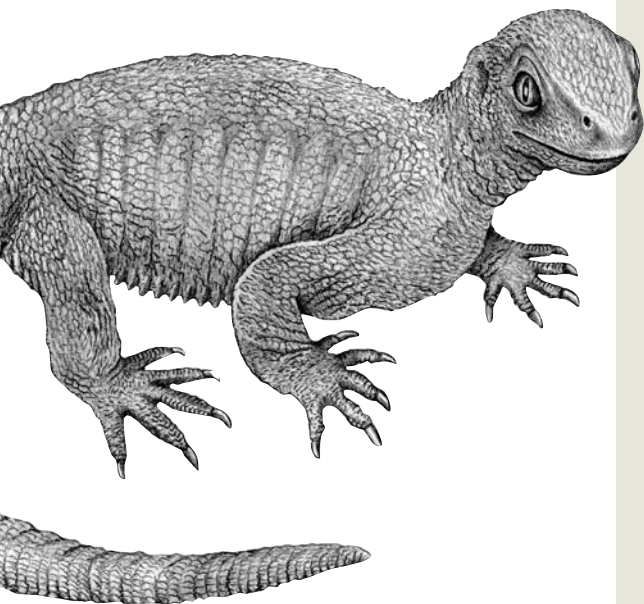




lézards, montre deux fenêtres temporelles, au lieu d'avoir le caractère beaucoup plus massif de celui des tortues. Il est donc clair que *Pappochelys*, et avec elle les tortues, sont ce que les paléontologues nomment des Diapsides (des reptiles à deux fenêtres temporelles). Désormais, on peut être certain que les tortues sont issues des lézards, et sont apparentées aussi aux crocodiles (des lézardoïdes) et aux oiseaux.

En tout cas, pour les découvreurs de la tortue de Vellberg, «l'âge géologique de *Pappochelys* correspond exactement à la fenêtre temporelle à laquelle on s'attend pour de telles formes. Notre découverte montre à quoi a ressemblé le blindage ventral des tortues à l'origine, ce qui lui donne sa très grande signification biologique».

Et quel genre d'animal était *Pappochelys*? Long d'une vingtaine de centimètres, il ressemblait à un lézard et vivait dans un petit cours d'eau douce. Comme les iguanes marins des Galápagos, il semble qu'il ait volontiers séjourné dans l'eau. Ses côtes renforcées lui permettaient de plonger profondément et peut-être de rester plus longtemps dans l'eau que les autres lézards, par exemple pour y chasser ou y paître. Tout cela suggère que le blindage des tortues, en plus d'être une défense contre les prédateurs, serait une adaptation à la vie aquatique, ce que la tortue chinoise *Odontochelys* laissait déjà penser.

François Savatier

R. Schoch et H.-D. Sues, *Nature*, publié en ligne le 24 juin 2015

Actualités

Science et société

Maths : un impact sur 9 % des emplois

Les mathématiques sont au cœur des économies modernes. C'est ce que confirme la première étude française sur leur influence socio-économique, selon laquelle les maths concernent 9 % des emplois du pays et 15 % du PIB. Stéphane Cordier, qui dirige l'agence AMIES, commanditaire de l'étude, nous explique le sens de ces chiffres.

Quelles sont les conclusions marquantes de cette étude ?

Stéphane Cordier : Elle a confirmé la place centrale des mathématiques dans l'économie du pays : 9 % des emplois impactés, une valeur ajoutée correspondant à 15 % du PIB, un rôle dans près de la moitié des « technologies clés » du pays (imagerie médicale, sécurité informatique, etc.)...

Quand on dit que 9 % des emplois sont « impactés » par les maths, qu'est-ce que cela signifie ? Et comment calcule-t-on ce chiffre ?

S. C. : Cela signifie que 9 % des travailleurs en France utilisent les maths d'une façon ou d'une autre – sans être forcément mathématiciens. Le cabinet de conseil CMI, qui a réalisé l'étude, a calculé ce chiffre de deux façons. Il a compilé des données de l'Insee pour évaluer le nombre de travailleurs par secteur, puis il a estimé le pourcentage d'entre eux qui se servent des maths en interrogeant des experts de chaque secteur. Ce pourcentage est par exemple de 28 % pour l'automobile. Cette méthode est aussi appliquée dans d'autres pays, ce qui permet des comparaisons internationales. La deuxième méthode est fondée sur le nombre de diplômés en activité dont la formation intègre une part notable de mathématiques. Ces diplômés n'utilisent bien sûr pas toujours les maths au travail et, de façon

générale, toute méthodologie peut être discutée. Cependant, les chiffres obtenus de ces deux manières sont similaires, ce qui renforce la confiance dans les résultats. Globalement, ils semblent réalistes.

Ces chiffres paraissent pourtant énormes !

S. C. : Mais les mathématiques sont partout ! Elles sous-tendent les méthodes de modélisation, de conception, de gestion des stocks... Elles sont omniprésentes dans les métiers



Stéphane Cordier, directeur de recherche au CNRS.

liés à l'informatique ou à la finance, mais aussi dans de nouvelles entreprises telles que celles qui gèrent les vélos en libre-service, grosses consommatrices de statistiques. Les industries plus traditionnelles ne sont pas en reste. Par exemple, pour améliorer l'aérodynamisme d'une voiture, il faut résoudre les complexes équations qui décrivent l'écoulement des fluides.

Comment pense-t-on que ces chiffres évolueront ?

S. C. : Ils devraient fortement augmenter. En

effet, les secteurs les plus consommateurs de mathématiques ont une croissance supérieure à la moyenne. On risque d'ailleurs de manquer d'experts. De façon générale, les mathématiciens sont très demandés : selon une enquête réalisée en 2013, 94 % des docteurs en mathématiques d'Île-de-France ont trouvé un emploi six mois après leur soutenance, contre 79 % sur l'ensemble des autres disciplines.

Recherche académique et industrie marchent-elles main dans la main pour exploiter ce potentiel ?

S. C. : Pas assez. Si les grandes entreprises sont souvent en pointe et dialoguent beaucoup avec la recherche académique, ce n'est pas le cas des PME. De l'autre côté du miroir, les laboratoires de mathématiques (42 en France, pour environ 4 000 chercheurs) ont encore peu de collaborations avec le monde industriel. L'objectif d'associations comme l'AMIES (Agence pour les mathématiques en interaction avec l'entreprise et la société) est de favoriser leur rencontre. Le nombre d'entreprises travaillant avec des laboratoires de maths est passé d'une centaine en 2011 (année de la création d'AMIES) à environ 200 en 2015, et le potentiel de croissance est énorme.

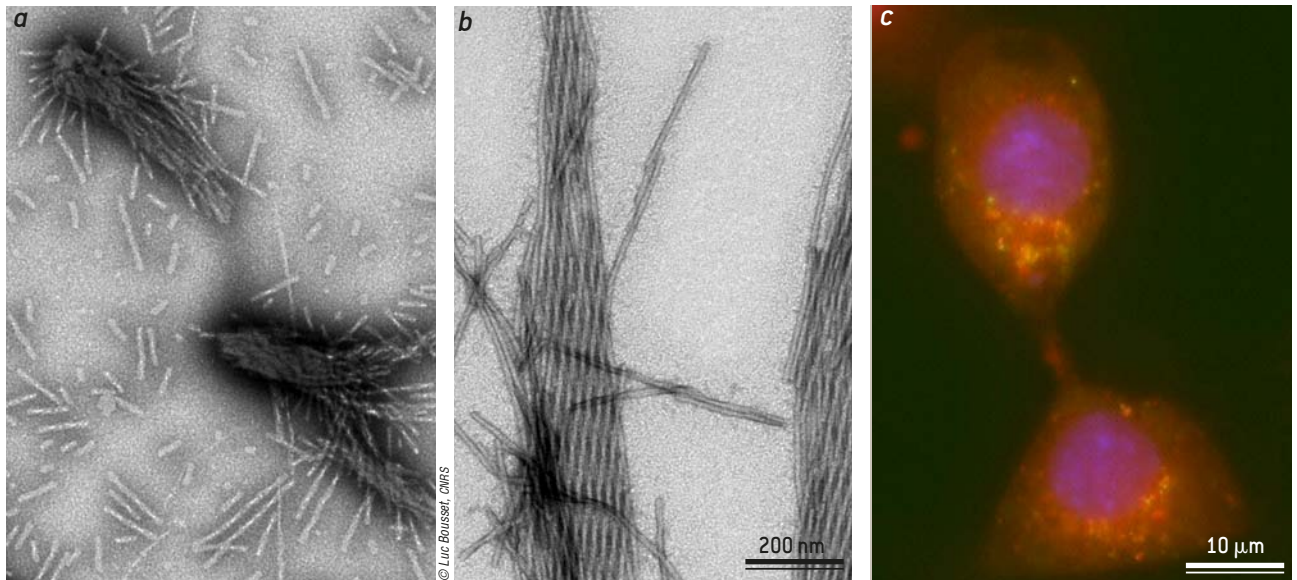
Guillaume Jacquemont

www.agence-maths-entreprises.fr/a/?q=fr/node/535

Neurosciences

Maladie de Parkinson : des neurones envahis par des rubans et des fibres

La forme des agrégats qui s'accumulent dans le cerveau lors de la maladie de Parkinson et d'autres pathologies proches influe sur les symptômes développés.



Des amas de fibres (a, b) ou de rubans se forment à partir de protéine α -synucléine soluble (c, en rouge), recrutée par les fibres déjà formées (en vert-jaune).

6,3 millions

de personnes sont atteintes de la maladie de Parkinson dans le monde, 1,2 million en Europe et 117 000 en France.*

La maladie de Parkinson, la démence à corps de Lewy et l'atrophie multisystématisée sont des pathologies neuro-dégénératives caractérisées par un même phénomène : l'accumulation d'agrégats d'une protéine, l' α -synucléine, dans les cellules du cerveau, qui entraîne leur mort. Les questions autour de cette protéine sont multiples. Quelle est sa fonction ? Pourquoi s'agrège-t-elle ? Comment différentes maladies sont associées à l'agrégation d'une même protéine ? Si la fonction de l' α -synucléine reste énigmatique, d'autres éléments de réponse se dessinent.

Notamment, on sait à présent que ces agrégats sont non pas une conséquence de la maladie, mais une cause de son développement. Et récemment, Wouter Peelaerts, de l'université catholique de Louvain, et ses collègues ont observé que la forme des agrégats détermine les caractéristiques des maladies développées.

L' α -synucléine normale est localisée à l'extrémité des neurones.

Sans structure tridimensionnelle stable, elle s'organiserait avec ses voisins en tétramères hélicoïdaux qui résistent à l'agrégation. Mais pour une raison inconnue, il arrive que les protéines deviennent anormales et s'agrègent, à l'instar des prions dans la maladie de la vache folle ou des peptides β -amyloïdes dans la maladie d'Alzheimer.

En 2013, à l'Institut des neurosciences Paris-Saclay (CNRS/université Paris-Sud), à Gif-sur-Yvette, l'équipe de Ronald Melki, coauteur de l'étude, avait montré que dans la maladie de Parkinson, la protéine α -synucléine s'agrège sous deux formes distinctes – fibres et rubans – et que les fibres tuent plus vite les cellules que les rubans. Pour savoir si la forme des agrégats influe sur les caractéristiques d'une synucléinopathie, les biologistes ont injecté quatre formes d' α -synucléine dans le cerveau de rats : fibres, rubans, extraits de cerveau de souris produisant des agrégats d' α -synucléine et oligomères (de courtes chaînes d' α -synucléine anormale).

Ils ont ainsi observé que les rubans causaient plus de dépôts que les autres formes et entraînaient la formation d'agrégats semblables à ceux détectés dans les trois synucléinopathies : des corps et des neurites de Lewy dans les neurones, comme dans la maladie de Parkinson et la démence à corps de Lewy, et, lorsque l' α -synucléine est abondante, des inclusions cytoplasmiques dans les cellules qui entourent les neurones, comme dans l'atrophie multisystématisée.

Les fibres, elles, produisaient moins de dépôts, mais déclenchaient une dégénérescence neuronale plus marquée et perturbaient les fonctions motrices, comme dans la maladie de Parkinson. Ainsi, la nature des agrégats – fibres ou rubans – expliquerait la variabilité des symptômes observée d'un patient à l'autre. Les biologistes espèrent utiliser ces structures comme biomarqueurs pour mieux caractériser chaque maladie.

Marie-Neige Cordonnier

W. Peelaerts et al., *Nature*, 10 juin 2015

Astrophysique

Une nébuleuse planétaire à la loupe

Les nébuleuses planétaires sont des nuages de gaz rejeté par les étoiles en fin de vie. Leur structure complexe fait parfois penser à de délicats papillons. Comment naissent ces formes ? Les observations de l'étoile L_2 Puppis par Pierre Kervella, de l'Unité mixte internationale franco-chilienne d'astronomie, à Santiago du Chili, et ses collègues confortent certains scénarios de la formation de ces structures.

L_2 Puppis, située à seulement 200 années-lumière, est une cible idéale pour tester *Sphere*, le nouvel instrument du VLT (*Very Large Telescope*), au Chili. La combinaison de ce spectro-polarimètre, d'un télescope de 8 mètres et d'une optique adaptative de nouvelle génération donne des images trois fois plus précises que le télescope spatial *Hubble*. L'optique adaptative consiste à mesurer les turbulences atmosphériques et à déformer le miroir principal en temps réel pour corriger l'image. Pour l'instrument *Sphere*, le miroir est déformé



L'étoile L_2 Puppis, en fin de vie, émet de grandes quantités de gaz et constitue une nébuleuse planétaire dont la forme évoque un papillon.

jusqu'à 1200 fois par seconde par 1400 actionneurs.

Grâce aux données de *Sphere*, les astrophysiciens ont reconstruit la structure tridimensionnelle de la nébuleuse de L_2 Puppis. L'astre est entouré d'un disque vu quasiment sur la tranche. De la poussière est émise de l'étoile en spiralant, ce qui forme deux cônes perpendiculaires au disque. D'où l'aspect de papillon qu'a l'ensemble. En outre, deux jets sont aussi émis à l'intérieur du cône nord.

Comment expliquer la formation de ces cônes ? Selon les modèles, une étoile compagnon interagirait avec le gaz expulsé soit en l'accrétant dans un disque et en émettant des jets, soit en le repoussant avec le vent stellaire. Pierre Kervella et ses collègues confirment la présence d'un compagnon pour L_2 Puppis et pensent que plusieurs mécanismes d'interaction sont simultanément en jeu.

Sean Bailly

P. Kervella et al., *Astronomy & Astrophysics*, vol. 578, A77, 2015

Philae s'est réveillé !

C'est finalement après sept longs mois d'hibernation que l'atterrisseur *Philae* s'est réveillé sur la comète Tchouri, en juin. D'après Stephan Ulamec, responsable de la mission, « *Philae* va très bien, il fonctionne à une température de -35°C et dispose d'une puissance de 24 watts », de quoi communiquer avec *Rosetta* et commencer à recueillir des données. Si tout se poursuit ainsi, *Philae* pourrait reprendre certaines de ses activités scientifiques.

Anticorps narcoleptiques

Un léger pic de narcolepsies s'est récemment produit en Europe après une campagne de vaccination contre la grippe. Avec ses collègues, Syed Ahmed de la société GSK a montré qu'un des vaccins, retiré depuis, déclenchait la fabrication d'anticorps qui bloquent la production d'une hormone clef de l'éveil chez des individus ayant certaines prédispositions génétiques. Il faut donc adapter finement la composition des vaccins, dont l'intérêt n'est pas remis en cause.

Nanotechnologies

Des spirales d'or lumineuses

Dans le futur, votre carte d'identité sera peut-être quasi infalsifiable grâce à une zone de sa surface invisible à l'œil nu et couverte de minuscules spirales en or, difficiles à fabriquer. Ces structures réémettent de la lumière bleue lorsqu'elles sont éclairées par un laser infrarouge. Mais avant d'en arriver aux applications, Roderick Davidson et ses collègues, de l'université Vanderbilt, aux États-Unis, ont étudié de près ces spirales.

Les chercheurs ont conçu des nanospirales en or ayant un diamètre total de 395 nanomètres. En éclairant les spirales avec

de très brèves impulsions d'un laser infrarouge, ils excitent les électrons du métal et obtiennent un signal lumineux dominé par l'infrarouge mais avec une petite partie bleue – il s'agit d'une réponse non linéaire que l'on retrouve aussi dans des cristaux dits doubleurs de fréquence.

Pour obtenir une émission bleue maximale, il faut accumuler les électrons au centre de la spirale. Pour ce faire, les chercheurs ont polarisé la lumière du laser. La polarisation caractérise la direction du champ électrique (ou magnétique) de la lumière. La configuration la plus efficace est une lumière polarisée

circulairement de telle façon que le champ tournant guide les électrons sur une trajectoire quasi circulaire le long de la spirale, en direction du centre de cette dernière.

Des questions subsistent. La réponse bleue reste faible et pour l'augmenter, il faudrait accroître l'énergie du laser. Or si les spirales ne dissipent pas assez cette énergie, elles fondent. Un compromis est à trouver entre ces contraintes, afin d'obtenir un signal exploitable sans détruire le dispositif.

S. B.

R. B. Davidson II et al., *Nanophotonics*, vol. 4(1), 2015

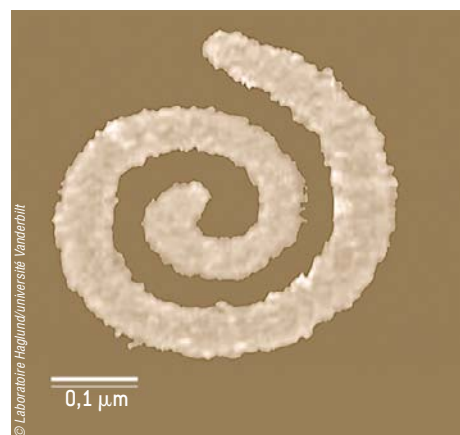


Image d'une nanospirale d'or obtenue au microscope électronique à balayage.