surface des continents, soit dans les fonds marins le long de rides océaniques liées à la tectonique des plaques, au niveau desquelles des matériaux d'origine profonde entrent en contact avec l'océan. Cette production naturelle résulte de l'interaction de l'eau avec des roches du manteau terrestre qui, ou bien ont été exhumées sur les continents lors de la formation des chaînes de montagne, ou bien affleurent dans les fonds marins par l'écartement progressif des plaques océaniques.

La conférence présentera l'état des connaissances sur ce sujet et évaluera la possibilité d'en faire une nouvelle source d'énergie soit par une exploitation directe de la ressource naturelle, soit par sa reproduction artificielle à l'échelle industrielle.

### **Courte bibliographie**

Charlou Jean Luc, Hydrates de gaz et hydrogène : ressources de la mer du futur  
[http://culturesciences.chimie.ens.fr/nodeimages/images/Chimie\\_Mer\\_Chap3Partie2.pdf](http://culturesciences.chimie.ens.fr/nodeimages/images/Chimie_Mer_Chap3Partie2.pdf)

Deville Eric *et al* 2014 Hydrogène naturel : une nouvelle source d'énergie ?  
<http://www.ifp-school.com/upload/docs/application/pdf/2014-12/presentation-e-deville-12mai2014.pdf>

Marcaillou Clément, 2011, Serpentinisation et production d'hydrogène en contexte de dorsale lente : approche expérimentale et numérique. Géochimie. Université de Grenoble,  
<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00676948/document>

Malvoisin Benjamin. 2013 Conditions réductrices associées à la serpentinisation : suivi magnétique de l'hydratation de l'olivine de San Carlos, étude de cas naturels et application à la production industrielle d'H<sub>2</sub>. Sciences de la Terre. Université de Grenoble  
[https://tel.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/934238/file-name/33513\\_MALVOISIN\\_2013\\_archivage.pdf](https://tel.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/934238/file-name/33513_MALVOISIN_2013_archivage.pdf)



## Christoph Grunau



*Professeur d'université à Perpignan et responsable du groupe « Ecologie et Evolution des Interactions » dans l'unité « Interactions Hôtes Pathogènes Environnement ». Il travaille sur l'interrelation entre information génétique, information épigénétique et environnement, et son importance pour l'évolution rapide. Il est également responsable de réseau CNRS « Epigénétique en Ecologie et Evolution » (RTP3E).*

L'immensité de l'information disponible dans les génomes peut être symbolisée par les lignes de texte d'une collection de livre. Même dans les bibliothèques les plus modestes, une organisation s'impose rapidement pour permettre à tout un chacun de trouver facilement une œuvre, un poème ou une illustration. L'épigénétique, littéralement « en plus » de la génétique, sert à organiser l'information génétique sous-jacente. La séquence de lettres, est rendue accessible, intelligible, par l'organisation de celle-ci. En revanche, une bibliothèque sans livre n'existe pas et serait une coquille vide, sans raison d'être. Comme une bibliothèque est liée aux livres, l'épigénome est lié obligatoirement à la présence d'un génome. Une erreur ou une modification de l'étiquetage rendrait un livre complètement introuvable, l'information génétique serait encore présente mais inexploitable pour les cellules dans un organisme.

La cellule se sert de nombreuses marques (modifications chimiques) dont elle affuble l'ADN ou les histones. Ceci permet d'augmenter la lisibilité et la lecture du texte (l'ADN) devient fluide et efficace. De plus, et sans modification du texte, la cellule se permet d'ajouter des remarques sous forme des changements chimiques: une acétylation des histones ici pour les parties les plus souvent utilisées, des méthylations de l'ADN là pour masquer des informations obsolètes ou même dangereuses comme par exemple des éléments transposables. Par conséquent le texte va changer de visage, il devient unique et va garder les traces de son passé sans que la suite de lettres n'est jamais été modifiée. Vous fumez ? Vous mangez mal ? Votre environnement y compris social est toxique ? Votre ADN reste intact (ou presque) mais votre information épigénétique change et peut impacter l'état de votre santé aujourd'hui ou demain.

En médecine, notamment en cancérologie, l'utilisation des marques épigénétiques est en train d'enrichir considérablement les moyens de diagnostics et de thérapies. Non content d'impacter l'épigénome au sein d'une génération, l'environnement parental peut également changer l'épigénome de la progéniture et donc véhiculer des effets parentaux et grand-parentaux : les effets environnementaux deviennent potentiellement héréditaires.

Nous commençons tout juste à évaluer le potentiel évolutif et les bénéfices adaptatifs que peuvent donner les marques épigénétiques aux espèces. Dans le passé, les modifications de l'information génétique étaient considérées comme seule source de variation du phénotype d'un organisme. Ce regard évolue car nous savons aujourd'hui qu'une quantité considérable de changements phénotypiques sont le résultat de modifications épigénétiques.

Certains de ces phénotypes augmentent le « fitness » autrement dit, ils peuvent être adaptatifs. Incontestablement, l'épigénétique a donc le potentiel de contribuer à l'évolution des organismes. Il reste à découvrir quels sont les poids relatifs de l'information génétique et épigénétique dans le processus de l'évolution adaptative.

### **Courte bibliographie**

Jablonka E. & Lamb M., Epigenetic Inheritance and Evolution : The Lamarckian Dimension. Oxford University Press, 1999

Képès F., L'épigénétique comme aspect de la postgénomique. MEDECINE/SCIENCES (2005) ; 21 : 371-6

Danchin E., *et al*, Beyond DNA: integrating inclusive inheritance into an extended theory of evolution. Nat. Rev. Genet. (2011);12, 475-486 :  
<http://www.nature.com/nrg/journal/v12/n7/full/nrg3028.html>

Bonduriansky R., Rethinking heredity, again. Trends Ecol Evol (2012); 27, 330-336 :  
[http://ac.els-cdn.com/S0169534712000493/1-s2.0-S0169534712000493-main.pdf?\\_tid=e651545e-26e5-11e4-bc92-00000aacb360&acdnat=1408373138\\_8cdb2257c4f2df9278aab18def46e99a](http://ac.els-cdn.com/S0169534712000493/1-s2.0-S0169534712000493-main.pdf?_tid=e651545e-26e5-11e4-bc92-00000aacb360&acdnat=1408373138_8cdb2257c4f2df9278aab18def46e99a)

Germain M., La peur en héritage. La Recherche (Janvier 2015); 495 : 50-2

David Allis C. , Epigenetics Cold Spring Harbor Laboratory press, 2015  
RTP « Epigénétique en Ecologie et Evolution » (RTP3E) : [http://www.cnrs.fr/inee/recherche/action-sincitatives-RTP-Epigenetique\\_en\\_ecologie\\_et%20evolution.htm](http://www.cnrs.fr/inee/recherche/action-sincitatives-RTP-Epigenetique_en_ecologie_et%20evolution.htm)  
<http://rtp-3e.wix.com/rt3e>

### Catherine Bourgain



*Après une quinzaine d'années consacrées au développement de méthodes d'analyse statistique pour étudier la composante génétique des maladies humaines, Catherine Bourgain s'est tournée vers les sciences sociales. Elle étudie aujourd'hui la façon dont la génomique transforme les pratiques cliniques, fait bouger les limites entre soin et recherche et fragilise les régulations en place. Chargée de recherche à l'Inserm (CERMES3), elle est également membre du Comité d'Éthique de l'Inserm.*

Médecine de précision, prédictive, personnalisée ou encore génomique, les qualificatifs ne manquent pas pour désigner cette « médecine du futur », sensée permettre d'adapter les traitements à la constitution biologique de chaque patient et de prédire les maux dont nous souffrirons un jour.

Historiquement, c'est l'industrie pharmaceutique qui a la première introduit le concept de médecine personnalisée dans les années 90. Il s'agit alors d'identifier des caractéristiques biologiques permettant de distinguer des sous-groupes de patients répondant plus nettement à un traitement. L'enjeu est important. L'industrie traverse une crise de l'innovation importante et cette stratification doit permettre de la surmonter. En parallèle, les technologies d'analyse de l'ADN connaissent des évolutions technologiques majeures. Dans la foulée du séquençage du génome humain, une nouvelle industrie a vu le jour et contribue activement à améliorer les capacités de caractérisation biochimique des génomes. Rares sont les maladies qui ne font pas l'objet de recherches pour caractériser leur composante génétique. La pratique des tests génétiques sort du domaine des maladies rares et du cadre fixé par les généticiens médicaux, pour concerner un nombre croissant de maladies fréquentes (maladies cardiovasculaires, auto-immunes, cancers). Des services de tests génétiques en libre accès sur internet se développent même dans les pays où la législation le permet. Les enjeux économiques associés à ces développements deviennent majeurs et les pouvoirs publics s'emparent de ces questions. La médecine génomique devient un concept pour l'organisation de politiques de santé publique dont les impacts sur le développement économique sont regardés de près.

En près de 20 ans, la médecine personnalisée est ainsi devenue une réalité scientifique, médicale, économique et politique. Au cours de cette présentation, je commencerai par revenir sur quelques épisodes marquants de cette histoire récente de la médecine personnalisée. Je dresserai ensuite un rapide état des connaissances scientifiques, avant de présenter quelques exemples illustrant la diversité des pratiques cliniques pouvant s'inscrire dans ce champ médical et des questions qu'elle soulève.



## **Courte bibliographie**

Bateman Simone, Médecine personnalisée Un concept flou, des pratiques diversifiées médecine/sciences 2014 ; 30 (hors série n° 2) : 8-13

Bourgain Catherine, Génomique, de la recherche à la clinique Questions autour d'un changement de perspective. Médecine/sciences 2014 ; 30 (hors série n° 2) : 14-17

Levy Y., 2016. Plan France Génomique 2025. Rapport au Premier Ministre.  
<http://presse.inserm.fr/wp-content/uploads/2016/06/Plan-France-me%CC%81decine-ge%CC%81nomique-2025.pdf>

OPECST, 2014. Les progrès de la génétique : vers une médecine de précision ?

Billaud M. et Guchet X. L'invention de la médecine personnalisée. Entre mutations technologiques et utopie. Med Sci (Paris) 2015 ; 31 : 797–803

## Des différences de sexe en mathématiques, raisonnement et capacités visuo-spatiales ? Étude expérimentale de trois stéréotypes

Pascal Huguet



*Pascal Huguet, Directeur de Recherche (DR1) au CNRS, a créé et dirigé la Fédération de Recherche CNRS 3C (FR3512 « Comportement-Cerveau-Cognition » 2010-2015, co-dir T. Hasbroucq) à l'Université d'Aix-Marseille, et dirige actuellement le Laboratoire de Psychologie Sociale et Cognitive (UMR CNRS 6024) sur le site Carnot de l'Université Clermont-Auvergne (UCA). Ses recherches portent sur la régulation sociale des fonctionnements cognitifs, en particulier les influences liées à la présence des congénères (humains et primates non humains), à la mémoire autobiographique, aux processus de comparaison sociale, et aux stéréotypes sociaux en rapport avec le genre (en mathématiques et en matière de raisonnement et de capacités visuo-spatiales), ou liés au vieillissement cognitif (en matière de capacités mnésiques et de fonctions exécutives).*

Encore bien vivante dans toutes les sociétés d'Europe de l'ouest et d'amérique du nord (et d'autres encore), l'idée d'une infériorité inArinsèque des femmes en mathématiques, en matière de capacités visuo-spatiales et plus largement dans le domaine du raisonnement logique est également soutenue par une partie de la littérature scientifique (via notamment l'hypothèse d'une supériorité masculine liée à une exposition pré-natale à la testostérone). Cette idée cependant se heurte aux travaux des sciences du comportement qui indiquent le rôle déterminant des stéréotypes de genre dans l'expression même des différences évoquées à l'appui d'une supériorité masculine par hypothèse biologiquement fondée.

Plusieurs études montrent que ces différences apparaissent ou disparaissent – voire même s'inversent (!) – selon que les instructions fournies au moment du test sont ou non propices à l'activation de certains stéréotypes défavorables aux femmes dans les registres considérés. Nous montrons ce phénomène à la fois chez des enfants en situation scolaire et chez de jeunes adultes ingénieurs ou issus de classes préparatoires option mathématiques dont la réussite dans les domaines stéréotypés est évidente mais qui demeurent vulnérables aux stéréotypes en question.

Ces résultats, et d'autres encore obtenus avec des jumeaux dizygotes, non seulement contribuent à falsifier l'hypothèse d'une supériorité masculine dans les trois registres considérés, mais apportent aussi un nouvel éclairage s'agissant de la désaffection persistante des filles pour les filières scientifiques et techniques.

## La révolution CRISPR/Cas9 : histoire et applications de la modification ciblée des génomes

Érika Brunet



*Chargée de Recherche Inserm en génomique et biologie cellulaire au Laboratoire Dynamique du Génome et Système Immunitaire à la fondation Imagine. Spécialiste des méthodes de ciblage du génome (comme les « ciseaux génétiques » CRISPR/Cas9), elle étudie les mécanismes de remaniements du génome impliqués dans de nombreux cancers et maladies génétiques.*

Avec le développement de nouvelles technologies pour cibler les génomes, il est dorénavant possible de modifier « à sa guise » l'information génétique de nombreux organismes. Ainsi l'utilisation des CRISPR/Cas9, découverts en 2012, permet de couper spécifiquement l'ADN à un endroit donné du génome et de la cellule. La cellule en utilisant ses propres protéines pour réparer la cassure va parfois modifier son génome à l'endroit choisi. Le type de modification peut être contrôlé en introduisant par exemple un nouveau morceau d'ADN à la cassure.

L'utilisation grandissante de ces « bistouris génétiques » ouvre la voie à de nombreuses applications. Ceux-ci peuvent être utilisés pour corriger les génomes afin de permettre aux chercheurs de mieux comprendre l'action de certains gènes et les conséquences de mutations génétiques particulières mais aussi plus directement à des fins thérapeutiques pour «réparer» le génome humain. Cette révolution moléculaire sans précédent pose également des questions éthiques sur la modification d'organismes et de cellules germinales qui seront discutées.

### Courte bibliographie

Jinek M1, Chylinski K, Fonfara I, Hauer M, Doudna JA, Charpentier E, A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity, *Science*, 2012

Hille Frank and Charpentier Emmanuelle, CRISPR-Cas : biology, mechanisms and relevance, *Phil. Trans. R. Soc. B*, 2016

Pennisi Elizabeth, The CRISPR Craze, *Science* 23 Aug 2013

Casane Didier et Laurenti Patrick, Le cas CRISPR, mutations « ready-made » et évolution lamarckienne d'un système immunitaire adaptatif, *Med Sci (Paris)* 2016

# Des kits APBG pour les programmes de TS, spécialité, 1<sup>re</sup> S et MPS

Recherche de molécules étrangères antigéniques (dosage de type ELISA)

TS 2013



**Dosage à 2 sites de  $\beta$ -lactoglobuline bovine grâce à 2 anticorps monoclonaux dirigés contre 2 épitopes différents.**  
Mise en œuvre simple et très fiable.  
Lecture des résultats au cours de la séance.

- Les kits contiennent :
- barrettes de 8 puits avec l'anticorps de capture
  - anticorps lyophilisés couplés à l'enzyme (acétylcholinestérase)
  - $\beta$ -lactoglobuline en quantité connue (démoin) - réactif d'Ellman lyophilisé
  - 1 notice complète avec protocole et suggestions pédagogiques.

Kit pour TP de 2 classes (24 barrettes) - réf. K07DIL - prix : 97 € TTC, port compris  
Kit pour TP de 1 classe (12 barrettes) - réf. K06ELI - prix : 57 € TTC, port compris  
ATTENTION : indiquer sur la commande la date prévue de vos TP

Recherche de molécules étrangères antigéniques (dosage de type ELISA)

CEA - Bertrin-pharma - APBG

Empreintes et diagnostic génétiques

École de l'ADN - APBG

MPS

SL

Le kit ADN entier

Ce kit permet de réaliser la totalité de la démarche : hydrolyse de l'ADN par des enzymes de restriction, puis séparation par électrophorèse. Il permet soit le diagnostic d'une pathologie génétique soit la comparaison des empreintes génétiques de trois suspects.

Kit avec 4 ADN et 2 enzymes de restriction ou endonucléases, 1 solution tampon 10X, 1 marqueur de taille, 1 lampon de charge et 1 notice technique explicative.

réf. K05EDG - prix : 137 € + 11 € de port, TTC  
Kit pour 50 tests\* (ou 200 avec FlashGel Système)

KIT ADN hydrolysés pour les empreintes génétiques  
Ce kit permet de réaliser une partie de la démarche, avec des ADN hydrolysés prêts à être séparés par électrophorèse pour obtenir les empreintes génétiques de trois suspects avec 4 ADN hydrolysés, un marqueur de taille et une notice technique explicative ;  
kit de 20 tests\* (ou 80 avec FlashGel Système) réf. K06EDI - prix : 72 € + 11 € de port, TTC

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 ».

Il comprend 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.  
Kit de 20 tests\* (ou 80 avec FlashGel Système) réf. K12PHY - prix : 72 € + 11 € de port, TTC

École de l'ADN - APBG

TS 2013



Génome des plantes cultivées et biodiversité

Le kit correspond à la phase expérimentale d'un TP à placer dans un raisonnement scientifique à propos d'une partie du nouveau programme spécifique de SVT de TS : « Il s'agit de montrer que l'Homme agit sur le génome des plantes cultivées et donc intervient sur la biodiversité végétale ». Il permet de mettre en évidence une différence génétique, par une électrophorèse sur 2 fragments d'ADN de vigne, amplifiés par PCR. Un provenant d'une plante sensible à la maladie et l'autre d'une plante résistante. Les deux ADN sont prêts à être déposés sur gel pour être comparés par électrophorèse. Les réactifs ne présentent pas de caractère dangereux, toxique ou pathogène.

Kit de 20 tests\* (ou 80 avec FlashGel Système) réf. K12PLA - prix : 72 € + 11 € de port, TTC

(\*) 1 test = 1 dépôt pour chaque échantillon, soit 2 dépôts d'ADN pour K12PLA et 4 dépôts d'ADN pour les autres kits

à l'adresse de la commande

- Prévoir 3 à 4 semaines entre la réception de la commande et la livraison.  
- indiquer sur la commande la date prévue de vos TP.  
- ajouter 1 seule fois par commande 11 € (TTC) de port : pour les envois en France Métropolitaine (colissimo), pour les envois dans TOM-DOM et l'étranger (nous consulter).

KIT ADN hydrolysés pour le diagnostic de pathologie génétique  
Ce kit permet de réaliser une partie de la démarche, avec des ADN hydrolysés prêts à être séparés par électrophorèse pour réaliser un diagnostic d'une pathologie génétique avec des ADN sains et pathologiques hydrolysés par 2 enzymes différentes, un marqueur de taille et une notice technique explicative.  
kit de 20 tests\* (ou 80 avec FlashGel Système) réf. K06ED2 - prix : 72 € + 11 € de port, TTC

FlashGel® Système pour ADN

- Le FlashGel® Dock permet la séparation par migration des fragments d'ADN.  
- Les FlashGel® Cassettes (prêtes à l'emploi) utilisables avec le FlashGel® Dock (uniquement) contiennent le gel d'agarose avec 13 puits de migration (de 5  $\mu$ l).  
La migration est directement observable en 4 à 8 minutes, permettant une exploitation complète des résultats dans une séance de TP.



NB : • l'appareil doit être branché sur une alimentation en courant continu comme les autres cuves d'électrophorèse (160 à 300 volts et 20 à 50 mA)  
• possibilité de faire 2 migrations successives sur une même cassette  
• limite d'utilisation des cassettes : 3 mois  
• pour l'ADN, voir les kits pages II et III

FlashGel® Dock - réf. K07DOCK - prix : 590 € TTC, port compris

Lot de 2 FlashGel® Cassettes - réf. K07CA2 - prix : 43 € + 11 € de port, TTC  
Lot de 4 FlashGel® Cassettes - réf. K07CA4 - prix : 72 € + 11 € de port, TTC

ATTENTION : indiquer la date prévue de vos TP sur la commande  
Si vous commandez des kits de l'École de l'ADN p. II, p. III et p. IV n'ajoutez qu'une seule fois 11 € de port par commande.

Attention : pour tous les kits « ADN », les gels d'agarose et le colorant pour ADN, nécessaires à l'électrophorèse ne sont pas fournis, mais ils sont livrés avec le système FlashGel qui utilise des cassettes de gel prêtes à l'emploi.

Le catalogue complet et le bon de commande sont sur le site APBG : <http://www.apbg.org/notre-boutique/catalogue/>

Voir à la page produits : <http://www.apbg.org/notre-boutique/>

