

Mathématiques

Le prix Abel 2011
attribué à John Milnor

Le prix Abel, de l'Académie norvégienne des sciences et des lettres, récompense chaque année depuis 2003 un mathématicien. Il se veut l'équivalent du prix Nobel pour les mathématiques (les médailles Fields, décernées tous les quatre ans, sont réservées à des mathématiciens âgés de moins de 40 ans). Cette année, c'est l'Américain John Milnor, de l'Université de Stony Brook, qui est distingué pour « ses découvertes pionnières en topologie, géométrie et algèbre ».

Beaucoup de ses travaux concernent la topologie et la géométrie des « variétés ». Une variété de dimension n est un objet mathématique qui, au voisinage de chaque point, peut être assimilé à un espace euclidien de dimension n (espace noté $\mathbb{R}^n$). Ainsi, une surface ordinaire constitue une variété de dimension deux, plongée dans l'espace de dimension trois. Mais on peut aussi concevoir des variétés de dimension 2, 3 ou n sans qu'il y ait un espace de dimension supérieure où la variété est plongée. Une variété fondamentale est la sphère de dimension n ; par exemple, la sphère unité de dimension trois est l'ensemble des points de coordonnées

(x_1, x_2, x_3, x_4) vérifiant $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 = 1$; il n'y a que trois coordonnées indépendantes, et c'est pourquoi la dimension de la variété est trois.

En 1956, en étudiant la sphère de dimension sept, J. Milnor a découvert un objet mathématique exotique : une variété qui est homéomorphe à la sphère de dimension sept, mais qui ne lui est pas difféomorphe, situation inexistante en dimension inférieure et qui était très inattendue. En termes moins techniques, cela signifie que cette variété peut être transformée continûment (sans déchirures) en une sphère, mais que la transformation comporte nécessairement des changements brutaux (la transformation n'est pas différentiable).

« La découverte de J. Milnor a ouvert un nouveau chapitre des mathématiques, la topologie différentielle en grande dimension », souligne Valentin Poenaru, mathématicien de l'Université Paris-Sud et spécialiste du domaine. Depuis, J. Milnor a montré avec le mathématicien français Michel Kervaire (décédé en 2007) que la sphère de dimension sept a 28 structures différentiables distinctes, que ce nombre est égal à 2 en dimension huit, à 8 en dimension neuf, à 6 en dimension dix, à 992 en dimension 11, etc. Cette suite de nombres est reliée à d'autres phénomènes topologiques ainsi qu'à certains domaines de la théorie des nombres.

Ces travaux et bien d'autres, qui portent sur la topologie algébrique (propriétés de la sphère, des nœuds...), sur l'algèbre (rythme de croissance d'un groupe engendré par concaténation d'un nombre fini d'éléments), sur la dynamique holomorphe (étude de l'itération d'applications définies sur les nombres complexes), etc., font de J. Milnor l'un des grands mathématiciens du XX^e siècle.



John Willard Milnor est âgé de 80 ans. Une médaille Fields lui a été décernée en 1962.

→ M. M.

<http://www.abelprisen.no/en/prisvinnere/2011/>



Ligue
Européenne
Contre la
Maladie d'Alzheimer



APPEL A CANDIDATURE POUR DES BOURSES POUR LA RECHERCHE BIOMEDICALE ET CLINIQUE FONDAMENTALE SUR LA MALADIE D'ALZHEIMER

La Ligue Européenne Contre la Maladie d'Alzheimer (LECMA) octroie des bourses pour la recherche scientifique sur la maladie d'Alzheimer destinées aux scientifiques d'institutions et universités françaises.

Les demandes de **bourse standard** sont acceptées à concurrence de 80 000 € pour deux ans avec un maximum de 40 000 € par an.

Les demandes de **bourse pour des projets pilotes** par de jeunes chercheurs sont acceptées à concurrence de 40 000 € pour deux ans avec un maximum de 20 000 € par an. Seuls les chercheurs avec une thèse de Sciences achevée au plus tard en novembre 2011 et ayant un maximum de 6 ans d'expérience en recherche scientifique sont éligibles.

Les candidatures pour des projets franco-allemands et franco-hollandais peuvent être déposées par des chercheurs en France, en Allemagne ou aux Pays-Bas. La valeur ajoutée de ces projets coopératifs doit être significative dans le domaine de recherche proposé. Les dossiers de candidature peuvent être envoyés à LECMA ou aux associations partenaires allemande ou hollandaise.

Les subventions accordées seront mises à disposition à partir de novembre 2011.

La date limite d'envoi des lettres d'intention est le **14 mars 2011**. Elles doivent être rédigées en anglais et envoyées à : e.wiese@alzheimer-research.eu. Un original et une copie doivent être envoyés à : Ligue Européenne Contre la Maladie d'Alzheimer 94 rue La Fayette, 75010 Paris.

Des informations complémentaires et le formulaire de lettre d'intention sont accessibles sur :

www.maladiealzheimer.fr

Pour toute question, merci de contacter le Dr Ellen Wiese, PhD (coordinatrice scientifique internationale) au :

+ 49-211-86-20-66-21

ou par email :

e.wiese@alzheimer-research.eu

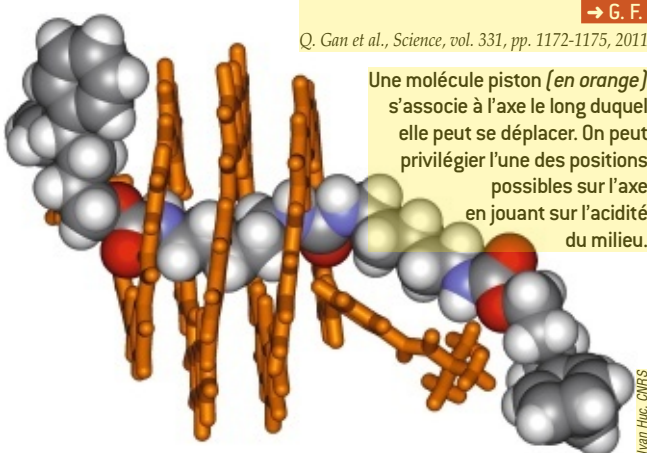
Depuis sa création en 2005, LECMA a financé 21 programmes de recherche pour un montant total de plus de 1,2 million d'euros.

Nanosciences

Un piston lilliputien

Un moteur peut transformer l'énergie chimique en énergie mécanique. L'équipe d'Ivan Huc, à l'Université de Bordeaux, et ses collègues chinois ont créé sur ce principe un piston moléculaire. Une molécule en forme d'hélice s'enroule autour d'un axe, une chaîne carbonée portant des atomes d'azote et dont les extrémités volumineuses bloquent la molécule hélicoïdale – le piston. Le couple, consolidé par des liaisons hydrogène, s'assemble spontanément dans les conditions expérimentales mises au point par ces chimistes. Le moteur assemblé, encore fallait-il l'actionner, ce qui a été obtenu en modifiant l'acidité du milieu. L'axe porte deux régions où le piston peut s'ancrer grâce à des liaisons hydrogène. Quand le milieu devient plus acide, une position acquiert une charge positive : le piston ne peut plus s'y fixer et se déplace vers l'autre site, neutre, distant d'environ un nanomètre (le moteur moléculaire mesure environ trois nanomètres). On peut imaginer des applications pour ce système : mis en série, ces moteurs se comprimeraient simultanément, offrant un équivalent de la contraction musculaire.

→ G. F.

Q. Gan et al., *Science*, vol. 331, pp. 1172-1175, 2011

Chimie

Manuscrits et oxygène

Utilisées du Moyen Âge au début du XX^e siècle pour l'écriture, les encres ferrogalliques altèrent le papier, qui devient brun et cassant au fil du temps : ses fibres de cellulose se rompent. Des chimistes du Centre de recherche sur la conservation des collections (MNHN/CNRS/MCC), à Paris, et de l'Université d'Anvers se sont interrogés sur la cause de cette dégradation. Est-elle due à l'hydrolyse de la cellulose, favorisée par l'humidité et l'acidité de l'encre, ou à son oxydation, provoquée par l'oxygène ambiant et exacerbée par la présence d'ions ferreux (Fe^{2+}) dans l'encre ?

En mesurant le degré de polymérisation de la cellulose – un indicateur de la longueur moyenne des molécules – sur des papiers modèles placés sous diverses conditions d'humidité et d'oxygénation, les chercheurs ont montré que la dégradation est seulement corrélée à la présence d'oxygène : les molécules de cellulose sont moins coupées quand la teneur en oxygène est inférieure à 0,1 pour cent. Reste à préciser le seuil d'oxygène au-dessous duquel la dégradation du papier peut être stoppée.

→ M.-N. C.

V. Rouchon et al., *Analytical Chemistry*, vol. 83 (7), pp. 2589-2597, 2011

Biophysique

Modéliser le fonctionnement d'une cellule

Et si les lois qui gouvernent les mécanismes cellulaires étaient plus simples qu'on ne le pensait ? Pourrait-on décrire le fonctionnement d'une cellule vivante en utilisant des lois de la physique ne faisant intervenir que des grandeurs électromagnétiques ? Ce pari repose sur le fait que la plupart des mécanismes à l'œuvre dans une cellule font intervenir des échanges de particules chargées. L'hypothèse a été discutée lors d'une rencontre tenue en mars 2011 à l'École polytechnique, à l'instigation de Laurent Schwartz, cancérologue à l'Hôpital universitaire Pitié-Salpêtrière.

Un pas dans cette voie a en effet été franchi par son équipe, qui associe mathématiciens, biologistes, biophysiciens et médecins. Elle a conçu un nouveau modèle électrophysiologique des cellules eucaryotes, c'est-à-dire celles dotées d'un noyau. Un système d'équations différentielles y décrit les relations entre le potentiel transmembranaire (la différence de potentiel électrique qui règne de part et d'autre de la membrane cellulaire), les flux d'ions à travers cette membrane et le volume de la cellule.

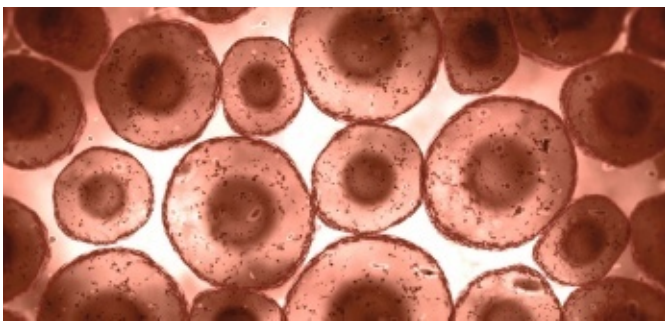
C'est la première fois qu'un modèle rend compte des interactions de ces trois grandeurs, qui jouent un rôle important dans la vie cellulaire. Il va au-delà de modèles précédents qui considé-

raient soit que le volume cellulaire était constant, soit que la régulation osmotique (ajustement de la concentration d'ions à l'intérieur de la cellule en fonction de la concentration extérieure) s'effectuait instantanément.

Mais le nouveau modèle fait encore mieux : il décrit l'évolution au cours du temps (de quelques secondes à quelques minutes) du volume d'une cellule après un choc osmotique (changement brusque de la différence de concentration des ions de part et d'autre de la membrane cellulaire), ce dont aucun modèle n'était capable jusqu'à présent. Les résultats ont été validés sur des cellules animales cultivées *in vitro*. « Les prévisions du modèle sur l'évolution de la taille de la cellule, qui se stabilise en quelques minutes, sont en parfait accord avec les observations », précise en outre Clair Poinard, de l'INRIA Bordeaux-Sud-Ouest, l'un des deux mathématiciens et informaticiens de l'équipe.

Certes, le modèle reste rudimentaire : il n'intègre qu'une petite partie des mécanismes cellulaires. Mais si l'intérêt de cette voie de recherche se confirmait, on pourrait modéliser de façon bien plus simple le fonctionnement de la cellule, par exemple la division cellulaire, fait remarquer L. Schwartz.

→ Danielle Duran

European Biophysics Journal, vol. 40(3), pp. 235-246, mars 2011

Un modèle simple rend compte de la variation du volume d'une cellule en fonction du potentiel électrique et des flux d'ions à travers la membrane.